

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

Nutrición deportiva. *Citius, altius, fortius* 887

Trabajos Originales

Nutrición artificial

Bacteriemia en pacientes con nutrición parenteral central: prevalencia, factores asociados y tratamiento..... 890

Pediatría

Erosión dental en una muestra de niños valencianos. Prevalencia y evaluación de los hábitos de alimentación..... 895

Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents 902

Encuesta sobre detección de hipoglucemia y uso de glucómetros portátiles: ¿qué glucómetro es el más usado en las unidades neonatales españolas? 909

Using a lactation room at the workplace is associated with longer breastfeeding duration in working mothers 918

Nutrición en el anciano

Valoración geriátrica integral en una comunidad marginal de Ecuador..... 926

Adherencia a la guía de alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) en personas mayores no institucionalizadas de Santander, España 933

Obesidad y síndrome metabólico

ABCA1 gene R1587K polymorphism could be associated with metabolic syndrome and increased plasma triglyceride concentration in adults from northern Mexico 944

Desarrollo y evaluación de las propiedades psicométricas de la escala Etapas de Cambio en la Reducción del Sobrepeso Infantil (ECARSI)..... 951

Valoración nutricional

Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study 958

Loss of muscle strength in patients under hemodialysis evaluated by dynamometry in the Mexican population..... 964

The relationship between weight change history and 25(OH)D concentrations in adults..... 970

Post-menopausal osteoporosis: do body composition, nutritional habits, and physical activity affect bone mineral density? 977

Epidemiología y dietética

Comparación de las recomendaciones de expertos sobre nutrición clínica en pacientes hospitalizados con COVID-19..... 984

Otros

Evaluation of the acceptability of low glycaemic index preparations, formulated by replicating traditional Chilean culinary preparations with a high glycaemic index..... 999

Short-term branched-chain amino acid supplementation does not enhance vertical jump in professional volleyball players. A double-blind, controlled, randomized study..... 1007

Antidiabetic effect of olive leaf extract on streptozotocin-induced diabetes mellitus in experimental animals 1012

Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial 1022

In-vivo assessment of the protection of β -glucans of *Pleurotus ostreatus* against oxidative stress caused by acrylamide intake (part II) 1028

Consumption of avocado oil (*Persea americana*) improves the biochemical profile of rats submitted to long-term androgenic stimulation 1033

Interaction between age and vitamin D deficiency in severe COVID-19 infection 1039

Revisiones

Enfermedad celiaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. Revision 1043

Partial sleep deprivation on dietary energy intake in healthy population: a systematic review and meta-analysis..... 1052

Eficacia de los hidroxicinamatos y los beta-glucanos como herramientas dietéticas frente a la obesidad y sus disfunciones asociadas y su aplicación como nutracéutico 1061

Artículo Especial

Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual..... 1072

Nota Clínica

Anemia moderada refractaria al hierro oral en una gestante con antecedente de cirugía bariátrica 1087

In memoriam

Eduard Jaurieta Mas (1948-2020)..... 1091

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

© Copyright 2020. 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, Latindex, DIALNET, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidsline y Health Planning Administration, DOAJ y GFMER

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

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
www.nutricionhospitalaria.org
www.grupoaran.com



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 Oliveira Fuster

UGC de Endocrinología y Nutrición. Hospital Regional Universitario de Málaga
gabrieloliveiracasa@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

Ignacio Jáuregui Lobera

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

Rosa Angélica Lama Moré

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

Luis Miguel Luengo Pérez

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

Daniel de Luis Román

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

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@ucom.es

Alfonso Vidal Casariego

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

Carmina Wanden-Berghe

Hospital Gral. 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)

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, A Coruña)

Ángel M. Caracuel García (Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga)

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)

Isabel Martínez del Río (Centro Médico Nacional 20 de noviembre. ISSSTE. México)

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'Hebron. Barcelona)

Pilar Riobó Serván (Fundación Jiménez Díaz. Madrid)

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

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 Moreira (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. Crivelli (Revista de Nutrición Clínica. Argentina)

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

J. Faintuch (Hospital das Clínicas. Brasil)

M. C. Falcao (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 CLÍNICA Y METABOLISMO

Presidencia

Dr. Miguel León Sanz

Vicepresidencia

Lluisa Bordejé Laguna

Secretaria

Rosa Burgos Peláez

Coordinador Comité Científico-Educacional

Cristina Cuerda Compés

Tesorera

M.^a José Sendrós Madroño

Vocales

Miguel Ángel Martínez Olmos
Carmina Wanden-Berghe Lozano
Alicia Moreno Borreguero
Samara Palma Milla

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



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. 37

Septiembre-Octubre

N.º 5

Editorial

Nutrición deportiva. *Citius, altius, fortius*

L. J. Morán Fagúndez..... 887

Trabajos Originales

Nutrición artificial

Bacteriemia en pacientes con nutrición parenteral central: prevalencia, factores asociados y tratamiento

S. Conde Giner, V. Bosó Ribelles, M. D. Bellés Medall, C. Raga Jiménez, R. Ferrando Piqueres, P. Bravo José..... 890

Pediatría

Erosión dental en una muestra de niños valencianos. Prevalencia y evaluación de los hábitos de alimentación

L. Marqués Martínez, C. M. J. Serraga, Gavara, C. Borrell García..... 895

Valores de referencia del índice de masa grasa y el índice de masa libre de grasa en adolescentes españoles sanos

T. Durá-Travé, F. Gallinas-Victoriano, M. Malumbres-Chacón, P. Moreno-González, L. Ahmed-Mohamed, M. Urrteizcaya-Martínez..... 902

Encuesta sobre detección de hipoglucemia y uso de glucómetros portátiles: ¿qué glucómetro es el más usado en las unidades neonatales españolas?

N. Martín Ruiz, S. Rite Gracia, J. P. García Íñiguez, M. P. Samper Villagrasa..... 909

El uso de una sala de lactancia en el lugar de trabajo se asocia a una mayor duración de la lactancia en las madres trabajadoras

A. Ibarra-Ortega, E. M. Vázquez-Garibay, A. Larrosa-Haro, J. Castro-Albarrán, B. Vizmanos-Lamotte..... 918

Nutrición en el anciano

Valoración geriátrica integral en una comunidad marginal de Ecuador

L. R. Álvarez Córdova, R. Artacho, C. Arteaga, D. Fonseca Pérez, V. H. Sierra Nieto, M. D. Ruiz-López..... 926

Adherencia a la guía de alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) en personas mayores no institucionalizadas de Santander, España

G. Cubas de Basterrechea, C. T. González Antón, C. de la Vega-Hazas Pérez, I. Elio Pascual, P. Muñoz Cacho..... 933

o
r
i
a
r
n
o
s

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 37

Septiembre-Octubre

N.º 5

sumario

Obesidad y síndrome metabólico

El polimorfismo R1587K del gen *ABCA1* podría estar asociado con el síndrome metabólico y la concentración elevada de triglicéridos en adultos del norte de México

M. Porchas-Quijada, Z. Reyes-Castillo, O. Román-Pellegrini, E. Artalejo-Ochoa, S. Y. Moya-Camarena, M. Montalvo-Corral, M. N. Ballesteros-Vásquez..... 944

Desarrollo y evaluación de las propiedades psicométricas de la escala Etapas de Cambio en la Reducción del Sobrepeso Infantil (ECARSI)

G. Navarro Contreras, F. Padrós Blázquez, M. Fulgencio Juárez, A. C. Domínguez Espinosa..... 951

Valoración nutricional

Perfil antropométrico, composición corporal y somatotipo en atletas internacionales de *stand-up paddle* (SUP): un estudio transversal

A. Castañeda-Babarro, A. Viribay-Morales, P. León-Guereño, A. Urdanpilleta-Otegui, J. Mielgo-Ayuso, A. Coca..... 958

Pérdida de fuerza muscular en pacientes en hemodiálisis evaluados mediante dinamometría en la población mexicana

D. M. Hernández Corona, T. González Heredia, M. Méndez del Villar, L. Pazarín Villaseñor, F. G. Yanowsky Escatell, J. F. Topete Reyes, S. Hernández García..... 964

La relación entre la historia del cambio ponderal y las concentraciones de 25(OH)D en los adultos

C. H. Orces..... 970

Osteoporosis posmenopáusica: ¿afectan a la densidad mineral ósea la composición corporal, los hábitos nutricionales y la actividad física?

Ö. Özpak-Akkuş, B. Gülşen-Atalay..... 977

Epidemiología y dietética

Comparación de las recomendaciones de expertos sobre nutrición clínica en pacientes hospitalizados con COVID-19

J. Martínez Rodríguez, M. Roca Fontbona..... 984

Otros

Evaluación de la aceptabilidad de preparaciones de bajo índice glicémico, formuladas como réplicas de preparaciones típicas chilenas de alto índice glicémico

C. Vega, K. Priken, E. Venegas, P. Vera, D. Pincheira, M. Alviña..... 999

La suplementación con BCAA no mejora el salto vertical en los jugadores de voleibol profesionales.

Estudio doble ciego, controlado y aleatorizado

J. P. Martín-Martínez, J. Calleja-González, J. C. Adsuar Sala, S. Gómez-Pomares, J. Carlos-Vivas, J. Pérez-Gómez..... 1007

Efecto antidiabético del extracto de hoja de olivo sobre la diabetes mellitus inducida por estreptozotocina en animales de experimentación

M. Gürbüz, S. Ögüt..... 1012

Efectos de una dieta baja en hidratos de carbono sobre la composición corporal y el rendimiento en el ciclismo de carretera: estudio aleatorizado y controlado

S. Sitko, R. Cirer Sastre, F. Corbi Soler, I. López Laval..... 1022

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 37

Septiembre-Octubre

N.º 5

sumario

- Evaluación *in vivo* de la protección de los β -glucanos de *Pleurotus ostreatus* contra el estrés oxidativo causado por la ingesta de acrilamida (parte II)
B. R. Aguilar-Uscanga, A. Cavazos-Garduño, J. R. Solís-Pacheco, F. Sandoval-García, R. E. Navarro-Hernández, J. C. Serrano-Niño 1028
- El consumo de aceite de aguacate (*Persea americana*) mejora el perfil bioquímico de ratas sometidas a estimulación androgénica a largo plazo
V. A. P. Silva, G. T. Boaventura, R. S. Abboud, J. A. S. Ribas, M. A. Chagas 1033
- Interacción entre la edad y el déficit de vitamina D en la COVID-19 grave
F. Macaya, C. Espejo, A. Valls, A. Fernández-Ortiz, J. González del Castillo, F. J. Martín-Sánchez, I. Runkle, M. A. Rubio 1039

Revisiones

- Enfermedad celíaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. Revisión
I. de la Calle, G. Ros, R. Peñalver, G. Nieto 1043
- Efectos de la privación parcial de sueño sobre la ingesta energética en una población sana: revisión sistemática y metaanálisis
A. González-Ortiz, F. López-Bautista, M. Valencia-Flores, Á. Espinosa-Cuevas 1052
- Eficacia de los hidroxicinamatos y los beta-glucanos como herramientas dietéticas frente a la obesidad y sus disfunciones asociadas y su aplicación como nutracéutico
J. García Cordero, B. Sarria Ruiz, S. González Rámila, L. Bravo Clemente, R. Mateos Briz 1061

Artículo Especial

- Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual
J. Salas-Salvadó, F. Maraver, L. Rodríguez-Mañas, M. Sáenz de Pipaon, I. Vitoria, L. A. Moreno 1072

Nota Clínica

- Anemia moderada refractaria al hierro oral en una gestante con antecedente de cirugía bariátrica
M. E. López Valverde, C. Jericó Alba, J. A. García Erce 1087

In memoriam

- Eduard Jaurieta Mas (1948-2020)
J. M. Culebras, A. García de Lorenzo 1091

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. 37 September-October No. 5

Editorial

- Sports nutrition* — Citius, altius, fortius
L. J. Morán Fagúndez 887

Original Papers

Artificial nutrition

- Catheter-related bloodstream infections in patients receiving central parenteral nutrition: prevalence, associated factors, and treatment
S. Conde Giner, V. Bosó Ribelles, M. D. Bellés Medall, C. Raga Jiménez, R. Ferrando Piqueres, P. Bravo José 890

Pediatrics

- Dental erosion in a sample of Valencian children. Prevalence and evaluation of eating habits
L. Marqués Martínez, C. M. J. Serraga, Gavara, C. Borrell García 895

- Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents
T. Durá-Travé, F. Gallinas-Victoriano, M. Malumbres-Chacón, P. Moreno-González, L. Ahmed-Mohamed, M. Urrtevizcaya-Martínez 902

- Survey on hypoglycaemia diagnosis and glucometer use—which is the most widely used glucometer in Spanish neonatology units?
N. Martín Ruiz, S. Rite Gracia, J. P. García Íñiguez, M. P. Samper Villagrasa 909

- Using a lactation room at the workplace is associated with longer breastfeeding duration in working mothers
A. Ibarra-Ortega, E. M. Vázquez-Garibay, A. Larrosa-Haro, J. Castro-Albarrán, B. Vizmanos-Lamotte 918

Nutrition in the elderly

- Comprehensive geriatric assessment in a marginal community of Ecuador
L. R. Álvarez Córdova, R. Artacho, C. Arteaga, D. Fonseca Pérez, V. H. Sierra Nieto, M. D. Ruiz-López 926

- Adherence to the healthy eating guide issued by the Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) among non-institutionalized elderly in Santander, Spain
G. Cubas de Basterrechea, C. T. González Antón, C. de la Vega-Hazas Pérez, I. Elio Pascual, P. Muñoz Cacho 933

viewpoints

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 37 September-October No. 5

summary

Obesity and metabolic syndrome

ABCA1 gene R1587K polymorphism could be associated with metabolic syndrome and increased plasma triglyceride concentration in adults from northern Mexico

M. Porchas-Quijada, Z. Reyes-Castillo, O. Román-Pellegrini, E. Artalejo-Ochoa, S. Y. Moya-Camarena, M. Montalvo-Corral, M. N. Ballesteros-Vásquez 944

Development and evaluation of the psychometric properties of the Stage to Change in the Reduction of Childhood Overweight Scale (SCROS)

G. Navarro Contreras, F. Padrós Blázquez, M. Fulgencio Juárez, A. C. Domínguez Espinosa 951

Nutritional evaluation

Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study

A. Castañeda-Babarro, A. Viribay-Morales, P. León-Guereño, A. Urdanpilleta-Otegui, J. Mielgo-Ayuso, A. Coca 958

Loss of muscle strength in patients under hemodialysis evaluated by dynamometry in the Mexican population

D. M. Hernández Corona, T. González Heredia, M. Méndez del Villar, L. Pazarín Villaseñor, F. G. Yanowsky Escatell, J. F. Topete Reyes, S. Hernández García 964

The relationship between weight change history and 25(OH)D concentrations in adults

C. H. Orces 970

Post-menopausal osteoporosis: do body composition, nutritional habits, and physical activity affect bone mineral density?

Ö. Özpak-Akkuş, B. Gülşen-Atalay 977

Epidemiology and dietetics

Comparison of expert recommendations on clinical nutrition for hospitalized patients with COVID-19

J. Martínez Rodríguez, M. Roca Fontbona 984

Others

Evaluation of the acceptability of low glycaemic index preparations, formulated by replicating traditional Chilean culinary preparations with a high glycaemic index

C. Vega, K. Priken, E. Venegas, P. Vera, D. Pincheira, M. Alviña 999

Short-term branched-chain amino acid supplementation does not enhance vertical jump in professional volleyball players. A double-blind, controlled, randomized study

J. P. Martín-Martínez, J. Calleja-González, J. C. Adsuar Sala, S. Gómez-Pomares, J. Carlos-Vivas, J. Pérez-Gómez 1007

Antidiabetic effect of olive leaf extract on streptozotocin-induced diabetes *mellitus* in experimental animals

M. Gürbüz, S. Ögüt 1012

Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial

S. Sitko, R. Cirer Sastre, F. Corbi Soler, I. López Laval 1022

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 37 September-October No. 5

summary

- In-vivo* assessment of the protection of β -glucans of *Pleurotus ostreatus* against oxidative stress caused by acrylamide intake (part II)
B. R. Aguilar-Uscanga, A. Cavazos-Garduño, J. R. Solís-Pacheco, F. Sandoval-García, R. E. Navarro-Hernández, J. C. Serrano-Niño 1028
- Consumption of avocado oil (*Persea americana*) improves the biochemical profile of rats submitted to long-term androgenic stimulation
V. A. P. Silva, G. T. Boaventura, R. S. Abboud, J. A. S. Ribas, M. A. Chagas 1033
- Interaction between age and vitamin D deficiency in severe COVID-19 infection
F. Macaya, C. Espejo, A. Valls, A. Fernández-Ortiz, J. González del Castillo, F. J. Martín-Sánchez, I. Runkle, M. A. Rubio 1039

Reviews

- Celiac disease: causes, pathology, and nutritional assessment of gluten-free diet. A review
I. de la Calle, G. Ros, R. Peñalver, G. Nieto 1043
- Partial sleep deprivation on dietary energy intake in healthy population: a systematic review and meta-analysis
A. González-Ortiz, F. López-Bautista, M. Valencia-Flores, Á. Espinosa-Cuevas 1052
- Effectiveness of hydroxycinnamates and beta-glucans as dietary tools against obesity and its associated dysfunctions, and their application as nutraceuticals
J. García Cordero, B. Sarria Ruiz, S. González Rámila, L. Bravo Clemente, R. Mateos Briz 1061

Special Article

- The importance of water consumption in health and disease prevention: the current situation
J. Salas-Salvadó, F. Maraver, L. Rodríguez-Mañas, M. Sáenz de Pipaon, I. Vitoria, L. A. Moreno 1072

Clinical Note

- Moderate anaemia refractory to oral iron in a pregnant woman with a history of bariatric surgery
M. E. López Valverde, C. Jericó Alba, J. A. García Erce 1087

In memoriam

- Eduard Jaurrieta Mas (1948-2020)
J. M. Culebras, A. García de Lorenzo 1091



Nutrición deportiva. *Citius, altius, fortius*

Sports nutrition — Citius, altius, fortius

Citius, altius, fortius: “más rápido, más alto, más fuerte”. La nutrición suele hacer una contribución pequeña, pero potencialmente valiosa, a la mejora del rendimiento de los deportistas (1), coincidiendo con los objetivos de este lema olímpico.

En el Tour de Francia de 2020, la diferencia entre el primer clasificado y el segundo clasificado fue de 59 segundos tras 3482,2 km (2). En 1989 fueron 8 segundos entre el mítico Greg LeMond y Laurent Fignon. En este sentido, la “pequeña contribución” de la nutrición puede ser determinante de cara al éxito de la práctica deportiva.

En los últimos años se ha producido un aumento en el número de publicaciones relacionadas con la nutrición deportiva y el rendimiento, así como de documentos de consenso de sociedades científicas relacionadas con la nutrición y la dietética deportiva (3).

En el caso de los deportes de resistencia, como el atletismo de fondo, las carretas de montaña (*trails*) o el ciclismo, muchas investigaciones se centran en los diferentes sustratos energéticos para la mejora del rendimiento. Louise Burke, referente internacional de la investigación en nutrición deportiva, propone una serie de definiciones y explicaciones como punto de partida para la unificación en torno a las manipulaciones agudas y crónicas de grasas y carbohidratos en la dieta del deportista, señalando tipos de enfoques en lugar de una prescripción de macronutrientes única y/o definitiva. También expone algunas de las preguntas clave que deben abordarse para ayudar al avance de la investigación en nutrición deportiva (4).

En el presente número de la revista *Nutrición Hospitalaria* se publica un estudio aleatorizado y controlado bajo el título de “Efectos de una dieta baja en hidratos de carbono sobre la composición y el rendimiento en el ciclismo de carretera”, en el que se evalúa si una dieta baja en carbohidratos puede superar a una dieta convencional isocalórica para mejorar la composición corporal y el rendimiento en una muestra de veintiséis ciclistas de carretera masculinos entrenados. Los ciclistas sometidos a la dieta baja en carbohidratos (15 % del valor calórico total) redujeron significativamente el peso corporal y el porcentaje de grasa corporal, y mejoraron los valores de potencia relativa de 20 minutos. Aunque los resultados son interesantes y contribuyen al estado de la cuestión, lógicamente son necesarios más estudios (como los propios autores reconocen), preferentemente aleatorizados y doble ciego, en los que se exploren más a fondo los cambios fisiológicos asociados con las intervenciones bajas en carbohidratos (5).

Como en cualquier campo del conocimiento, la investigación sobre el uso de dietas bajas en carbohidratos y dietas cetogénicas para la optimización de la oxidación de las grasas en el deporte de resistencia requiere una investigación sistemática. Existe evidencia sólida de que la adaptación a una dieta cetogénica crea cambios celulares sustanciales para aumentar la movilización, el transporte, la absorción y la oxidación de las grasas durante el ejercicio, incluso en los atletas de élite (6).

Las modificaciones del aporte de carbohidratos y grasas en los deportes de resistencia muestran resultados controvertidos en la literatura. En una reciente publicación se demostraba cómo una dieta baja en carbohidratos y alta en grasas perjudica la economía del ejercicio y podría anular el beneficio de rendimiento del entrenamiento

editorial

intenso en corredores de élite (7); por otro lado, una reciente publicación indica que el consumo de 120 g de carbohidratos a la hora en los ejercicios de resistencia metabólicamente exigentes, como las maratones de montaña y los eventos de ultrarresistencia, puede disminuir el daño muscular inducido por el ejercicio (8).

En el ciclismo profesional tuvo auge el consumo de cetonas exógenas. No obstante, la cetosis exógena no parece afectar tampoco al rendimiento ni a la degradación del glucógeno muscular en el ejercicio de resistencia prolongado (9).

Existen una serie de posibles desventajas en el uso de las dietas cetogénicas ya que podrían disminuir la capacidad de realizar trabajos de alta intensidad debido a la disminución de las reservas de glucógeno en el músculo y la menor actividad de las enzimas glucolíticas, como demostró un estudio realizado en ciclistas de montaña (10).

Como contraposición al uso de las dietas cetogénicas en los deportes de resistencia, encontramos documentos de consenso (11) y publicaciones que se centran en la sólida evidencia relativa a la importancia que tienen los carbohidratos en el rendimiento deportivo (12).

Las modificaciones del aporte de carbohidratos durante las fases de entrenamiento del deportista (periodización) con el fin de obtener adaptaciones metabólicas también se han descrito en la literatura científica. El concepto “*train low, compete high*” hace referencia a las modificaciones producidas durante los periodos en los que la disponibilidad de carbohidratos se reduce estratégicamente (*train low*). Esta modificación conlleva un aumento de los marcadores moleculares relacionados con el entrenamiento de resistencia (13,14). Así, podría ser beneficioso hacer ejercicio con una disponibilidad reducida de carbohidratos en los entrenamientos de baja intensidad, específicamente cuando la intensidad del ejercicio está cerca o por debajo del primer umbral ventilatorio, mientras que, durante las sesiones de entrenamiento de alta intensidad o las competiciones (*compete high*), sería fundamental contar con una alta disponibilidad de carbohidratos (15,16).

La disponibilidad y la capacidad de utilizar todos los combustibles musculares para satisfacer las demandas específicas del ejercicio (“flexibilidad metabólica”) constituyen el Santo Grial para los deportistas de resistencia.

No todo es negro ni todo es blanco en la nutrición; tampoco en la nutrición deportiva. Los estudios están tratando de describir intervenciones grupales, proporcionando datos de salud y rendimiento individual a una intervención que a menudo muestra gran variabilidad interindividual (17). La evidencia actual indica que las estrategias de nutrición deportiva pueden funcionar en algunos individuos o bajo ciertas condiciones, pero no en otros, probablemente debido a una gran variedad de factores ambientales y genéticos.

Por este motivo, los deportistas que quieran contemplar el uso de dietas cetogénicas, bajas en carbohidratos y altas en grasas (o cualquier otro tipo de modificación dietética), deben realizar un seguimiento de su rendimiento y sus experiencias personales. Por otro lado, es necesaria la individualización de las pautas nutricionales para cada deportista, atendiendo a múltiples factores, con el asesoramiento de profesionales formados.

La investigación en nutrición deportiva ha alcanzado la mayoría de edad y está dando lugar a interesantes artículos que ayudan a ampliar los conocimientos en este apasionante campo.

Luis J. Morán Fagúndez

Dietista-Nutricionista. Profesor asociado del Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. Área de Nutrición y Bromatología. Co-coordinador del Título de Experto Universitario en Nutrición Práctica en el Ámbito Deportivo. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla

Bibliografía

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. *British Journal of Sports Medicine* 2018;52:439-55.
2. <https://www.letour.fr/es/clasificaciones> [Consulta realizada el 20/09/2020]
3. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=sport+nutrition+performance&filter=datasearch.y_10&timeline=expanded [Consulta realizada el 27/08/2020]
4. Burke LM, Hawley JA, Jeukendrup A, Morton JP, Stellingwerff T, Maughan RJ. Toward a Common Understanding of Diet-Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018;28(5):451-63. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0289
5. Sitko S, Cirer Sastre R, Corbi Soler F, López Laval I. Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial. *Nutr Hosp* 2020;37(5):1022-7. DOI: 10.20960/nh.03103
6. Burke LM. Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport? [published online ahead of print, 2020 May 2]. *J Physiol* 2020;10.1113/JP278928. DOI: 10.1113/JP278928

7. Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG, et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *J Physiol* 2017;595(9):2785-807. DOI: 10.1113/JP273230
8. Viribay A, Arribalza S, Mielgo-Ayuso J, Castañeda-Babarro A, Seco-Calvo J, Urdampilleta A. Effects of 120 g/h of Carbohydrates Intake during a Mountain Marathon on Exercise-Induced Muscle Damage in Elite Runners. *Nutrients* 2020;12(5):1367. DOI: 10.3390/nu12051367
9. Poffé C, Ramaekers M, Bogaerts S, Hespel P. Exogenous ketosis impacts neither performance nor muscle glycogen breakdown in prolonged endurance exercise. *J Appl Physiol* 2020;128(6):1643-53. DOI: 10.1152/jappphysiol.00092.2020
10. Zajac A, Poprzecki S, Maszczyk A, Czuba M, Michalczyk M, Zydek G. The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients* 2014;6(7):2493-508. DOI: 10.3390/nu6072493
11. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:501-28.
12. Mata F, Valenzuela PL, Gimenez J, Tur C, Ferreria D, Domínguez R, et al. Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. *Nutrients* 2019;11(5):1084. DOI: 10.3390/nu11051084
13. Bartlett JD, Hawley JA, Morton JP. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: Too much of a good thing? *Eur J Sport Sci* 2015;15:3-12.
14. Impey SG, Hammond KM, Shepherd SO, Sharples AP, Stewart C, Limb M, et al. Fuel for the work required: A practical approach to amalgamating train-low paradigms for endurance athletes. *Physiol Rep* 2016;4:e12803.
15. Burke LM. Fueling strategies to optimize performance: Training high or training low? *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(Suppl 2):48-58.
16. Lucía A, Sánchez O, Carvajal A, Chicharro JL. Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. *Br J Sports Med* 1999;33:178-85.
17. Saunders B, El-Sohemy A, Derave W. Editorial: Personalized Sport and Exercise Nutrition. *Front Nutr* 2019;6:139. DOI: 10.3389/fnut.2019.00139



Trabajo Original

Nutrición artificial

Bacteriemia en pacientes con nutrición parenteral central: prevalencia, factores asociados y tratamiento

Catheter-related bloodstream infections in patients receiving central parenteral nutrition: prevalence, associated factors, and treatment

Silvia Conde Giner¹, Virginia Bosó Ribelles¹, María Dolores Bellés Medall¹, Celia Raga Jiménez¹, Raúl Ferrando Piqueres¹ y Patricia Bravo José²

¹Servicio de Farmacia Hospitalaria, Sección de Nutrición Clínica. Hospital General Universitario de Castellón. Castellón de la Plana. ²Servicio de Farmacia. Residencia de Personas Mayores Dependientes. Burriana, Castellón

Resumen

Introducción: la infección relacionada con el catéter es una de las complicaciones del tratamiento con nutrición parenteral central (NPC) que generan una mayor morbilidad y mortalidad.

Objetivos: el objetivo principal fue analizar la prevalencia de la bacteriemia asociada al catéter en pacientes con nutrición parenteral central. Los objetivos secundarios fueron: a) evaluar si el tipo de catéter central, la duración de la nutrición parenteral central, el índice de masa corporal o la estancia en la unidad de cuidados intensivos son factores asociados al desarrollo de bacteriemia; b) analizar el manejo terapéutico de la infección.

Material y métodos: se trata de un estudio observacional retrospectivo. Se incluyeron los pacientes que recibieron nutrición parenteral central tras una intervención quirúrgica entre julio de 2018 y marzo de 2019. La asociación de las variables con el desarrollo de la bacteriemia se analizó mediante regresión logística.

Resultados: el 7,3 % (IC 95 %: 3,9-13,3) (n = 9/123) de los pacientes desarrollaron bacteriemia relacionada con el catéter. El único factor asociado al desarrollo de la infección fue la duración de la nutrición parenteral central (OR = 1,12; IC 95 %: 1,05-1,20; p = 0,001).

Conclusiones: la prevalencia de la bacteriemia relacionada con el catéter en este estudio es baja. La duración del tratamiento con nutrición parenteral central parece estar relacionada con el desarrollo de la bacteriemia. Sin embargo, se necesitan más estudios para identificar factores de riesgo que permitan minimizar este tipo de complicaciones.

Palabras clave:

Nutrición parenteral central. Infección relacionada con el catéter. Bacteriemia.

Abstract

Background: catheter-related infection is one of the complications of central parenteral nutrition treatment with the highest morbidity and mortality.

Objectives: the primary endpoint of this study was to analyze the prevalence of bloodstream infection in patients with central parenteral nutrition. Secondary objectives included: a) an assessment of whether type of central catheter, duration of parenteral nutrition treatment, body mass index, or being admitted to the intensive care unit are factors associated with the development of bloodstream infection; b) an analysis of the therapeutic approach.

Material and methods: this was a retrospective observational study. All patients who received central parenteral nutrition after surgery between July 2018 and March 2019 were included. The association between the different variables and the development of bloodstream infection was analyzed by logistic regression.

Results: the prevalence of bloodstream infection was 7.3 % (95 % CI: 3.9-13.3) (n = 9/123 patients). The duration of central parenteral nutrition was the only variable associated with the development of bloodstream infection (OR = 1.12; 95 % CI: 1.05-1.20; p = 0.001).

Conclusions: the prevalence of catheter-related bloodstream infection in this study is low, and the duration of central parenteral nutrition seems to be related to its development. However, further studies are needed to identify risk factors that might help reduce this kind of complications.

Keywords:

Central parenteral nutrition. Catheter-related infection. Bacteremia.

Recibido: 29/06/2020 • Aceptado: 20/07/2020

Conflicto de intereses: los autores no declaran ningún conflicto de interés.

Conde Giner S, Bosó Ribelles V, Bellés Medall MD, Raga Jiménez C, Ferrando Piqueres R, Bravo José P. Bacteriemia en pacientes con nutrición parenteral central: prevalencia, factores asociados y tratamiento. Nutr Hosp 2020;37(5):890-894

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03218>

Correspondencia:

Silvia Conde Giner. Avenida Benicàssim, s/n.
12004 Castellón de la Plana
e-mail: silviacondeginer@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El soporte nutricional (SN) por vía parenteral no está exento de complicaciones que deben tenerse en cuenta en el inicio y seguimiento de los pacientes que lo reciben. Estas complicaciones pueden ser metabólicas, es decir, estar relacionadas con la infusión de nutrientes; de tipo mecánico, como la obstrucción del catéter, o infecciosas. Las complicaciones infecciosas son las más frecuentes (1), siendo la infección relacionada con el catéter la de mayor gravedad (2) ya que tiene un gran impacto sobre la morbilidad (3,4). La mayoría de las infecciones relacionadas con el acceso venoso se deben a la colonización del punto de inserción, aunque en los dispositivos de larga duración lo más frecuente es la contaminación del cabezal del catéter (2,5). Además, los pacientes en tratamiento con nutrición parenteral central (NPC) presentan un mayor riesgo de desarrollar una infección del catéter venoso central (CVC) en comparación con los pacientes que no reciben SN parenteral (5–7).

El desarrollo de una bacteriemia asociada al catéter (BAC) se confirma por la aparición de fiebre junto con dos hemocultivos positivos, coincidiendo el microorganismo aislado en estos con el aislado en el cultivo de la punta del catéter (2,5,8,9). Se trata de un tipo de infecciones relativamente comunes dentro del ámbito hospitalario, precisándose en la mayoría de situaciones la retirada del acceso venoso (5,8). En la mayoría de las BAC el agente causal son patógenos grampositivos, seguidos de gramnegativos y levaduras, aunque en menor proporción (2,3,5).

Se conocen diferentes factores de riesgo para la aparición de complicaciones infecciosas, como el tipo de CVC, el número de luces, la ubicación femoral o yugular y la duración del mismo, la edad avanzada y la ausencia de protocolos específicos para el cuidado y mantenimiento del acceso venoso (1,2,10,11). De hecho, la mejor prevención frente a las infecciones relacionadas con el catéter consiste en el entrenamiento de los profesionales y la elaboración de protocolos normalizados de trabajo que garanticen una correcta y aséptica manipulación de los accesos venosos (1,7,9,12,13). Sin embargo, entre los diferentes estudios existen controversias y no están descritas unas recomendaciones claras de cómo minimizar este tipo de complicaciones, a excepción de un buen cuidado del acceso venoso. Otros estudios, como el de Aguilera Vizcaíno y cols. (14), plantean si la composición de la NPC, principalmente el tipo de lípido utilizado, podría ser determinante en el desarrollo de la BAC.

El objetivo principal del estudio es analizar la frecuencia de aparición de la BAC en pacientes posquirúrgicos en tratamiento con NPC. Como objetivos secundarios, se pretende:

- Evaluar si el tipo de CVC, la duración del SN, el índice de masa corporal (IMC) al inicio del SN o la estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) son factores asociados al desarrollo de la BAC.
- Analizar el manejo terapéutico de la infección: el agente causal, el tratamiento empírico instaurado, la retirada o no del catéter, la duración de la antibioterapia y la realización de hemocultivos de control.

MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional retrospectivo en el que se incluyeron todos los pacientes adultos a cargo del Servicio de Cirugía General que recibieron NPC tras una intervención quirúrgica entre julio de 2018 y marzo de 2019, ingresaran o no en la UCI.

Se revisaron las historias clínicas y se recogieron las siguientes variables: edad, sexo, peso y talla, tipo de CVC, fecha de inicio y fin de la NPC, fecha de ingreso y alta en la UCI y diagnóstico de BAC, definida como un pico febril con dos hemocultivos y cultivo de la punta del catéter positivos para el mismo microorganismo. También se recogió el agente causal aislado en los hemocultivos y en el cultivo de la punta de catéter.

Las variables cuantitativas se expresaron como media o mediana (Md) e intervalo de confianza del 95 % (IC 95 %) o rango intercuartílico (RIQ), según fuera o no su distribución normal, y las cualitativas como porcentajes e IC 95 %. La asociación de las diferentes variables con el diagnóstico de BAC se analizó mediante una regresión logística binaria. Se consideró como significación estadística una $p < 0,05$. Se utilizó el programa estadístico SPSS V.19.

RESULTADOS

En el periodo de estudio, 123 pacientes posquirúrgicos recibieron tratamiento con NPC. La Md de edad fue de 70,8 (RIQ: 59,3–81,3) años y el 47,2 % (IC 95 %: 38,6–56,0) (58/123) fueron mujeres. La Md del IMC fue de 25,8 (RIQ: 23,4–29,9) kg/m². La Md de duración de la NPC fue de 11 (RIQ: 5–17) días. El 52,0 % (IC 95 %: 43,3–60,7) (64/123) de los pacientes analizados requirió ingreso en la UCI.

El 31,7 % (IC 95 %: 24,1–40,4) (39/123) era portador de un CVC de inserción periférica (CVCIP). El resto de los pacientes portaba un CVC (84/123), siendo el mayoritario el CVC yugular (87 %; 73/84) seguido del CVC de subclavia (12 %; 12/84), mientras que solo un paciente fue portador de un CVC femoral.

Un 7,3 % (IC 95 %: 3,9–13,3) de los pacientes analizados (9/123) desarrolló una BAC durante el tratamiento con NPC. El único factor asociado al desarrollo de BAC en el modelo de regresión logística realizado fue la duración de la NPC (*odds ratio* (OR) = 1,12; IC 95 %: 1,05–1,20; $p = 0,001$), con una Md de 28 (RIQ: 10–32) días en los pacientes que desarrollaron BAC frente a 10 (RIQ: 5–16) días en los que no la desarrollaron (Fig. 1, Tabla I).

En todos los hemocultivos (9/9) se aislaron estafilococos coagulasa-negativos. En 1/9 pacientes no se retiró el catéter central. La prescripción del tratamiento antibiótico empírico se realizó de acuerdo con las recomendaciones de las diferentes guías clínicas en 3/9 pacientes, y en 8/9 pacientes se ajustó el tratamiento al antibiograma obtenido. En la figura 2 se muestran los tratamientos empíricos utilizados (Tabla II).

Se realizaron hemocultivos de control de negativización en 2/9 pacientes. La Md de duración del tratamiento fue de 10 (RIQ: 5–13,5) días.

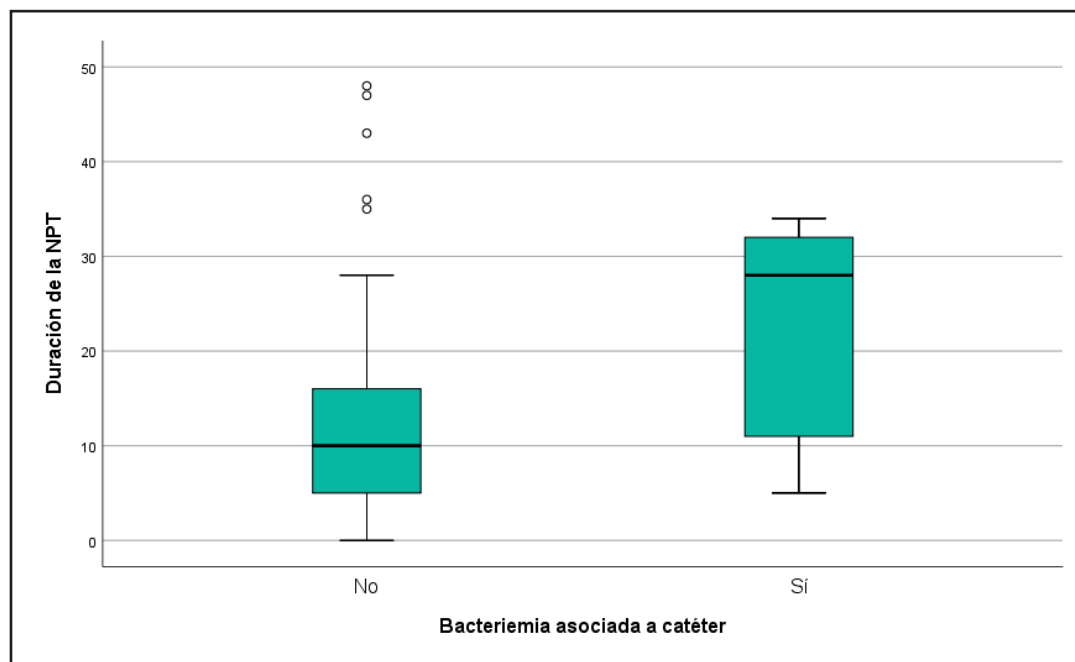


Figura 1.

Comparación de la mediana de duración de la nutrición parenteral total entre pacientes que desarrollaron bacteriemia asociada a catéter y pacientes que no.

Tabla I. Análisis de regresión logística

Variable	OR	IC 95 %	Significación (p)
IMC	0,99	0,84-1,16	0,875
Tipo de vía	0,90	0,17-4,70	0,897
Estancia en UCI	2,15	0,43-10,64	0,350
Duración de NPC	1,12	1,05-1,20	0,001

IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; NPC: nutrición parenteral central; OR: odds ratio; UCI: unidad de cuidados intensivos.

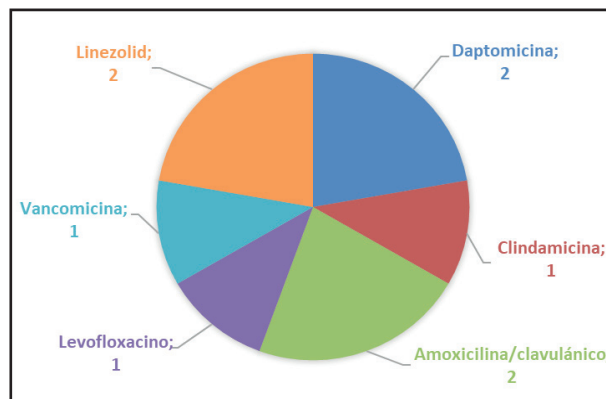


Figura 2.

Tratamiento empírico utilizado en los pacientes que desarrollaron una bacteriemia asociada al catéter (n = 9).

DISCUSIÓN

El riesgo de desarrollo de BAC durante tratamiento con NPC está ampliamente descrito en la bibliografía. La mayoría de los estudios publicados se centran en pacientes que reciben NPC domiciliaria, ya que es un escenario en el que la aparición de BAC y otro tipo de complicaciones puede afectar en gran medida a la calidad de vida de los pacientes. En un estudio realizado por Michael J Durkin y cols. (1), en el que se analizan los factores de riesgo asociados a BAC en pacientes con NPC domiciliaria, se observó una prevalencia de infecciones del 30 %. Comparada con la de este trabajo, la frecuencia de aparición de BAC en nuestro estudio fue baja, teniendo en cuenta que la población del estudio es diferente. Esta menor prevalencia puede deberse a que,

en el contexto del paciente hospitalizado, la duración del soporte nutricional es menor y, por otra parte, el manejo y el cuidado de los accesos venosos se lleva a cabo por profesionales sanitarios especializados (9). En este sentido sería interesante analizar cómo utilizando una técnica aséptica se puede disminuir el número de BAC. Por otra parte, cabe destacar que, habitualmente, se calcula la incidencia de las BAC y no su prevalencia, lo que dificulta la comparación entre estudios.

Tabla II. Características de los pacientes que desarrollaron bacteriemia asociada al catéter central (n = 9)

Paciente	Edad (años)	Sexo	IMC (kg/m ²)	Tipo de catéter	Duración NPC (días)	Estancia en UCI	Microorganismo aislado	Duración de antibioterapia (días)	Retirada de catéter	Hemocultivos de control
1	82,38	Hombre	24,89	CVC yugular	33	No	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	11	Sí	Sí
2	71,00	Hombre	28,73	CVC yugular	6	Sí	<i>Staphylococcus hominis</i>	7	Sí	No
3	82,95	Mujer	30,76	CVC yugular	30	No	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	15	Sí	No
4	50,49	Mujer	18,97	CVC yugular	28	Sí	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	Sí	Sí
5	73,80	Mujer	24,38	CVCIP	32	Sí	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	18	Sí	No
6	58,59	Hombre	20,90	CVCIP	28	No	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	No	No
7	54,79	Hombre	30,86	CVC yugular	5	Sí	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	Sí	No
8	75,63	Hombre	25,00	CVCIP	34	Sí	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	10	Sí	No
9	73,93	Hombre	27,34	CVC femoral	11	Sí	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	12	Sí	No

CVC: catéter venoso central; CVCIP: catéter venoso central de inserción periférica; IMC: índice de masa corporal; NPC: nutrición parenteral central; UCI: unidad de cuidados intensivos.

Todas las BAC diagnosticadas fueron causadas por microorganismos grampositivos, que constituyen el agente causal más habitual. No se encontraron BAC por gramnegativos o levaduras, dado el bajo porcentaje de pacientes que desarrollaron una complicación infecciosa. En cuanto al manejo de la infección, cabe destacar la retirada del catéter en todos los pacientes excepto en uno, de acuerdo con las recomendaciones de las sociedades científicas. Sin embargo, en muchos pacientes se utilizaron determinados antibióticos —como linezolid, levofloxacino o amoxicilina/clavulánico— como tratamiento empírico, siendo de elección otras alternativas como la combinación de ceftriaxona y vancomicina (15), aunque bien es cierto que se ajustó el tratamiento antibiótico al resultado del antibiograma. Además, no realizar hemocultivos de control cada 48 horas puede tanto prolongar de manera innecesaria la duración de tratamiento antibiótico, generando así una mayor exposición y favoreciendo la aparición de resistencias, como propiciar el fracaso terapéutico y la aparición de complicaciones.

Dados los resultados de este trabajo, parece que la duración de la NPC puede estar relacionada con el desarrollo de BAC, aunque no puede atribuirse únicamente a esta causa ya que existen otras variables que no se han recogido en el estudio y que podrían contribuir también a la aparición de complicaciones

infecciosas, como el número de luces del CVC, la comorbilidad del paciente y la duración de la cateterización. De entre las variables analizadas cabe destacar que no se evidenció un incremento del riesgo de sufrir una BAC en función de la edad ni del tipo de CVC, lo que posiblemente se deba a que pocos pacientes eran portadores de CVC de vena subclavia o femoral. Por ello, es necesario realizar más estudios que permitan identificar factores de riesgo con el objetivo de evitar la aparición de este tipo de complicaciones.

Como conclusión, se observa una baja prevalencia de BAC en el estudio. El desarrollo de este tipo de complicaciones cobra especial importancia en los pacientes con NPC de larga duración. Por otra parte, es necesario optimizar la selección del tratamiento antibiótico empírico en este tipo de infecciones y realizar hemocultivos de control con el objetivo de optimizar el tratamiento antibiótico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Durkin MJ, Dukes JL, Reeds DN, Mazuski JE, Camins BC. A Descriptive Study of the Risk Factors Associated with Catheter-Related Bloodstream Infections in the Home Parenteral Nutrition Population. *J Parenter Enter Nutr* 2016;40(7):1006-13. DOI: 10.1177/0148607114567899

2. García Rodicio S, Pedraza Cezón LA. Complicaciones de la nutrición artificial. En: Curso de Nutrición Artificial. Grupo de Trabajo de Nutrición Clínica - Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH); 2014.
3. Seisdedos Elcuaz R, Conde García MC, Castellanos Monedero JJ, García-Manzanares Vázquez de Agredos A, Valenzuela Gámez JC, Fraga Fuentes MD. Infecciones relacionadas con el catéter venoso central en pacientes con nutrición parenteral total. *Nutr Hosp* 2012;27(3):775-80. DOI: 10.3305/nh.2012.27.3.5729
4. Pichitchaipitak O, Ckumdee S, Apivanich S, Chotiprasitsakul D, Shantavasinukul PC. Predictive factors of catheter-related bloodstream infection in patients receiving home parenteral nutrition. *Nutrition* 2018;46:1-6. DOI: 10.1016/j.nut.2017.08.002
5. Mensa Pueyo J, Soriano Viladomiu A, García Sánchez JE. Infección de un catéter intravenoso. Fiebre por contaminación del líquido perfundido. En: GUÍA DE TERAPÉUTICA ANTIMICROBIANA. 28th ed. Barcelona: Editorial Antares; 2019:672-6.
6. Gavin NC, Button E, Keogh S, McMillan D, Rickard C. Does Parenteral Nutrition Increase the Risk of Catheter-Related Bloodstream Infection? A Systematic Literature Review. *J Parenter Enter Nutr* 2017;41(6):918-28. DOI: 10.1177/0148607117714218
7. Liscynsky C, Johnston J, Haydocy KE, Stevenson KB. Prospective evaluation of peripherally inserted central catheter complications in both inpatient and outpatient settings. *Am J Infect Control* 2017;45(9):1046-9. DOI: 10.1016/j.ajic.2017.02.006
8. Aldea Mansilla C, Martínez Alarcón J, Gracia Ahufinger I, Guembe Ramírez M. Diagnóstico Microbiológico de Las Infecciones Asociadas a Catéteres Intravasculares; 2018. Disponible en: www.seimc.org.
9. Bond A, Chadwick P, Smith TR, Nightingale JMD, Lal S. Diagnosis and management of catheter-related bloodstream infections in patients on home parenteral nutrition. *Frontline Gastroenterol* 2020;11(1):48-54. DOI: 10.1136/flgastro-2018-101094
10. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Central Venous Catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr* 2009;28(4):365-77. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.03.015
11. Calañas-Continente A. Catéteres venosos centrales en nutrición parenteral total: puesta al día. *Nutr Clin Med* 2017;XI(2):74-95. DOI: 10.7400/NCM.2017.11.2.5051
12. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Patchen Dellinger E, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *Clin Infect Dis* 2011;52(9):e162-932017. DOI: 10.1093/cid/cir257
13. Thomas DR. Nutrición parenteral total (NPT) - Trastornos nutricionales - Manual MSD versión para profesionales; 2017 [acceso 29 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-es/professional/trastornos-nutricionales/soporte-nutricional/nutrición-parenteral-total-NPT>.
14. Aguilera Vizcaino MJ, Valero Zanuy MÁ, Gastalver Martín C, Gomis Muñoz P, Moreno Villares JM, León Sanz M. Incidencia de infección asociada a catéter y factores de riesgo relacionados en pacientes hospitalizados con nutrición parenteral. *Nutr Hosp* 2012;27(3):889-93. DOI: 10.3305/nh.2012.27.3.5748
15. Comisión de Infecciones y Política Antimicrobiana. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Infecciones de catéter vascular – Guía PRIOAM; 2017 [acceso 17 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://guiaprioam.com/indice/infecciones-asociadas-a-dispositivos-endovasculares/>.



Trabajo Original

Pediatría

Erosión dental en una muestra de niños valencianos. Prevalencia y evaluación de los hábitos de alimentación

Dental erosion in a sample of Valencian children. Prevalence and evaluation of eating habits

Laura Marqués Martínez, Cristina Serraga, María José Gavara y Carla Borrell García

Departamento de Odontología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia

Resumen

Introducción: la erosión dental es la pérdida patológica, crónica, localizada e indolora de los tejidos dentarios, producida por la acción química de ácidos y sin la intervención de la acción de microorganismos. En los últimos años se ha observado un incremento significativo de la prevalencia de esta patología, especialmente en niños y adolescentes.

Objetivos: determinar la prevalencia de la erosión dental en la dentición temporal mediante el índice *Basic Erosive Wear Examination* (BEWE) en niños de entre 5 y 12 años, y determinar los hábitos de alimentación que pueden favorecer en ellos el desarrollo de lesiones.

Métodos: se llevó a cabo un estudio transversal en una muestra de 391 niños. Se realizó una encuesta donde se analizaron los hábitos de alimentación, y se realizó una exploración clínica de los dientes temporales empleando el índice BEWE.

Resultados: la prevalencia de la erosión dental en la muestra estudiada fue del 19,7 %, presentándose con mayor frecuencia lesiones iniciales.

Conclusiones: el 30,62 % de la población estudiada presentaba riesgo bajo de erosión dental, observándose un aumento del riesgo a medida que aumentaba el consumo de bebidas ácidas (bebidas gaseosas, bebidas isotónicas y zumos de frutas) y frutas ácidas, como naranjas, uvas y manzanas.

Palabras clave:

Erosión dental.
Desgaste por erosión dental. Prevalencia.
Etiología.

Abstract

Introduction: dental erosion is the pathological, chronic, localized and painless loss of dental tissues, produced by the chemical action of acids, where the action of microorganisms is not involved. In recent years, a significant increase in the prevalence of this pathology has been observed, especially in children and adolescents.

Objectives: to determine the prevalence of dental erosion in temporary dentition using the Basic Erosive Wear Examination Index (BEWE) in children between 5 and 12 years of age, and to determine the eating habits that may favor the development of these lesions.

Methods: a cross-sectional study was carried out on a sample of 391 children. A survey was conducted where eating habits were analyzed and a clinical examination of the temporary teeth was performed using the BEWE index.

Results: the prevalence of dental erosion in the studied sample was 19.7 %, with mild lesions being most common.

Conclusions: in all, 30.62 % of the studied population had a low risk of dental erosion, and risk was seen to increase with consumption of acidic beverages (soft drinks, isotonic drinks and fruit juices) and acidic fruits such as oranges, grapes and apples.

Keywords:

Dental erosion.
Tooth erosion wear.
Prevalence. Etiology.

Recibido: 29/03/2020 • Aceptado: 03/05/2020

Conflicto de intereses: los autores declaran ningún conflicto de interés.

Marqués Martínez L, Serraga C, Gavara MJ, Borrell García C. Erosión dental en una muestra de niños valencianos. Prevalencia y evaluación de los hábitos de alimentación. *Nutr Hosp* 2020;37(5):895-901

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03095>

Correspondencia:

Laura Marqués Martínez. Departamento de Odontología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad CEU Cardenal Herrera. C/ Del pozo, s/n. 46115 Alfara del Patriarca, Valencia
e-mail: laura.marques@uchceu.es

INTRODUCCIÓN

La erosión dental se define como la pérdida patológica crónica, localizada e indolora de los tejidos minerales dentarios, producida por la acción química de ácidos sin la intervención de la acción de microorganismos (1-3).

Es una enfermedad multifactorial donde existen factores biológicos —como el flujo, la composición o la capacidad tampón de la saliva y las características anatómicas de los dientes y de los tejidos blandos— que, junto con factores químicos de los alimentos sólidos y líquidos (pH, capacidad tampón y ácido presente) y factores del comportamiento del individuo relacionados con su estado de salud general, el consumo frecuente de bebidas carbonatadas o frutas ácidas, la higiene oral y ciertas aficiones como la natación, debido al bajo pH del agua por el empleo del cloro, determinan en cada paciente el riesgo de desarrollar la enfermedad y la gravedad de las lesiones (4,5).

Los informes sobre la prevalencia de la erosión dental en la dentición temporal son en la actualidad muy variables, con rangos que van del 4,5 % (15) al 86 % (16) en los niños de edad escolar, observándose en ellos una prevalencia elevada de lesiones que afectan al esmalte mientras que las lesiones que afectan a la pulpa son muy escasas (5-11).

El diagnóstico de la erosión de los dientes se realiza siempre empleando el método visual, lo que lo hace muy subjetivo; por ello se necesita emplear un índice con alta capacidad de detección y fiabilidad (1, 12). Existen muchos índices para valorar las lesiones erosivas. El índice BEWE (*Basic Erosion Wear Examination*) es el más utilizado para medir la erosión dental exclusivamente, sin tener en cuenta otros posibles desgastes de etiología diferente (abrasión, atrición o abfracción). Este índice es fácil de aprender, aplicar y calibrar, y presenta una adecuada especificidad y sensibilidad, superando en estos aspectos a otros índices como el índice TWI o el índice Lussi (13-18).

La presente investigación tuvo como objetivos establecer la prevalencia de la erosión dental en la dentición temporal y determinar los factores etiológicos relacionados con los hábitos de alimentación que pueden favorecer el desarrollo de estas lesiones en una muestra de 391 niños valencianos de edades comprendidas entre los 5 y 12 años.

MATERIAL Y MÉTODO

Para ello se diseñó el presente estudio transversal, que fue realizado cumpliendo la normativa STROBE para estudios transversales y aprobado por el Comité de Investigación Ética de la Universidad CEU Cardenal Herrera (Valencia, España) (CEI17/054).

La selección de la muestra se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico consecutivo para una muestra de conveniencia, seleccionándose por orden de llegada a 391 niños de edades comprendidas entre los 5 y los 12 años que acudieron para tratamiento a una clínica odontológica de Valencia. Los criterios de inclusión establecidos para el estudio fueron: tener cumplidos los 5 años y no haber cumplido los 13 años; que los padres/

tutores hubiesen firmado el consentimiento informado y cumplimentado correctamente y completamente el cuestionario del estudio.

Los criterios de exclusión, por su parte, fueron: no haber cumplido todavía los 5 años o tener cumplidos los 13 años, presentar dentición permanente, no haber firmado el consentimiento informado, presentar discapacidades físicas, psíquicas o sensoriales que impidieran la realización de la exploración clínica, ser portadores de aparatos de ortodoncia o mantenedores de espacio, presentar cualquier defecto del esmalte tanto de origen genético como ambiental, presentar fracturas dentarias y/o haber sufrido pérdida prematura de uno o más dientes.

De manera previa al inicio del estudio, la investigadora 1 fue entrenada en la valoración clínica de las lesiones erosivas mediante el sistema BEWE por un profesional de amplia experiencia en el tema a través de un programa de entrenamiento basado en fotografías clínicas.

Posteriormente, toda la protocolización del estudio se ensayó en 25 pacientes antes del inicio de este. Los resultados obtenidos en estos pacientes no se incluyeron en la base de datos. Este ensayo permitió la calibración de la investigadora principal para el diagnóstico clínico de las lesiones erosivas empleando el índice BEWE. En los exámenes de calibración se obtuvo un valor kappa intra-examinador de 0,95.

Todos los individuos de la muestra se incluyeron en el estudio cuando acudieron a una clínica odontológica de Valencia para recibir tratamiento odontopediátrico. Durante la primera visita, la investigadora 2 comprobó la pertinencia de la selección del paciente y entregó al padre, madre o tutor responsable del menor una breve descripción por escrito del estudio, su objetivo y la razón de selección del menor, acompañada de un consentimiento informado y un cuestionario. Este cuestionario permitió recoger información sobre las variables relacionadas con los hábitos de alimentación.

Una vez firmado el consentimiento y cumplimentado el cuestionario, la investigadora 1 realizó la exploración clínica del paciente empleando un espejo plano del N.º 5 (Hu-Friedy, Róterdam, Países Bajos) y una sonda periodontal de la OMS 11.5B (Hu-Friedy, Róterdam, Países Bajos); después registró en el odontograma los dientes presentes en la boca y determinó el índice BEWE.

La determinación del índice BEWE se realizó en todos los dientes temporales de cada sextante previa limpieza bucal cuidadosa con cepillo de profilaxis de nailon Kerr (Bioggio, Suiza). Se secó cada diente de forma individual durante 5 segundos y se valoraron una por una todas las caras libres (vestibular, palatina o lingual y oclusal), asignando a cada una de manera independiente una puntuación de 0 a 3 en función del grado de erosión que presentase (Tabla I). Posteriormente se seleccionó la mayor puntuación obtenida en cualquiera de las superficies valoradas y se estableció el valor del índice BEWE para ese sextante. Una vez evaluados todos los sextantes, se procedió a la suma de los seis valores obtenidos y se consiguió la puntuación BEWE final para ese paciente.

A partir de la puntuación total del índice BEWE se obtuvo el nivel de riesgo del paciente de padecer erosión dental, siendo este: ninguno si presentaba un índice BEWE menor o igual a 2, bajo si estaba entre 3 y 8, medio si estaba entre 9 y 13, y alto si era de 14 o mayor (16).

Tabla I. Criterios de puntuación de las lesiones erosivas de acuerdo al índice BEWE (16)

Puntuación	Criterios
0	Sin erosión
1	Pérdida inicial de la superficie
2*	Pérdida de menos del 50 % del área de superficie
3*	Pérdida de más del 50 % del área de superficie

* En las puntuaciones 2 y 3 a menudo está involucrada la dentina.

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22. utilizándose para el análisis descriptivo el número de sujetos (n), los valores medios, la desviación típica (DT) y los percentiles 25, 50 y 75, y para el análisis inferencial la prueba de Kruskal-Wallis, para correlacionar el índice BEWE con el consumo de alimentos sólidos y líquidos. Se estableció un nivel de confianza del 95 %.

RESULTADOS

El total de participantes en el estudio fue de 391 sujetos: 191 varones y 200 mujeres de edades comprendidas entre 5 y 12

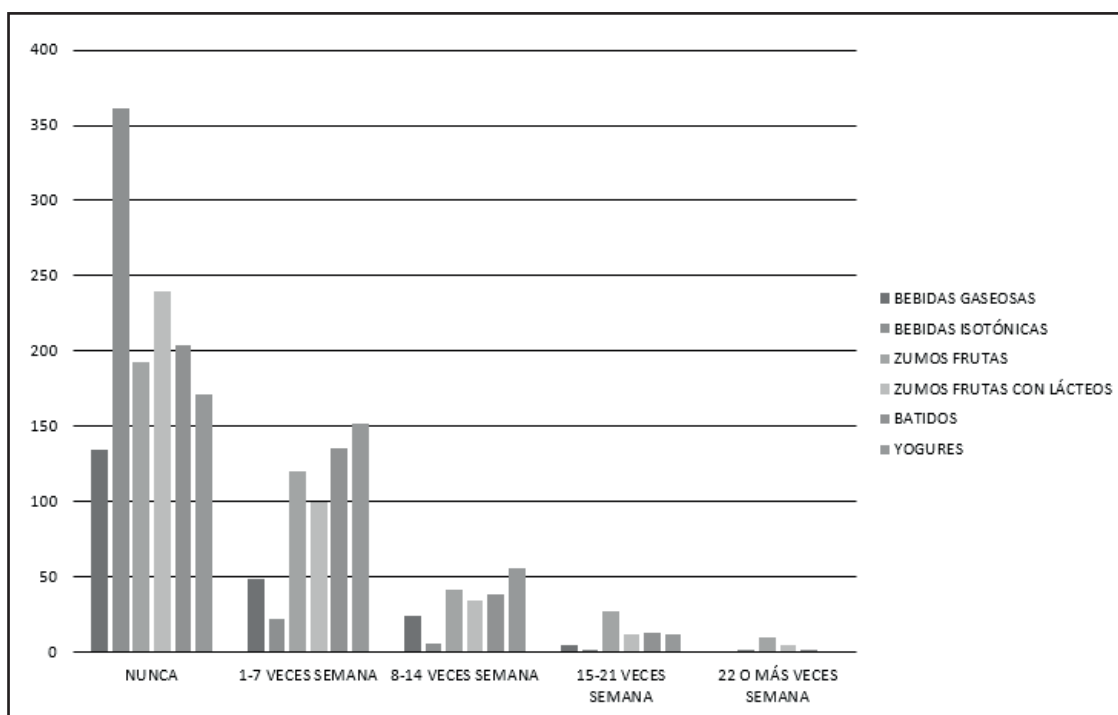
años. Tras la exploración clínica de los dientes temporales empleando el índice BEWE, se observó una prevalencia de la erosión dental en la población del 19,7 %. Al valorar la pérdida de estructura, el 16,3 % presentaron una pérdida inicial de la superficie y el 3,4 % una pérdida de menos del 50 % del área de superficie (BEWE 2). Ningún participante presentó una pérdida de más del 50 % del área de superficie (BEWE 3).

Se pudo observar, al analizar el riesgo de erosión dental, que el 60,43 % no presentaban riesgo de erosión ($BEWE \leq 2$), mientras que el 30,62 % presentaban un riesgo bajo de erosión dental ($BEWE$ entre 3 y 8) y solo el 8,95 % presentaban un riesgo medio de erosión dental ($BEWE$ entre 9 y 13). Ningún paciente presentó un riesgo alto de erosión dental.

Al analizar el género de los participantes no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los hombres y las mujeres. Sin embargo, sí que se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre la edad de los participantes y el índice BEWE, encontrándose unos valores superiores del índice BEWE en los niños de mayor edad.

Para estudiar la relación existente entre el índice BEWE y los factores etiológicos se analizaron los tipos de frutas y bebidas consumidas semanalmente por los sujetos participantes en el estudio, como podemos observar en las figuras 1 y 2.

Empleando la prueba de Kruskal-Wallis se observó que, de los 5 tipos de bebidas analizadas (bebidas gaseosas, bebidas isotónicas, zumos de frutas, zumos de frutas con lácteos, batidos y yogures), solo podía establecerse una relación estadísticamente

**Figura 1.**

Frecuencia semanal de consumo de diferentes tipos de bebidas.

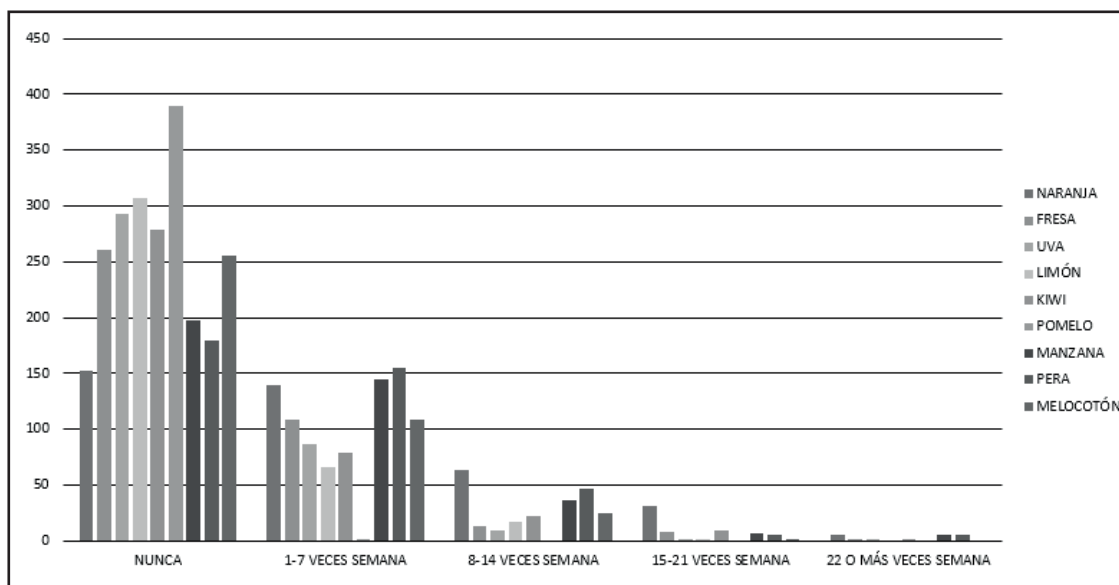


Figura 2.

Frecuencia semanal de consumo de diferentes tipos de frutas.

significativa ($p < 0,05$) entre las bebidas gaseosas, las bebidas isotónicas y los zumos de frutas con el índice BEWE y, por lo tanto, con el riesgo de desarrollar erosión.

Al analizar la frecuencia de consumo de bebidas gaseosas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían o lo hacían entre 1 y 7 veces por semana la media era < 3 , no presentando ningún riesgo de erosión dental. En los pacientes que las consumían entre 8 y 14 veces por semana, la media era de 3,39, y en los pacientes que las consumían entre 15 y 21 veces por semana, la media era de 4,96, presentando estos mayoritariamente un riesgo bajo de erosión dental. Se observó una media de 6,67 cuando consumían dichas bebidas 22 o más veces por semana, presentando un riesgo medio de erosión dental.

Al analizar la frecuencia de consumo de bebidas isotónicas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían tenían una media de 1,92 y no presentaban riesgo de erosión dental. Los pacientes que las consumían entre 1 y 7 veces por semana tenían una media de 4,14 y presentaban un riesgo bajo de erosión dental, mientras que los pacientes que las consumían entre 8 y 14 veces por semana presentaban una media de 6,17 y un riesgo de erosión medio. Solo 2 pacientes manifestaron consumirlas entre 15 y 21 veces por semana y 22 veces o más por semana, respectivamente, por lo que dichos datos fueron excluidos del estudio.

Al analizar la frecuencia del consumo de zumos de frutas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían o lo hacían entre 1 y 7 veces por semana tenían una media de < 3 , no presentando ningún riesgo de erosión dental. En los pacientes que las consumían entre 8 y 14 veces por semana, la media era de 3,17; y en los pacientes

que las consumían entre 15 y 21 veces por semana, la media era de 5,26, presentando estos sujetos mayoritariamente un riesgo bajo de erosión dental. Se observó una media de 7,10 cuando dichas bebidas se consumían 22 o más veces por semana, observándose un riesgo medio de erosión dental.

Al analizar la correlación entre el consumo de frutas y la erosión dental empleando la prueba de Kruskal-Wallis se observó una correlación estadísticamente significativa entre el consumo de naranjas, fresas y uvas y el índice BEWE, es decir, entre dicho consumo y el riesgo de desarrollar erosión dental ($p < 0,05$).

Al analizar la frecuencia de consumo de naranjas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían o lo hacían menos de 14 veces a la semana presentaban una media < 3 y ningún riesgo de erosión dental. Los pacientes que consumían naranjas entre 15 y 21 veces por semana tenían una media del índice BEWE de 3,16, y en los pacientes que las consumían 22 o más veces por semana esta era de 4,4, observándose en ambos casos un riesgo bajo de erosión dental.

Al analizar la frecuencia de consumo de fresas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían o lo hacían entre 1 y 7 veces a la semana tenían una media < 3 y no presentaban riesgo de erosión dental. En los pacientes que las consumían entre 8 y 14 veces por semana la media era 3,69, y en los pacientes que las consumían entre 15 y 21 veces por semana la media era de 4,38, presentando ambos grupos un riesgo bajo de erosión dental. Solo 1 paciente manifestó consumirlas 22 veces o más, por lo que dicho dato fue excluido del estudio.

Al analizar la frecuencia del consumo de uvas en relación con el índice BEWE se observó que los pacientes que no las consumían o lo hacían menos de 14 veces por semana tenían una media

< 3 y no presentaban ningún riesgo de erosión dental. En los pacientes que las consumían entre 15 y 21 veces por semana la media era de 5, y en los pacientes que las consumían 22 veces o más la media era de 6,3, presentando ambos casos un riesgo bajo de erosión dental.

DISCUSIÓN

La prevalencia de la erosión dental en la muestra estudiada fue del 19,7 %. En la bibliografía hay pocos estudios en relación con la erosión dental en pacientes infantiles, y los que hay presentan resultados muy dispares. Tao y cols. (19) estudiaron la erosión dental en la dentición temporal y encontraron una prevalencia del 15,1 %, resultado muy similar al nuestro. Sin embargo, el porcentaje de prevalencia de la enfermedad en otros estudios es muy variable: así, Mantonanaki y cols. (20) registraron una prevalencia de la erosión del 75 %, mientras que Moimaz (6) y Gopinath (21) hallaron una prevalencia de alrededor del 58 %. Estos resultados tan dispares pueden deberse a las diferencias de edad de las distintas muestras y a las distintas costumbres culturales de contextos geográficos muy diversos.

Sin embargo, al igual que en el presente estudio, todos los autores coinciden en el aumento de la incidencia de la enfermedad a medida que aumenta la edad de los participantes en los estudios (21-25). Esto se podría explicar por el hecho de que los dientes, cuanto más tiempo están en la boca, más tiempo se encuentran expuestos al ataque ácido.

En relación al grado de severidad de las lesiones detectadas en nuestro estudio, el 16,3 % presentaron pérdida inicial de la superficie y el 3,4 % presentaron pérdida de menos del 50 % del área de superficie (BEWE 2). Ningún participante presentó una pérdida de más del 50 % del área de superficie (BEWE 3). Estudios similares avalan nuestros resultados, como los realizados por Gatou (7), Gopinath (21) y Wiegand (22), quienes encontraron lesiones con afectación del esmalte en la mayoría de los pacientes, mientras que Bardsley (1) y Al Majed (26) observaron mayores porcentajes de lesiones que afectaban a la dentina y la pulpa.

En el presente estudio se observó que el 60,43 % de los participantes no presentaban riesgo de erosión dental, el 30,62 % presentaban un riesgo bajo y solo el 8,95 % presentaban un riesgo medio. Ningún participante presentó un riesgo alto de erosión. Mantonanaki (20) observó en su estudio resultados similares: el 54,4 % no presentaban riesgo de erosión dental, el 30 % presentaban un riesgo bajo, el 15,1 % presentaban un riesgo medio y solo el 0,5 % presentaban un riesgo alto de erosión. Sin embargo, otros autores, como Holbrook (27), observaron en una población infantil mayores porcentajes de pacientes con riesgo medio (32,7 %) y riesgo alto (9,9 %).

Para la presente investigación se realizó la recogida de datos mediante un cuestionario cerrado que se entregó al adulto responsable del niño, donde se especificaban el nombre de ciertos alimentos sólidos y líquidos para que señalase si los ingería o no y cuántas veces a la semana lo hacía. Esta metodología permitió valorar el riesgo de erosión dental en función del factor dietético

y de comportamiento, evitando que al paciente se le olvidase o no mencionase ciertos ítems por no considerarlos peligrosos cuando en realidad sí son susceptibles de producir lesiones erosivas.

En la literatura existen múltiples autores que analizan mediante estudios *in vitro* los factores etiológicos de la erosión dental, encontrando una alta correlación con el consumo de bebidas (principalmente zumos y bebidas refrescantes), frutas y verduras ácidas, debido a su pH, capacidad tampón y contenido mineral (calcio, fosfato y flúor) bajo (28-31).

Dichos datos se han intentado comprobar mediante estudios *in vivo*, analizando la prevalencia de la erosión dental que presentan los niños según la frecuencia de consumo de alimentos sólidos y líquidos ácidos (7,8,25,28,31).

En el presente estudio se observó que, de los 5 tipos de bebidas analizadas (bebidas gaseosas, bebidas isotónicas, zumos de frutas, zumos de frutas con lácteos, batidos y yogures), solo presentaban una correlación estadísticamente significativa con la presencia de erosión dental las bebidas gaseosas, las bebidas isotónicas y los zumos de frutas.

En la literatura podemos encontrar estudios de autores con resultados similares a los nuestros; en ellos se estudió en niños la frecuencia de consumo de diferentes bebidas, observándose una asociación positiva entre la prevalencia de la erosión dental y el consumo de bebidas gaseosas, bebidas isotónicas y zumos de frutas, y concluyéndose que los participantes que tenían un consumo alto de dichas bebidas presentaban más erosión dental en comparación con los que tenían un consumo más bajo (7,8,19). Harding (32) analizó la correlación existente entre la erosión dental y la dieta en niños de 5 años del Reino Unido, encontrando una asociación positiva entre la presencia de lesiones y el consumo de zumos de frutas y bebidas gaseosas.

Al analizar los productos lácteos, en la presente investigación se observó una baja prevalencia de la erosión dental en los pacientes que consumían estas bebidas. Del mismo modo, autores como El Aidi y cols. (25) defienden el carácter protector de dichas bebidas (leche, batidos y yogures) frente al desarrollo de lesiones erosivas.

También se observó que, de los 9 tipos de frutas valoradas (naranja, fresa, uva, limón, kiwi, pomelo, manzana, pera y melocotón), solo el consumo de naranjas, uvas y manzanas presentó una correlación estadísticamente significativa con la presencia de erosión dental ($p < 0,05$).

Gatou y Mamai (7) y Chrysanthakopoulos (31) estudiaron la frecuencia del consumo de frutas frescas ácidas y observaron una correlación positiva del consumo de manzanas, naranjas, plátanos y uvas con el desarrollo de lesiones erosivas.

Por el contrario, algunos autores en sus investigaciones no observan ninguna asociación positiva entre la prevalencia de la erosión dental y la dieta (11).

Actualmente, con el aumento del nivel de bienestar en el mundo occidental existe una mayor variedad de alimentos y bebidas a disposición de los consumidores. Por una parte, los productos que alguna vez fueron productos de temporada en la Europa occidental, como los tomates, las naranjas, los limones, las uvas, las fresas y las piñas, ahora están disponibles todo el año; además,

se han introducido en la alimentación actual nuevas frutas ácidas exóticas como los kiwis (33,34).

Por otro lado, en las últimas décadas, en determinadas sociedades occidentales, especialmente en América y en Europa, se ha producido un aumento importante del consumo de bebidas no alcohólicas, principalmente zumos y bebidas refrescantes (33). Aunque la mayor parte de los componentes de los zumos de frutas provienen de la fruta, nunca debería sustituirse el consumo de fruta fresca por el de zumos, ya que los zumos presentan un alto contenido calórico y un bajo contenido en fibra, vitaminas y nutrientes (35).

En España, y según los datos publicados por la Asociación de Empresarios de Bebidas Refrescantes (ANFABRA) en el año 2001, el consumo de bebidas refrescantes fue de 284 ml/día, siendo el 63,5 % de este consumo de bebidas carbonatadas, el 26 % de zumos de frutas y el 10,5 % de bebidas aromatizadas y gaseosas (33,34). Datos también muy llamativos son los recogidos en el Estudio de la Alimentación en España, llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en el año 2003, donde se observó un incremento del consumo de zumos del 88 % y de bebidas gaseosas y refrescantes del 22,8 %, desde el año 1989 hasta el año 1999 (33).

La mayoría de estas bebidas, de consumo habitual entre los más jóvenes, registran valores de pH lo suficientemente bajos como para erosionar y dañar la superficie del esmalte dental, como lo demuestran los estudios realizados por diversos autores (36-38). El consumo de bebidas gaseosas, isotónicas y zumos de frutas no es recomendable, sobre todo entre la población infantil y juvenil, por sus efectos negativos no solo sobre la salud oral sino también sobre la salud general (33,39,40).

La falta de consenso en los resultados puede deberse a las diferencias encontradas entre los estudios respecto al tamaño de la muestra, el índice de erosión dental empleado y/o los ítems utilizados para valorar la frecuencia de la ingesta de alimentos sólidos y líquidos ácidos, junto con el hecho de que se está estudiando una patología multifactorial en la que cada factor se ve influenciado por otros hasta alcanzar un equilibrio que puede ser compatible con la salud o con la enfermedad de manera muy individual.

CONCLUSIONES

La prevalencia de la erosión dental en la población estudiada fue del 19,7 %, observándose con mayor frecuencia una pérdida inicial del esmalte (BEWE 1). La muestra estudiada con presencia de erosión dental en su mayoría presentó riesgo bajo, observándose un aumento del riesgo a medida que aumenta el consumo de bebidas ácidas (bebidas gaseosas, bebidas isotónicas y zumos de frutas) y frutas ácidas como naranjas, uvas y manzanas, lo que supone la necesidad de informar, educar y reforzar los hábitos saludables, especialmente en la población escolar y sus padres, para evitar el aumento de la prevalencia de esta patología que se está observando actualmente en las poblaciones de características similares a la estudiada.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartlett D. Etiology and prevention of acid erosion. *Compend Contin educ dent* 2009;30:616-20.
- Lussi A, Jaeggi T. Erosion diagnosis and risk factors. *Clin Oral Invest* 2008;12:5-13. DOI: 10.1007/s00784-007-0179-z
- Serra MC, Messias DC, Turssi CP. Control of erosive tooth wear: possibilities and rationale. *Braz Oral Res* 2009;23:49-55. DOI: 10.1590/s1806-83242009000500008
- Marqués L, Leyda AM, Ribelles M, Segarra C, Aiuto R, Garcovich D. Dental erosion. Etiologic factors in a sample of Valencian children and adolescents. Cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent* 2019;20:189-93.
- Rabelo MA, Reis A, Thiemi M. Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci* 2012;20:493-502. DOI: 10.1590/s1678-77572012000500001
- Moimaz SAS, Araujo PC, Chiba FY, Garbin CAS, Saliba NA. Prevalence of deciduous tooth erosion in childhood. *Int J Dent Hyg* 2013;11:226-30. DOI: 10.1111/ijdh.12020
- Gatou T, Mamai E. Tooth wear in the deciduous dentition of 5-7 year old children: risk factors. *Clin Oral Invest* 2012;16:923-33. DOI: 10.1007/s00784-011-0586-z
- Luo Y, Zeng X, Du M, Bedi R. The prevalence of dental erosion in preschool children in China. *J Dent* 2005;33:115-21. DOI: 10.1016/j.jdent.2004.08.007
- Nakane A, sasaki Y, Miwa Z, Kitasako Y, Tagami J. Prevalence of dental erosion and related factors in the deciduous dentition of Japanese children. *Pediatr Dent J* 2014;24:97-105.
- Dugmore CR, Rock WP. The prevalence of tooth erosion in 12 year old children. *B Dent J* 2004;196:279-82. DOI: 10.1038/sj.bdj.4811040
- El Karim LA, Sanhoury NM, Hashim NT, Ziada HM. Dental erosion among 12-14 year old school children in Khartoum: A pilot study. *Community Dent Health* 2007;24:176-80.
- Ganss C. How valid are current diagnostic criteria for dental erosion? *Clin Oral Invest* 2008;12:41-9. DOI: 10.1007/s00784-007-0175-3
- Fleur P. The evolution of tooth wear indices. *Clin Oral Invest* 2008;12:15-9.
- Berg G, Kutschmann M, Bardehle D. Methodological considerations concerning the development of oral dental erosion indexes: literature survey, validity and reliability. *Clin Oral Invest* 2008;12:51-8. DOI: 10.1007/s00784-007-0178-0
- Ganss C, Young A, Lussi A. Tooth wear and erosion: Methodological issues in epidemiological and public health research and the future research agenda. *Community Dent Health* 2011;28:191-5.
- Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic erosive wear examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. *Clin Oral Invest* 2008;12:65-8. DOI: 10.1007/s00784-007-0181-5
- Margaritis V, Mamai E, Koletsi H, Polychronopoulou A. Evaluating of three different scoring systems for dental erosion: a comparative study in adolescents. *J Dentistry* 2011;39:88-93.
- Dixon B, Sharif MO, Ahmed F, Smith BA, Seymour D, Brunton PA. Evaluation of the basic erosive wear examination (BEWE) for use in general dental practice. *Br Dent J* 2012;213. DOI: 10.1038/sj.bdj.2012.670
- Tao DY, Hao G, Lu H, Tian Y, Feng XP. Dental erosion among children aged 3-6 years and its associated indicators. *J Public Health Dent* 2015;75:291-7. DOI: 10.1111/jphd.12098
- Mantonanaki M, Koletsi H, Mamai E, Papaioannou W. Dental erosion prevalence and associated risk indicators among preschool children in Athens, Greece. *Clin Oral Invest* 2013;17:585-93. DOI: 10.1007/s00784-012-0730-4
- Gopinath VK. The prevalence of dental erosion in 5-year-old preschoolers in Sharjah, United Arab Emirates. *Eur J Dent* 2016;10:215-9. DOI: 10.4103/1305-7456.178309
- Wiegand A, Muller J, Werner J, Attin T. Prevalence of erosive tooth wear and associates risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children. *Oral Dis* 2006;12:117-24. DOI: 10.1111/j.1601-0825.2005.01167
- Hasselkvist A, Johansson A, Johansson AK. Dental erosion and soft drink consumption in Swedish children and adolescents and the development of a simplified erosion partial recording system. *Swed Dent J* 2010;34:187-95.
- Dugmore CR, Rock WP. A multifactorial analysis of factors associated with dental erosion. *Br Dent J* 2004;196:283-6. DOI: 10.1038/sj.bdj.4811041
- El Aidi H, Bronkhorst EM, Huysmans MCD, Truin GJ. Multifactorial analysis of factors associated with the incidence and progression of erosive tooth wear. *Caries Res* 2011;45:303-12. DOI: 10.1159/000328671
- Al-Majed I, Maguire A, Murray J. Risk factors for dental erosion in 5-6 year old and 12-14 year old boys in Saudi Arabia. *Community Dent Oral Epidemiol* 2002;30:38-46. DOI: 10.1034/j.1600-0528.2002.300106.x
- Holbrook WP, Arnadottir IB, Hlooversson SO, Arnarsdottir E, Jonsson SH, Sæmundsson SR. The basic erosive wear examination (BEWE) applied retros-

- pectively to two studies. Clin Oral Invest 2014;18:1625-9. DOI: 10.1007/s00784-013-1144-7
28. West NX, Hughes JA, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. J Oral Rehabilitation 2001;28:860-4. DOI: 10.1046/j.1365-2842-2001.00778.x
29. Zero DT, Lussi A. Erosion – chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. International Dental J 2005;55:285-90. DOI: 10.1111/j.1875-595x.2005.tb00066.x
30. Barbour ME, Lussi A, Shellis RP. Screening and prediction of erosive potential. Caries Res 2011;45:24-32. DOI: 10.1159/000325917
31. Chrysanthakopoulos NA. Prevalence of tooth erosion and associated factors in 13-16 year old adolescents in Greece. J Clin Exp Dent 2012;4:60-6. DOI: 10.4317/jced.50802
32. Harding MA, Whelton H, O'Mullane DM, Cronin M. Dental erosion in 5 years old Irish school children and associated factors: a pilot study. Community Dent Health 2003;20:165-70.
33. Tojo R. Consumption of fruit juices and beverages by Spanish children and teenagers: health implications of their por use and abuse. An Pediatr 2003;58:584-93.
34. Taras HL, Frankowski BL, McGrath JW, Mears CJ, Murray RD, Young TL. Soft drinks in schools. Pediatrics 2004;113:152-4.
35. Rodríguez J, Hoyos MS, Grupo de Gastroenterología y Nutrición de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria. Los zumos de frutas y su papel en la alimentación infantil. ¿Debemos considerarlos como una bebida azucarada más? Posicionamiento del Grupo de Gastroenterología y Nutrición de la AEPap. Rev Aten Primaria 2017;19:103-16.
36. Ehlen LA, Marshall TA, Qian F, Wefel JS, Warren JJ. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. Nutr Res 2008;28:299-303. DOI: 10.1016/j.nutres.2008.03.001
37. Poonam J, Nihill P/j.nutresSobkowski J, Agustin MZ. Commercial soft drinks: pH and in vitro dissolution of enamel. Gen Dent 2007;55:151-4.
38. Tenuta LM, Fernandez CE, Brandao AC, Cury JA. Titratable acidity of beverages influences salivary pH recovery. Braz Oral Res 2015;19:1-6. DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0032
39. Pérez-Morales E, Bacardí-Garcón M, Jiménez-Cruz A. Sugar-sweetened beverage intake before 6 years of age and weight or BMI status among older children; systematic review of prospective studies. Nutr Hosp 2013;28:47-51. DOI: 10.3305/nh.2013.28.1.6247
40. Ramírez-Vélez R, Fuerte-Celis JC, Martínez-Torres J, Correa-Bautista JE. Prevalencia y factores asociados al consumo de bebidas azucaradas en escolares de 9 a 17 años de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. Nutr Hosp 2017;34:422-30. DOI: 10.20960/nh.250



Trabajo Original

Pediatría

Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents

Valores de referencia del índice de masa grasa y el índice de masa libre de grasa en adolescentes españoles sanos

Teodoro Durá-Travé^{1,2}, Fidel Gallinas-Victoriano², María Malumbres-Chacón², Paula Moreno-González², Lotfi Ahmed-Mohamed² y María Urrteizcaya-Martínez²

¹Department of Pediatrics. Facultad de Medicina, Universidad de Navarra. Pamplona, Spain. ²Department of Pediatrics. Complejo Hospitalario de Navarra. Pamplona, Spain

Abstract

Introduction: body mass index (BMI) does not allow to discriminate the composition of the different body compartments. The aim of this study was to develop reference values for the fat mass index (FMI) and fat-free mass index (FFMI) in healthy adolescents using anthropometric techniques in order to provide reference standards for daily clinical practice.

Methods: a cross-sectional study in 1,040 healthy Caucasian adolescents (470 boys and 570 girls) aged 10.1 to 14.9 years. Weight, height, and skinfold thickness were recorded, and BMI, percentage of total body fat, FMI and FFMI, and FMI and FFMI percentiles were calculated.

Results: FFMI and FMI percentiles for healthy adolescents (both sexes) categorized by age are displayed. In boys a significant increase in FFMI is observed, and both the percentage of total body fat and FMI significantly decreased. In contrast, in girls the percentage of body fat mass, FMI, and FFMI significantly increased. Except at 10 years of age, FMI was higher ($p < 0.05$) in girls at all ages. FFMI was higher ($p < 0.05$) in boys at all ages.

Conclusions: reference values of FMI and FFMI would be a very useful instrument in clinical practice for the diagnosis and, especially, the analysis of body composition changes during the treatment of childhood obesity.

Keywords:

Adolescents.
Anthropometric
measurements. Body
composition. Fat
mass index. Fat-free
mass index. Skinfold
thickness.

Resumen

Introducción: el índice de masa corporal (IMC) no permite discriminar la composición proporcional de los distintos compartimentos corporales. El objetivo de este estudio fue elaborar tablas del índice de masa grasa (IMG) y de masa libre de grasa (IMLG) a partir de la medida de los pliegues cutáneos, para que sirvan como patrones de referencia de los adolescentes sanos de ambos sexos.

Material y métodos: estudio transversal de 1040 adolescentes caucásicos sanos (470 varones y 570 mujeres) de entre 10,1 y 14,9 años de edad. Se registraron el peso, la talla y el grosor del pliegue cutáneo, y se calcularon el IMC, el porcentaje de grasa total, el IMG, el IMLG y los percentiles del IMG e IMLG.

Resultados: se exponen los valores medios del IMG y el IMLG con su distribución percentilada en ambos sexos. En los varones aparece un incremento ($p < 0,05$) del IMLG con la edad, mientras que el porcentaje de grasa total y el IMG disminuyen ($p < 0,05$). En cambio, en las mujeres, el porcentaje de grasa total, el IMG y el IMLG se incrementan ($p < 0,05$) con la edad. Salvo a la edad de 10 años, el IMG fue superior ($p < 0,05$) en las mujeres de todas las edades, mientras que el IMLG fue superior ($p < 0,05$) en los varones de todas las edades.

Conclusión: los valores de referencia del IMG y el IMLG podrían ser un instrumento útil en la práctica clínica para el diagnóstico y, especialmente, el análisis de los cambios de la composición corporal durante el tratamiento de la obesidad infantil.

Palabras clave:

Adolescentes.
Medidas
antropométricas.
Composición
corporal. Índice de
masa grasa. Índice de
masa libre de grasa.
Espesor del pliegue
cutáneo.

Received: 15/05/2020 • Accepted: 16/06/2020

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article (none declared).

Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F, Malumbres-Chacón M, Moreno-González P, Ahmed-Mohamed L, Urrteizcaya-Martínez M. Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents. *Nutr Hosp* 2020;37(5):902-908

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03161>

Correspondence:

Teodoro Durá-Travé. Department of Pediatrics.
Complejo Hospitalario de Navarra. Av. Irunlarrea, 4.
31008 Pamplona, Navarra, Spain
e-mail: tduratra@cfnavarra

INTRODUCTION

Excess body weight (overweight and obesity) in children has been steadily increasing in industrialized countries, and currently represents the most relevant nutritional disorder (1). The prevalence of excess body weight in the adolescent population in our environment (Navarre, Spain) reaches 22.5 % (2). This rate is practically similar to that of the rest of the Spanish regions, European countries, and US, being superior to that of Eastern European countries (1,3).

Obesity is characterised by an excess in body fat, and body mass index (BMI) is the most usual anthropometric measurement for nutritional assessment in daily clinical practice. As a consequence, it is widely used for the diagnosis of childhood obesity (4). However, BMI does not allow to discriminate the proportional composition of the different body compartments: fat mass and fat-free mass (5-8). In fact, several authors advocate the use of fat mass index (FMI) in contrast to BMI for the diagnosis and monitoring of childhood obesity because of its higher sensitivity to detect changes in body fat (9-12).

The use of FMI in the diagnosis and monitoring of childhood obesity is not sufficiently widespread, and there are few reference charts for pediatricians (13,14). At present, the anthropometric evaluation, due to its simplicity and low cost, is considered an important step in the monitoring of body composition in the pediatric age, and should occupy a prominent place in this process (10,14-18). In point of fact, it would be very useful to arrange for reference FMI as well as fat-free mass index (FFMI) charts based on the measurement of body skinfolds.

The aim of the present work was to compile standard-value FMI and FFMI charts for the healthy adolescent population (both sexes) based on the measurement of skinfolds in order to make them available as benchmarks in daily clinical practice.

METHODS

PARTICIPANTS

This was a cross-sectional study conducted in a sample of 1,040 healthy Caucasian adolescents (470 boys and 570 girls) aged 10.1 to 14.9 years. These were all students who were enrolled in four public schools located in the city of Pamplona (Navarre, Spain) during the period January-June 2018.

The municipality of Pamplona comprises a total population of 203,382 inhabitants (2018 census, *Instituto de Estadística de Navarra*), of which 9,772 (4.8 %) made up the population of 10.1 to 14.9 years of age in the year 2018. The sample frame considered included these 9,772 adolescents (5,042 boys and 4,680 girls). We applied the worst case estimate approach (0.50), a 95 % confidence level, and a precision of 0.04 in order to calculate sample size, and the result was a required minimum number of participants of 600 individuals.

We handed out 1,451 informed consent forms for the subject families to sign (763 boys and 740 girls). The difference in sex distribution is explained as follows: from the initial 763 boys, 136 boys

with overweight/obesity ($BMI > 1$ SD), 78 were excluded due to ethnic reasons (non-caucasian individuals), 17 were excluded due to other reasons (chronic pathologies, etc.), and 62 did not turn in a properly signed consent form within the given period. The total sum of recruited boys was then 470. The response rate after these exclusions was 88.3 %. From the initial 740 girls, 53 girls were excluded because of overweight/obesity ($BMI > 1$ SD), 57 owing to ethnic reasons (non-caucasian individuals), 11 because of other reasons (chronic pathologies, etc.), and 49 did not return the consent forms in time. The total sum of recruited girls was 570. The response rate after the exclusions was 92.1 %. The overall response rate (both sexes) after the exclusions was 90.4 %.

The normality of nutrition status was the condition for inclusion in this study; this means that BMI had to range between +1 and -1 SDs. In addition, non-Caucasian adolescents and those diagnosed with chronic pathologies that might affect growth, body composition, food ingestion, or physical activity were excluded.

Parents and/or legal guardians were informed and provided their written consent for participation in this study in all cases. This study was approved by the Ethics Committee for Human Investigation at Complejo Hospitalario de Navarra (in accordance with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and later amendments).

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

The following anthropometric measurements were recorded: weight, height, body mass index (BMI), and skinfold thickness (biceps, triceps, subscapular, and suprailiac).

Weight and height measurements were taken with participants in underwear and barefoot. An Año-Sayol scale was used for weight measurement (reading interval, 0 to 120 kg with a precision of 100 g), and a Holtain wall stadiometer for height measurement (reading interval, 60 to 210 cm, precision 0.1 cm). BMI was calculated according to the following formula: $\text{weight (kg)} / \text{height}^2 \text{ (m)}$.

Skinfold thickness measurements were performed in triplicate at the biceps (front side of middle upper arm), triceps (back side of middle upper arm), subscapular (under the lowest point of the shoulder blade), and suprailiac (above the upper bone of the hip) sites; the mean value of these 3 measurements was used, and the measurements were performed by the same individual, who had been trained in skinfold measurement techniques. Skinfold thickness values were measured to a precision of 0.1 mm on the left side of the body using Holtain skinfold calipers (CMS Weighing Equipment, Crymych, United Kingdom). The percentage of total body fat, fat mass (kg) and fat-free mass (kg) were calculated using the equations reported by Slaughter et al. (19), adjusted for sex and age. In the same way, the fat mass index (FMI) and fat-free mass index (FFMI) were estimated using the following formulas: $\text{fat mass (kg)} / \text{height}^2 \text{ (m)}$, and $\text{fat-free mass (kg)} / \text{height}^2 \text{ (m)}$, respectively.

The z-score values for BMI were computed using the program *Aplicación Nutricional*, developed by Spanish Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, and available at <http://www.gastroinf.es/nutritional/>. The graphics by Ferrández et al.

(Centro Andrea Prader, Zaragoza, 2002) were used as reference charts (20).

STATISTICAL ANALYSIS

Results are expressed as means (M) with their corresponding standard deviations (SD). The statistical analysis (descriptive statistics, percentile calculation, Student's t-test, and analysis of variance) was conducted using the Statistical Packages for the Social Sciences, version 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA). The condition for statistical significance was a p-value < 0.05.

RESULTS

Table I lists and compares the mean values of anthropometric and body composition characteristics according to age in adolescent boys. A significant increase in the mean values of weight, height, BMI, fat mass, fat-free mass and FFMI is observed ($p < 0.05$). In contrast, the mean values of body fat, skinfold thickness (triceps) and FMI significantly decreased ($p < 0.05$). There are no significant differences in mean values of BMI z-score and skinfold thickness (biceps, subscapular and suprailiac). Table II shows the percentile distributions of FFMI and FMI of the adolescent boys categorized by age.

Table I. Anthropometric measurements and body composition of adolescent boys (M $\pm$ SD)

	10 y (n = 82)	11 y (n = 84)	12 y (n = 112)	13 y (n = 108)	14 y (n = 84)	p-value*
Age (y)	10.4 $\pm$ 0.3	11.5 $\pm$ 0.2	12.4 $\pm$ 0.2	13.4 $\pm$ 0.2	14.2 $\pm$ 0.1	0.001
Weight (kg)	37.9 $\pm$ 6.1	39.8 $\pm$ 5.5	43.2 $\pm$ 7.6	49.3 $\pm$ 7.8	54.1 $\pm$ 9.1	0.001
Height (cm)	142.0 $\pm$ 9.7	146.5 $\pm$ 8.2	153.4 $\pm$ 9.5	158.7 $\pm$ 9.6	164.8 $\pm$ 9.4	0.001
BMI (kg/m ²)	18.7 $\pm$ 1.5	18.9 $\pm$ 1.5	19.2 $\pm$ 1.5	19.6 $\pm$ 1.6	20.3 $\pm$ 1.7	0.001
BMI z-score	0.08 $\pm$ 0.61	0.02 $\pm$ 0.56	0.01 $\pm$ 0.54	0.05 $\pm$ 0.57	0.05 $\pm$ 0.05	0.072
<i>Skinfold thickness</i>						
Biceps (cm)	9.1 $\pm$ 3.5	8.9 $\pm$ 2.9	9.1 $\pm$ 3.8	8.3 $\pm$ 4.2	8.9 $\pm$ 4.1	0.508
Triceps (cm)	14.2 $\pm$ 3.7	14.5 $\pm$ 4.1	13.9 $\pm$ 5.1	13.4 $\pm$ 5.2	13.5 $\pm$ 4.9	0.028
Subscapular (cm)	9.9 $\pm$ 4.1	9.8 $\pm$ 4.3	10.3 $\pm$ 5.1	10.2 $\pm$ 5.3	10.2 $\pm$ 3.9	0.222
Suprailiac (cm)	12.3 $\pm$ 6.3	12.4 $\pm$ 6.5	12.2 $\pm$ 6.1	12.6 $\pm$ 6.8	12.4 $\pm$ 6.4	0.328
Body fat (%)	25.4 $\pm$ 5.8	24.4 $\pm$ 4.5	23.1 $\pm$ 5.9	21.5 $\pm$ 5.9	22.4 $\pm$ 5.9	0.001
Fat mass (kg)	9.7 $\pm$ 3.1	9.7 $\pm$ 2.9	10.1 $\pm$ 3.8	10.2 $\pm$ 3.7	11.9 $\pm$ 4.1	0.001
Fat-free mass (kg)	28.2 $\pm$ 4.3	28.7 $\pm$ 4.1	32.7 $\pm$ 5.6	37.1 $\pm$ 5.8	39.8 $\pm$ 6.1	0.001
FMI (kg/m ²)	4.8 $\pm$ 1.4	4.6 $\pm$ 1.2	4.4 $\pm$ 1.4	4.2 $\pm$ 1.4	4.3 $\pm$ 1.5	0.003
FFMI (kg/m ²)	13.8 $\pm$ 0.7	14.2 $\pm$ 0.9	14.7 $\pm$ 0.9	15.3 $\pm$ 0.9	15.6 $\pm$ 0.7	0.001

*ANOVA; BMI: body mass index; FMI: fat mass index; FFMI: fat-free mass index.

Table II. Percentile values for fat mass index and fat-free mass index in adolescent boys at different ages

Fat mass index (kg/m ²)							
Age	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
10 y	2.78	2.85	3.79	4.29	6.25	7.32	7.45
11 y	2.47	2.86	3.58	4.22	5.91	6.93	7.45
12 y	2.17	2.90	3.38	4.15	5.57	6.54	7.46
13 y	2.15	2.48	3.09	4.10	5.56	6.52	6.81
14 y	2.21	2.38	3.07	4.61	5.82	6.76	6.95
Fat-free mass index (kg/m ²)							
Age	p 3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
10 y	12.25	12.90	13.45	13.93	14.28	14.8	15.12
11 y	12.75	13.10	13.74	14.39	14.86	15.57	15.85
12 y	13.28	13.33	13.96	14.84	15.41	16.35	16.61
13 y	13.38	14.27	14.61	15.32	15.81	17.11	17.85
14 y	14.35	14.81	15.31	15.51	16.17	16.91	17.44

p: percentile.

Table III shows and compares the mean values of anthropometric and body composition characteristics related to age group in adolescent girls. The mean values of weight, height, BMI, skinfold thickness (subscapular and suprailiac), body fat, fat mass, fat-free mass, FMI and FFMI significantly increased ($p < 0.05$). No significant differences in mean values of BMI z-score and skinfold thickness (biceps and triceps) were detected. Table IV displays the percentile distributions of FFMI and FMI of the adolescent girls categorized by age.

Figure 1 lists and presents a comparison of average values for FMI in both sexes at the different ages surveyed. With the exception of the period from 10 to 11 years of age, the FMI value was significantly higher ($p < 0.05$) in girls as compared to boys at all ages.

Figure 2 shows and contrasts the mean values for FFMI in both sexes at the different ages surveyed. FFMI was significantly higher ($p < 0.05$) in boys at all ages.

The comparison of mean BMI values between both sexes at all ages showed no significant differences.

Table III. Anthropometric measurements and body composition of adolescent girls (M $\pm$ SD)

	10 y (n = 148)	11 y (n = 108)	12 y (n = 110)	13 y (n = 104)	14 y (n = 100)	p-value*
Age (y)	10.4 $\pm$ 0.2	11.5 $\pm$ 0.3	12.4 $\pm$ 0.3	13.4 $\pm$ 0.2	14.3 $\pm$ 0.2	0.001
Weight (kg)	38.1 $\pm$ 5.3	42.8 $\pm$ 6.4	46.0 $\pm$ 6.7	49 $\pm$ 6.9	52.2 $\pm$ 8.1	0.001
Height (cm)	143.0 $\pm$ 7.3	149 $\pm$ 8.6	154.1 $\pm$ 8.5	157.7 $\pm$ 8.2	159.8 $\pm$ 7.1	0.001
BMI (kg/m ²)	18.6 $\pm$ 1.4	19.3 $\pm$ 1.6	19.7 $\pm$ 1.9	20.1 $\pm$ 1.7	20.8 $\pm$ 1.9	0.001
BMI z-score	0.09 $\pm$ 0.5	0.09 $\pm$ 0.53	0.04 $\pm$ 0.64	0.05 $\pm$ 0.57	0.02 $\pm$ 0.67	0.086
<i>Skinfold thickness</i>						
Biceps (cm)	10.3 $\pm$ 3.4	10.3 $\pm$ 3.9	10.1 $\pm$ 2.8	10.4 $\pm$ 3.3	10.9 $\pm$ 3.2	0.709
Triceps (cm)	16.1 $\pm$ 3.9	15.8 $\pm$ 4.4	15.9 $\pm$ 4.4	16.3 $\pm$ 4.5	16.9 $\pm$ 3.7	0.738
Subscapular (cm)	10.9 $\pm$ 4.2	11.4 $\pm$ 4.8	11.1 $\pm$ 4.1	12.2 $\pm$ 5.2	13.1 $\pm$ 5.1	0.002
Suprailiac (cm)	14.4 $\pm$ 6.1	15.7 $\pm$ 6.5	15.9 $\pm$ 6.5	17.7 $\pm$ 7.1	18.2 $\pm$ 6.4	0.001
Body fat (%)	27.4 $\pm$ 5.9	28.3 $\pm$ 4.3	28.6 $\pm$ 3.7	29.2 $\pm$ 4.2	29.3 $\pm$ 3.5	0.005
Fat mass (kg)	10.7 $\pm$ 3.3	12.5 $\pm$ 3.0	13.0 $\pm$ 3.1	14.3 $\pm$ 2.8	15.6 $\pm$ 3.8	0.001
Fat-free mass (kg)	27.7 $\pm$ 3.2	31.3 $\pm$ 4.4	33.7 $\pm$ 4.4	34.7 $\pm$ 4.3	37.0 $\pm$ 4.4	0.001
FMI (kg/m ²)	5.1 $\pm$ 1.4	5.5 $\pm$ 1.2	5.7 $\pm$ 1.1	5.9 $\pm$ 1.2	6.2 $\pm$ 1.2	0.001
FFMI (kg/m ²)	13.4 $\pm$ 0.8	13.8 $\pm$ 0.8	14.2 $\pm$ 0.9	14.3 $\pm$ 0.9	14.7 $\pm$ 0.9	0.001

*ANOVA; BMI: body mass index; FMI: fat mass index; FFMI: fat-free mass index.

Table IV. Percentile values for fat mass index and fat-free mass index in adolescent girls at different ages

Fat mass index (kg/m ²)							
Age	p 3	p 10	p 25	p 50	p 75	p 90	p 97
10 y	2.79	3.46	3.92	5.33	6.24	7.31	7.74
11 y	3.57	3.77	4.68	5.49	6.30	7.21	7.89
12 y	3.75	4.12	4.68	5.18	6.40	7.33	7.88
13 y	3.89	3.99	4.83	5.91	7.07	7.79	7.90
14 y	4.08	4.80	5.02	6.46	6.99	8.28	8.60
Fat-free mass index (kg/m ²)							
Age	p 3	p 10	p 25	p50	p 75	p 90	p 97
10 y	12.05	12.31	12.84	13.54	14.04	14.53	14.91
11 y	12.48	12.79	13.17	13.87	14.39	14.86	15.52
12 y	12.86	13.04	13.54	14.29	15.07	15.76	16.31
13 y	12.77	12.78	13.62	14.21	14.45	16.12	16.35
14 y	12.84	13.00	13.87	14.88	15.61	16.00	16.55

p: percentile.

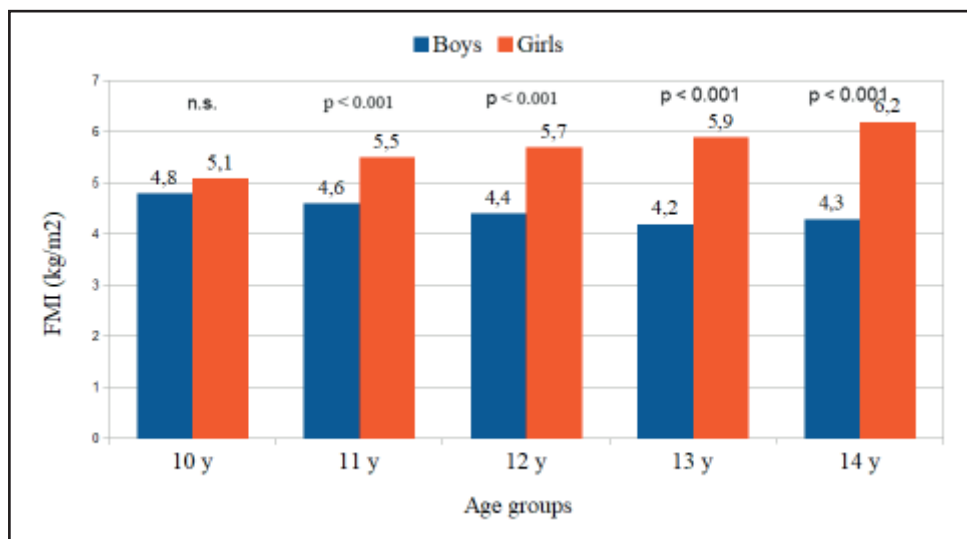


Figure 1.

Gender differences for FMI within age groups.

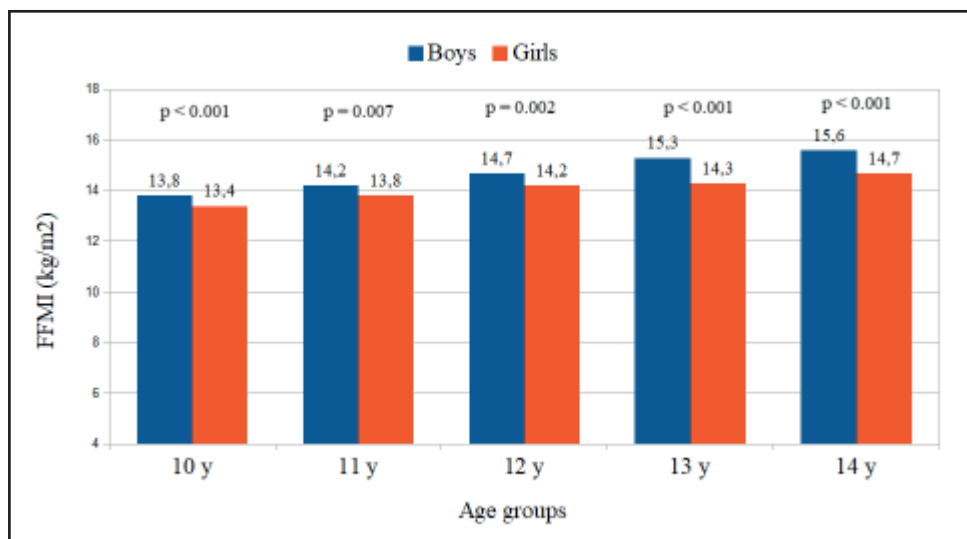


Figure 2.

Gender differences for FFMI within age groups.

DISCUSSION

The analysis of evolutionary changes in the body compartments (fat mass and fat-free mass) of healthy adolescents—between 10 and 14 years of age—with normal age- and sex-adjusted BMI reveals a different pattern in relation to sex. There is a progressive and significant increase in FFMI in both sexes, and boys show significantly higher values than girls; in addition, there is a progressive and significant decrease in FMI in boys, in contrast to a progressive and significant increase in FMI in girls. It should

be stressed that these changes take place simultaneously with a progressive increase in BMI in both sexes during this period of life, in the absence of significant differences in BMI values between both sexes at the different ages considered.

In this study, BMI was used for the classification of nutritional status among the children who were included. However, although it may be useful to define overweight and obesity (4,10,21,22), it provides limited information since it denotes excessive weight in relation to height rather than excessive body fat; this means that BMI does not allow to discriminate the relative composition

of the different body compartments: fat mass and fat-free mass (5-8,23). This limitation becomes more evident during adolescence, when a series of physiological changes occur (24,25) and an increase in weight might be erroneously identified as excessive fat accumulation (26,27). Therefore, having in place standardized FMI and FFMI values for healthy adolescents would allow to distinguish between those individuals that, for example, present with high values of BMI and, simultaneously, show a low FFMI and high FMI (a situation that corresponds with overweight or obesity), and those who also present with high BMI but show a high FFMI and low FMI (a situation that would be identified as muscle hypertrophy, which is quite frequent in adolescent boys).

Few reference charts for FMI and FFMI in the pediatric age have been published to date, and they are usually based on sophisticated methodologies, and poorly accessible in clinical practice, such as dual-energy X-ray absorptiometry or isotope dilution (13,14,28); their use is basically limited to scientific investigation. However, there is ample evidence that the values obtained by using anthropometric measurements correlate extremely well with those collected with these sophisticated and high-cost techniques (10,14-18,29,30); even the simpler models that divide the body into FM and FFM are as valid as those more complex models that subdivide FFM into its different components (water, proteins, minerals) (28).

The main limitation of this study was that the public schools that were selected included the most crowded centers in the city of Pamplona and, of course, they were not located in marginal zones. Private school students were not included, nor were other variables that could, to some extent, condition the results, such as parental education, socioeconomic level, etc. However, the inclusion criteria used to allow participation in the study (BMI between +1 and -1 SD) make it possible to obviate these potential differences. Another possible limitation would be that, since all participants were healthy and presented with normal-range BMI, a normal and progressive pubertal development was assumed. This assumption is reasonable and, in fact, practically all the tables available listing anthropometric variables (weight, height, BMI, etc.), both cross-sectional and longitudinal, that are used in pediatric clinical practice refer exclusively to the chronological age of participants (20,31-35).

The accuracy of skinfold data has been questioned due to its hypothetical operator-dependency. But our experience, consistent with that of other authors, indicates that FMI (assessed by skinfolds) can be used as a good predictor of body fat composition changes in childhood obesity (10,21,36). Bioelectrical impedance analysis (BIA) is an alternative method used for the evaluation of body composition; it is based on the impedance or resistance and reactance values of a small electric current as it spreads through the body water. BIA represents a low-cost, non-invasive method, and has proven to be highly reproducible due to easy equipment operation and scarce evaluator influence. Since a majority of BIA studies are performed in adults, it presents with methodological or standardization issues when making measurements in children, particularly with regard to fasting, hydration, voiding, clothing, skin preparation, and body position (37). Furthermore, probably as a consequence of these methodological issues, BIA might be

thought of as a method that currently seems to underestimate fat mass and overestimate fat-free mass in both healthy and obese children (38-40). That is, BIA appears to be a potentially valuable technique, but future studies should focus on its methodological issues to provide definitive guidelines that may facilitate standardization for these measurements in children.

As a conclusion, an easy access to charts (made from skinfold measurements) potentially valid as reference patterns for healthy adolescents of both sexes would be very useful for the diagnosis and, especially, the analysis of body composition changes that may take place during the course of childhood obesity treatment. Certainly, further studies are needed to support these data, as well as to assess their usefulness in clinical practice.

REFERENCES

1. Lissau I, Overpeck MD, Ruan WJ, Due P, Holstein, Hediger ML. Body mass index and overweight in adolescents in 13 European countries, Israel, and the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158:27-33. DOI: 10.1001/archpedi.158.1.27
2. Durá-Travé T, Hualde-Olascoaga J, Garralda-Torres I. Overweight among children in Navarra (Spain) and its impact on adolescence. *Med Clin (Barc)* 2012;138:52-6. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.12.022
3. Knai C, Suhrcke M, Lobstein T. Obesity in Eastern Europe: an overview of its health and economic implications. *Econ Hum Biol* 2007;5:392-408. DOI: 10.1016/j.ehb.2007.08.002
4. Styne DM, Arslanian SA, Connor EL, Farooqi IS, Murad MH, Silverstein JH, et al. Pediatric Obesity-Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2017;102:709-57. DOI: 10.1210/jc.2016-2573
5. Freedman DS, Wang J, Thornton JC, Mei Z, Sopher AB, Pierson RN, et al. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009;163:805-11. DOI: 10.1001/arch-pediatrics.2009.104
6. Javed A, Jumean M, Murad MH, Okorodudu D, Kumar S, Somers VK, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Obes* 2015;10:234-44. DOI: 10.1111/jpo.242
7. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002;75:978-85. DOI: 10.1093/ajcn/75.6.978
8. Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition* 2001;17:26-30. DOI: 10.1016/S0899-9007(00)00471-8
9. Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:953-60. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802037
10. De Miguel-Etayo P, Moreno LA, Santabarbara J, Martín-Matillas M, Piqueras MJ, Rocha-Silva D, et al. Anthropometric indices to assess body-fat changes during a multidisciplinary obesity treatment in adolescents: EVASYON Study. *Clinical Nutrition* 2015;34:523-8. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.06.004
11. Okorodudu DO, Jumean MF, Montori VM, Romero-Corral A, Somers VK, Erwin PJ, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes (Lond)* 2010;34:791-9. DOI: 10.1038/ijo.2010.5
12. Pereira-da-Silva L, Dias MP, Dionísio E, Virella D, Alves M, Diamantino C, et al. Fat mass index performs best in monitoring management of obesity in prepubertal children. *J Pediatr (Rio J)* 2016;92(4):421-6. DOI: 10.1016/j.jped.2015.11.003
13. Nakao T, Komiya S. Reference norms for a fat-free mass index and fat mass index in the Japanese child population. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2003;22:293-8. DOI: 10.2114/jpa.22.293
14. Wells JC, Williams JE, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, Kennedy K, et al. Body composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. *Am J Clin Nutr* 2012;96:1316-26. DOI: 10.3945/ajcn.112.036970

15. Weyers AM, Mazzetti SA, Love DM, Gomez AL, Kraemer WJ, Volek JS. Comparison of methods for assessing body composition changes during weight loss. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:497-502. DOI: 10.1097/00005768-200203000-00017
16. Elberg J, McDuffie JR, Sebring NG, Salaita C, Keil M, Robotham D, et al. Comparison of methods to assess change in children's body composition. *Am J Clin Nutr* 2004;80:64-9. DOI: 10.1093/ajcn/80.1.64
17. Sopher AB, Thornton JC, Wang J, Pierson RN, Heymsfield SB, Horlick M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: A comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. *Pediatrics* 2004;113:1285-90. DOI: 10.1542/peds.113.5.1285
18. Martín-Calvo N, Moreno-Galarraga L, Martínez-González MA. Association between Body Mass Index, Waist-to-Height Ratio and Adiposity in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2016;20:8(8). DOI: 10.3390/nu8080512
19. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youths. *Hum Biol* 1988;60:709-23.
20. Ferrandez A, Baguer L, Labarta JL, Labena C, Mayayo E, Puba B. Longitudinal pubertal growth according to age at pubertal study of normal Spanish children from birth to adulthood. *Pediatr Endocr Rev* 2005;2:423-559.
21. Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F, Urretavizcaya-Martínez M, Ahmed-Mohamed L, Guindulain MJC, Berrade-Zubiri S. Assessment of body composition changes during a combined intervention for the treatment of childhood obesity. *Nutrition* 2019;59:116-20. DOI: 10.1016/j.nut.2018.08.007
22. Alves CAS, Mocellin MC, Andrade-Gonçalves EC, Silva DAS, Trindade EBSM. Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr* 2017;8:718-27. DOI: 10.3945/an.117.015446
23. Demerath EW, Schubert CM, Maynard LM, Sun SS, Chumlea WC, Pickoff A, et al. Do changes in body mass index percentile reflect changes in body composition in children? Data from the Fels Longitudinal Study. *Pediatrics* 2006;117:e487-95. DOI: 10.1542/peds.2005-0572
24. Ogden CL, Li Y, Freedman DS, Borrud LG, Flegal KM. Smoothed percentage body fat percentiles for U.S. children and adolescents, 1999-2004. *Natl Health Stat Report* 2011;9:1-7.
25. Kurtoglu S, Mazicioglu MM, Ozturk A, Hatipoglu N, Cicek B, Ustunbas HB. Body fat reference curves for healthy Turkish children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2010;169:1329-35. DOI: 10.1007/s00431-010-1225-4
26. Eissa MA, Dai S, Mihalopoulos NL, Day RS, Harrist RB, Labarthe DR. Trajectories of fat mass index, fat free-mass index, and waist circumference in children: Project HeartBeat! *Am J Prev Med* 2009;37(Suppl. 1):S34-9. DOI: 10.1016/j.amepre.2009.04.005
27. Hattori K, Tahara Y, Moji K, Aoyagi K, Furusawa T. Chart analysis of body composition change among pre- and postadolescent Japanese subjects assessed by underwater weighing method. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:520-4. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802593
28. Vasquez F, Salazar G, Diaz E, Lera L, Anziani A, Burrows R. Comparison of body fat calculations by sex and puberty status in obese schoolchildren using two and four compartment body composition models. *Nutr Hosp* 2016; 33:1116-22. DOI: 10.20960/nh.575
29. 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 dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:1158-66. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602226
30. Martín-Matillas M, Mora-Gonzalez J, Migueles JH, Ubago-Guisado E, Garcia-Marco L, Ortega FB. Validity of Slaughter equations and bioelectrical impedance against Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in children. *Obesity (Silver Spring)* 2020;28:803-12. DOI: 10.1002/oby.22751
31. Wright CM, Booth IW, Buckler JM, Cameron N, Cole TJ, Healy MJ, et al. Growth reference charts for use in the United Kingdom. *Arch Dis Child* 2002;86:11-4. DOI: 10.1136/adc.86.1.11
32. Deheeger M, Rolland-Cachera MF. Etude longitudinales de la croissance d'enfants parisiens suivis de l'âge de 10 mois à 18 ans. *Arch Pediatr* 2004;11:1130-44. DOI: 10.1016/j.arcped.2004.04.010
33. Durá-Travé T, Garralda-Torres I, Hualde-Olascoaga J. Longitudinal study of child growth in Navarre (1993-2007). *An Pediatr (Barc)* 2009;70:526-33. DOI: 10.1016/j.anpedi.2009.01.015
34. The 2000 CDC Growth Charts. Clinical Growth Charts. Available at: http://www.cdc.gov/growthcharts/clinical_charts.htm
35. The WHO Child Growth Standards Growth reference data for 5-19 years. Available at: <http://www.who.int/growthref/en/>
36. Durá-Travé, Gallinas-Victoriano F, Urretavizcaya-Martínez M, Ahmed-Mohamed L, Chueca-Guindulain MJ, Berrade-Zubiri S. Effects of the application of a prolonged combined intervention on body composition in adolescents with obesity. *Nutrition Journal* 2020;19:49. DOI: 10.1186/s12937-020-00570-8
37. Brantlov S, Ward LC, Jodal L, Ritting S, Lange A. Critical factors and their impact on bioelectrical impedance analysis in children: a review. *J Med Eng Technol* 2017;41:22-35. DOI: 10.1080/03091902.2016.1209590
38. Kyle UG, Earthman CP, Pichard C, Coss-Bu, JA. Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr* 2015;69:1298-305. DOI: 10.1038/ejcn.2015.86
39. Chula de Castro JA, Rodrigues de Lima, T, Santos-Silva, DA. Body composition estimation in children and adolescents by bioelectrical impedance analysis: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 2018;22:134-6. DOI: 10.1016/j.jbmt.2017.04.010
40. Seo Y, Kim JH, Kim Y, Lim H, Ju Y, Kang MJ, et al. Validation of body composition using bioelectrical impedance analysis in children according to the degree of obesity. *Scan J Ned Sci Sports* 2018;28:2207-15. DOI: 10.1111/sms.13248



Trabajo Original

Pediatría

Encuesta sobre detección de hipoglucemia y uso de glucómetros portátiles: ¿qué glucómetro es el más usado en las unidades neonatales españolas? *Survey on hypoglycaemia diagnosis and glucometer use — which is the most widely used glucometer in Spanish neonatology units?*

Nuria Martín Ruiz¹, Segundo Rite Gracia², Juan Pablo García Íñiguez³ y María Pilar Samper Villagrasa⁴

¹Servicio de Pediatría. Hospital Obispo Polanco. Teruel. ²Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Hospital Infantil Miguel Servet. Zaragoza.

³Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Infantil Miguel Servet. Zaragoza. ⁴Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física; Área de Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza. Zaragoza

Resumen

Introducción y objetivos: la hipoglucemia neonatal sigue ofreciendo múltiples controversias. El objetivo del estudio es presentar la situación actual en torno a la forma de detección de la hipoglucemia neonatal y conocer el glucómetro portátil más utilizado en las unidades neonatales españolas en la actualidad.

Métodos: se elaboró un cuestionario "online" sobre el uso de glucómetros en neonatos y los dispositivos más utilizados, que fue enviado a los integrantes de la Sociedad Española de Neonatología. Participaron 75 centros.

Resultados: los glucómetros portátiles siguen teniendo un uso generalizado en la población neonatal. Más del 75 % de las unidades realizan un despistaje de la hipoglucemia neonatal en circunstancias clínicas concretas; el 13 % de los centros lo continúan realizando a todos los recién nacidos en las unidades neonatales. A mayor nivel asistencial, mayor es el porcentaje de detección de la hipoglucemia por otros sistemas de análisis (como gasometrías capilares): χ^2 , $p = 0,019$. Se usan múltiples modelos de glucómetro actualmente, encontrándose diferencias según el nivel asistencial (χ^2 , $p = 0,01$), siendo los modelos de la firma Nova Biomedical, Abbott y Roche Diagnostics los más usados.

Conclusiones: se observa que existen diferencias en la realización del despistaje de la hipoglucemia neonatal, por lo que es de gran importancia consensuar los procedimientos y acotar la población neonatal de mayor riesgo, para disminuir la variabilidad en la práctica clínica y mejorar la calidad de la asistencia neonatal.

Palabras clave:

Hipoglucemia neonatal. Glucómetro portátil. Recién nacido. Neonatología. Calidad en el cuidado de la salud.

Abstract

Introduction and objective: neonatal hypoglycemia persistently offers multiple diagnostic controversies. This study aims to present the current situation regarding neonatal hypoglycaemia detection, and to gain insight into the most widely used portable glucometers in neonatal units today.

Methods: an online questionnaire was prepared and sent to the members of the Spanish Society of Neonatology; a total of 75 hospitals participated.

Results: portable glucometers continue to be widely used in the neonatal population. More than 75 % of units perform neonatal hypoglycemia screening in specific clinical circumstances, and 13 % of units continue to perform protocolized screening on all newborns at neonatal units. The higher the level of care, the higher the percentage of hypoglycaemia detection by other tests (such as blood gas analysis): χ^2 , $p = 0.019$. Multiple models of portable glucometers are currently used, with differences according to level of care (χ^2 , $p = 0.01$). Nova Biomedical, Abbott, and Roche Diagnostics models are most commonly used.

Conclusions: differences in the performance of neonatal hypoglycaemia screening are observed, so standardised procedures and limiting the neonatal population at risk are important to reduce variability in clinical practice, and to improve the quality of neonatal care.

Keywords:

Hypoglycemia. Hypoglycemia diagnosis. Neonatal screening. Infant/newborn. Neonatology. Quality of health care.

Recibido: 06/06/2020 • Aceptado: 17/07/2020

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, ni del sector comercial, ni de entidades sin ánimo de lucro. Los autores no tienen ningún conflicto de intereses. El presente artículo no ha sido publicado ni ha sido enviado a ninguna otra revista para su evaluación. Todos los autores han participado en el desarrollo del artículo y aprueban el envío de este manuscrito para su evaluación a Nutrición Hospitalaria.

Conflicto de intereses: los autores declaran ningún conflicto de interés.

Martín Ruiz N, Rite Gracia S, García Íñiguez JP, Samper Villagrasa MP. Encuesta sobre detección de hipoglucemia y uso de glucómetros portátiles: ¿qué glucómetro es el más usado en las unidades neonatales españolas? Nutr Hosp 2020;37(5):909-917

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03203>

Correspondencia:

Nuria Martín Ruiz. Servicio de Pediatría. Hospital Obispo Polanco. Avenida Ruiz Jarabo, s/n. 44002 Teruel
e-mail: nmartinruiz@gmail.com, nmartinr@salud.aragon.es

INTRODUCCIÓN

La hipoglucemia es una de las alteraciones metabólicas más frecuentes en el neonato (1) y se debe a un desequilibrio entre el aporte de glucosa y su utilización. A pesar de la gran cantidad de literatura sobre este tema, persisten muchas controversias respecto a la definición, el método y el lugar de obtención de la muestra, la sintomatología, el significado de la hipoglucemia asintomática, las indicaciones del tratamiento y su posible efecto en el neurodesarrollo (2). En la bibliografía se encuentran múltiples protocolos de actuación en los que se observan diferencias en el espectro de pacientes considerados en riesgo de hipoglucemia, y ausencia de unanimidad en el nivel de glucemia que debe ser candidato al tratamiento (3,4).

Huong y cols., en 2013, estudiando el mejor método de detección de la glucemia en los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN), comparó el coste-beneficio de tres métodos de análisis (muestra venosa en laboratorio, muestra capilar en analizador gasométrico, muestra capilar en glucómetro portátil), observando que el método más económico era el glucómetro, aunque en el caso de las unidades de cuidados intensivos, el método más adecuado eran las gasometrías capilares (con mejor balance entre precisión y rapidez) (5). En el resto de circunstancias clínicas, la combinación de rapidez y coste hace que las determinaciones con glucómetro portátil sean las más utilizadas. En todos los estudios realizados, el *gold-standard* utilizado en cuanto a precisión y fiabilidad fueron las técnicas de análisis en laboratorios centrales (3,6), aunque incluso en estos dispositivos pueden existir fuentes de error (7).

Un glucómetro adecuado debe cumplir las siguientes consideraciones: escaso volumen de sangre necesario para el análisis, alta precisión y fiabilidad, tiempo de detección corto y ausencia de interferencia con el hematocrito, la bilirrubina o la presión parcial alta/baja de oxígeno, la urea, los fármacos, la maltosa, la galactosa y otros agentes. Ser de fácil manejo, con buena visibilidad y adecuada reproducibilidad sin calibraciones (o con las mínimas posibles) son también características deseables (8).

Las nuevas generaciones de glucómetros portátiles disponen de un rango de lectura de glucosa amplio, sin interferencia con el hematocrito capilar, con detección de la hipoglucemia a partir de cifras de glucemia de 10-20 mg/dl y buena fiabilidad, aunque se precisan más estudios que avalen su exactitud y precisión con los valores extremos y/o en circunstancias clínicas concretas (hipoxia, sepsis, etc.). Además, es fundamental que se validen en la población neonatal, por sus circunstancias fisiológicas particulares (9-11). Así, ya se han realizado estudios en los que no se encuentran errores en la medición con hematocritos de hasta el 75% (12). Han mejorado los sistemas enzimáticos para evitar interferencias con otros sustratos (13,14), e incluso se ha comprobado que las determinaciones de la glucosa venosa, medidas con glucómetro portátil, son precisas (respecto los valores de laboratorio) (15). Otros estudios confirman dicha precisión, pero manteniendo un sesgo de medición parcialmente controlable (16). Esto hace que los niveles de glucemia detectados con glucómetros portátiles deban considerarse como un método de despistaje, y la con-

firmación con una determinación de glucosa plasmática en el laboratorio es siempre deseable (17) ya que las cifras de glucosa analizadas a través de gasometrías capilares también pueden estar sujetas a error, aunque estadísticamente se detecta buena precisión en las cifras de glucemia bajas (18-20).

El objetivo de este trabajo es presentar la situación actual en torno a la forma de detección de la hipoglucemia neonatal, y conocer el glucómetro portátil más utilizado en las unidades neonatales de nuestro país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio transversal, multicéntrico, de ámbito nacional. La fuente de información del estudio fue un cuestionario *online*, enviado por correo electrónico a los miembros de la Sociedad Española de Neonatología (SeNeo) en febrero de 2019. El cuestionario constaba de 7 ítems en los que se solicitaba información sobre: 1) nombre del centro hospitalario (respuesta opcional); 2) área geográfica donde se localiza el centro hospitalario en el que trabaja el encuestado; 3) tipo de financiación del hospital; 4) nivel asistencial de la unidad de neonatología; 5) número de partos al año que se atienden en el centro hospitalario donde trabaja el encuestado; 6) realización de glucemias capilares a los neonatos; 7) modelo de glucómetro usado para tal fin, en el caso que se utilice.

Los resultados, tras ser codificados para asegurar el anonimato, se analizaron a través del programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para Mac, versión 25.0. En la estadística descriptiva, las variables cualitativas se presentaron mediante la distribución de frecuencias absolutas y porcentajes de cada categoría. En el análisis comparativo, para comprobar la asociación entre las diversas variables, se utilizó el test del χ^2 , con un límite mínimo de significación aceptado del 95 % ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Se obtuvo información de 75 centros.

NOMBRE DEL CENTRO HOSPITALARIO DONDE TRABAJA EL ENCUESTADO (RESPUESTA OPCIONAL)

Andalucía: Hospital (H.) Virgen del Rocío, H. Regional de Málaga, H. Quirón Sagrado Corazón, H. Virgen de las Nieves, Complejo Hospitalario de Jaén. Aragón: H. Miguel Servet, H. de Barbastro, H. Obispo Polanco, H. Quirón Zaragoza. Asturias: H. Universitario Central de Asturias. Baleares: H. Son Espases. Canarias: H. Nuestra Señora de Candelaria. Cantabria: H. Marqués de Valdecilla. Castilla-La Mancha: H. Nuestra Señora del Prado, H. Mancha Centro. Castilla y León: H. de León, H. Río Hortega. Cataluña: H. Vall d'Hebrón, H. J. Trueta, H. Germans Trias i Pujol, H. Parc Taulí, H. Dexeus, H. Quirónsalud del Vallés, H. de Mataró. Comunidad Valenciana: H. La Fe, H. Clínico de Valencia, H. de Alicante, H. de Castellón. Extremadura: H. San Pedro de Alcántara. Galicia: H. de Santiago de Compostela, H. de Ferrol, H. Álvaro Cunqueiro. Ma-

drid: H. de Fuenlabrada, H. Gregorio Marañón, H. San Rafael, H. de Móstoles, H. de Majadahonda, Fundación Jiménez-Díaz. Murcia: H. Virgen de la Arrixaca. País Vasco: H. de Basurto, H. Zorrotzaurre, Policlínica Guipúzcoa. La Rioja: H. de San Pedro, H. de Calahorra.

ÁREA GEOGRÁFICA DONDE SE LOCALIZA EL CENTRO HOSPITALARIO DONDE TRABAJA EL ENCUESTADO

Los resultados se muestran en la figura 1.

TIPO DE FINANCIACIÓN DEL HOSPITAL

Participaron 58 centros públicos (77,3 %), 10 centros privados (13,3 %), 3 fundaciones/centros públicos de gestión privada (4 %) y 4 centros en otras circunstancias o que prefirieron no contestar (5,4 %).

NIVEL ASISTENCIAL DE LA UNIDAD DE NEONATOLOGÍA (VER ANEXO)

Siete hospitales eran de nivel IA (9,35 %), 1 de nivel IIA (1,3 %), 7 hospitales de nivel IIB (9,35 % respecto al total de encuestados), 14 hospitales IIIA (18,7 %), 34 hospitales IIIB (45,3 % del total) y 12 hospitales IIIC (16 % del total).

NÚMERO DE PARTOS ANUALES ATENDIDOS EN EL CENTRO HOSPITALARIO

En 8 hospitales (10,7 % del total) se atendían menos de 1000 partos al año, en 30 hospitales (40 %) entre 1000 y 2000 partos anuales, en 16 hospitales (21,3 %) entre 2000 y 3000 partos al año, en 9 hospitales entre 3000 y 4000 partos anuales, y en 12 hospitales (16 %) más de 4000 partos al año.

REALIZACIÓN DE GLUCEMIAS CAPILARES A LOS NEONATOS EN SU UNIDAD

Para la cuestión clínica de cómo se realiza el despistaje de la hipoglucemia en las distintas unidades neonatales, se ofrecieron 5 respuestas posibles:

- Nunca se realizan glucemias capilares: 0 respuestas.
- A todos los recién nacidos (de forma protocolizada): 10 (13,3 % de los encuestados).
- Solo en circunstancias clínicas concretas, a través de un glucómetro portátil: 40 (53,4 %).
- Solo en determinadas circunstancias, a través de gasometrías capilares: 13 (17,3 %).
- Solo en determinadas circunstancias, a través de otros sistemas (monitorización continua, análisis venoso en laboratorio, etc.): 12 (16 %).

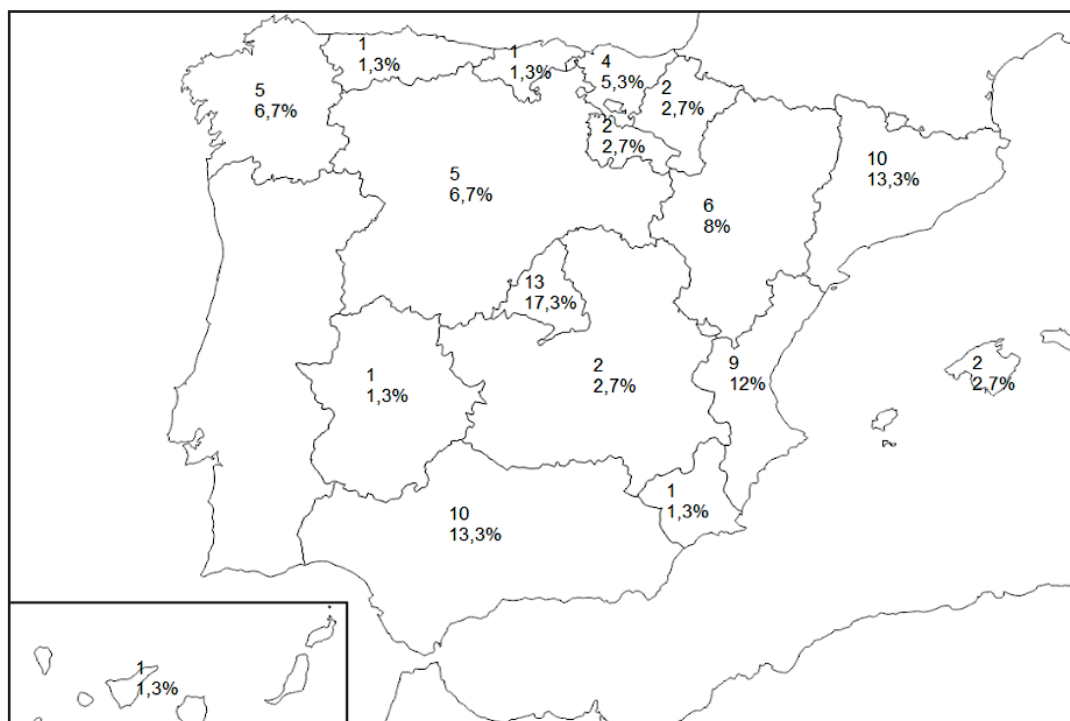


Figura 1.

Distribución de los centros participantes en la encuesta; sobre cada comunidad se muestran los valores absolutos y el porcentaje de respuestas respecto al total de centros participantes. n total: 75.

MODELO DE GLUCÓMETRO USADO PARA EL DESPISTAJE DE LA HIPOGLUCEMIA, EN CASO DE QUE SE UTILICE

En la figura 2 se muestran los modelos más usados y el porcentaje respecto al total de encuestados.

ANÁLISIS COMPARATIVO

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de financiación del hospital, ni entre las formas de detección de la hipoglucemia (χ^2 , $p = 0,485$), ni entre los modelos de glucómetro utilizados (χ^2 , $p = 0,431$).

Analizando la posible asociación entre el nivel asistencial y el tipo de despistaje de la hipoglucemia neonatal (Tabla I) se encontraron diferencias estadísticamente significativas (χ^2 ,

$p = 0,019$), ya que, a mayor nivel asistencial, mayor es el porcentaje de detección de la hipoglucemia por otros sistemas de análisis (como gasometrías capilares y otros).

Respecto al análisis de la relación de los distintos niveles asistenciales con el modelo de glucómetro, se observó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,01$) en el uso de dichos modelos según el nivel asistencial. Así, los modelos de la firma Abbott y Nova Biomedical fueron los más usados en todos los niveles asistenciales, salvo en el nivel IIIA, en los que los modelos Roche fueron los más utilizados (Tabla II).

Valorando el número de partos anuales, comparando de forma independiente los 5 rangos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (χ^2 , $p = 0,560$); pero agrupándolos en dos grupos (hospitales con menos de 4000 partos anuales y más de 4000 partos cada año), sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas, observándose una mayor

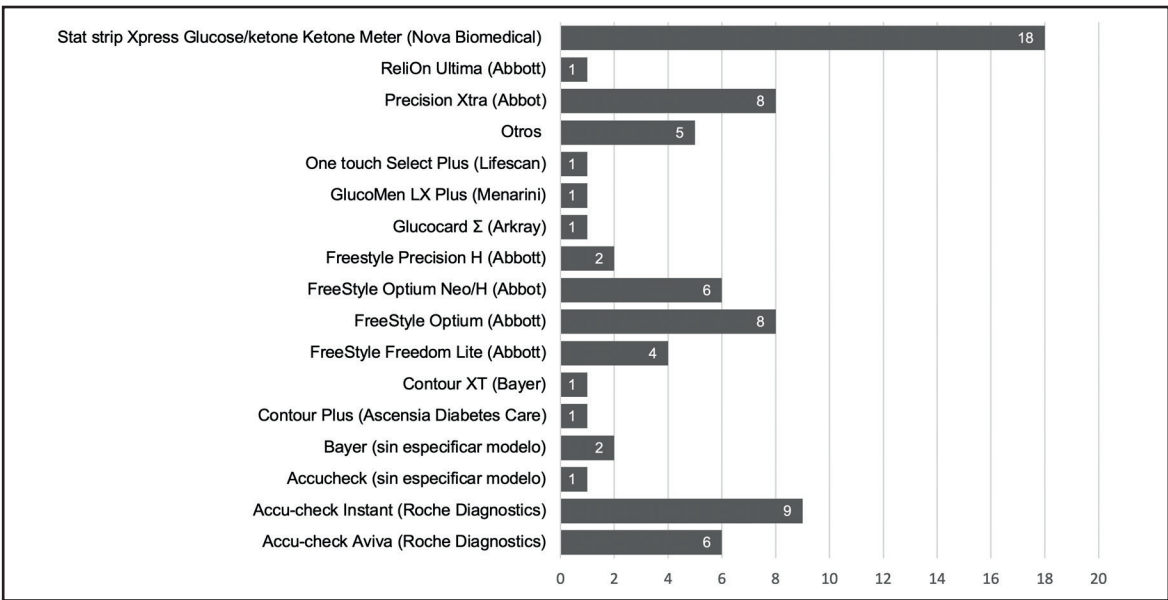


Figura 2.
Modelos de glucómetros usados en las unidades neonatales encuestadas. n: 75.

Tabla I. Pacientes candidatos al despistaje de la hipoglucemia y método de detección en función del nivel de asistencia neonatal (los niveles asistenciales se detallan en el algoritmo 1)

	Nunca	Solo en circunstancias concretas	A todos los recién nacidos (con glucómetro)	En casos seleccionados, con gasometrías capilares	En caso seleccionados, con otros sistemas de monitorización	Total
IA	0	5	1	1	0	7
IIA	0	0	1	0	0	1
IIB	0	5	0	2	0	7
IIIA	0	9	2	1	2	14
IIIB	0	20	5	3	6	34
IIIC	0	1	1	6	4	12
Total	0	40	10	13	12	75

Tabla II. Relación entre niveles asistenciales y modelos de glucómetros portátiles utilizados

Nivel asistencial	Modelo de glucómetro utilizado	Número de respuestas	Porcentaje respecto al total de respuestas
IA	Stat strip Xpress Glucose Meter o Stat strip Xpress Glucose y Ketone (Nova Biomedical)	1	14,3
	FreeStyle Freedom Lite (Abbott)	2	28,6
	Precision Xtra (Abbot)	3	42,9
	Accu-check Aviva (Roche Diagnostics)	1	14,3
	Total	7	100
IIA	Freestyle Precision H (Abbott)	1	100
IIB	FreeStyle Freedom Lite (Abbott)	1	14,3
	Precision Xtra (Abbot)	1	14,3
	Glucocard Σ (Arkray)	1	14,3
	Accu-check Aviva (Roche Diagnostics)	1	14,3
	Accu-check Instant (Roche Diagnostics)	1	14,3
	GlucoMen LX Plus (Menarini)	1	14,3
	FreeStyle Optium Neo	1	14,3
	Total	7	100
IIIA	Stat strip Xpress Glucose Meter o Stat strip Xpress Glucose y Ketone (Nova Biomedical)	5	35,7
	FreeStyle Optium (Abbott)	1	7,1
	Freestyle Precision H (Abbott)	1	7,1
	Accu-check Aviva (Roche Diagnostics)	2	14,3
	Accu-check Instant (Roche Diagnostics)	3	21,4
	FreeStyle Optium Neo	1	7,1
	Freestyle Optium Neo H	1	7,1
	Total	14	100
IIIB	Stat strip Xpress Glucose Meter o Stat strip Xpress Glucose y Ketone (Nova Biomedical)	11	32,4
	FreeStyle Freedom Lite (Abbott)	1	2,9
	FreeStyle Optium (Abbott)	7	20,6
	Precision Xtra (Abbot)	3	8,8
	Accu-check Aviva (Roche Diagnostics)	2	5,9
	Accu-check Instant (Roche Diagnostics)	4	11,8
	FreeStyle Optium Neo	3	8,8
	Accucheck (sin especificar modelo)	1	2,9
	Otro	1	2,9
	Total	33	97,1
IIIC	Ninguno	1	8,3
	Stat strip Xpress Glucose Meter o Stat strip Xpress Glucose y Ketone (Nova Biomedical)	1	8,3
	Precision Xtra (Abbott)	1	8,3
	ReliOn Ultima (Abbott)	1	8,3
	Contour Plus (Ascensia Diabetes Care)	1	8,3
	One touch Select Plus (Lifescan)	1	8,3
	Accu-check Instant (Roche Diagnostics)	1	8,3
	Bayer (sin especificar modelo)	2	16,7
	Contour XT (Bayer)	1	8,3
	No sabe/no contesta	2	16,7
	Total	12	100

proporción de detección de hipoglucemias a través de glucómetros portátiles en los hospitales con menor número de partos (χ^2 , $p < 0,01$).

Se realizó un estudio comparativo de las características de varios de los modelos más usados según la encuesta realizada, que se detallan en la tabla III.

Tabla III. Comparación de las características de algunos de los glucómetros usados en las unidades neonatales (23)

Lector	Stat Strip Xpress y Ketone test	NovaPro	FreeStyle Optium	Freestyle Optium Neo H	Precision Xtra	Accu-check Performa	Accu-check Aviva
Fabricante	NOVA BIOMEDICAL	NOVA BIOMEDICAL	ABBOTT	ABBOTT	ABBOTT	ROCHE DIAGNOSTICS	ROCHE DIAGNOSTICS
Imagen							
Tiempo de detección (seg)	6	4	5	5	5	5	5
Medición de cetonemia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
Método de ensayo	Electroquímico	Electroquímico	Electroquímico	Electroquímico	Electroquímico	Electroquímico	Electroquímico
Enzima	GO	GDH + FAD	GDH + NAD	GDH + NAD	GDH + NAD	Mut GDH + PQQ	Mut GDH + PQQ
Vol. de sangre (microlitros)	1,2	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Calibración necesaria	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Rango de detección	10-600 mg/dl	10-600 mg/dl	20-500 mg/dl	20-500 mg/dl	20-500 mg/dl	10-600 mg/l	10-600 mg/l
Interferencias eliminadas	Hto, ác. ascórbico, ác. úrico, parac, bilirr, maltosa, galactosa, xilosa y O_2 .	Hto, ác. ascórbico, ác. úrico, parac, bilirr, maltosa, galactosa, xilosa y O_2 .	No informadas.	Paracetamol, ácido ascórbico, dopamina, maltosa, salicilato.	No informadas.	Hto., maltosa.	Hto., maltosa.
Rango de Hto. autorizado	20-65 %	20-65 %	20-70 %	30-60 %	30-60 %	10-65 %	10-65 %
Exactitud	98,9 % Precisión (CV 0,38)	No informada	No informada	99,3 % Precisión (CV = 0,31)	97 %	98,6 % (incluso en glucemias < 50 mg/dl).	> 96 % Precisión (CV < 0,5)
Medidas validadas en neonatología	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Temperatura	8-40 °C	8-40 °C	15-40 °C	10-50 °C	10-50 °C	8-44 °C	6- 44 °C
Ventajas	Ejecución automática de la tira reactiva	Ejecución automática de la tira reactiva		Detección de muestra insuficiente		Posibilidad de añadir sangre durante el test	Posibilidad de añadir sangre durante test. Tiras de fácil manejo

Seg: segundos; GO: glucosa-oxidasa; GDH-FAD: glucosa-deshidrogenasa con flavina-adenina dinucleótido; GDH-NAD: glucosa-deshidrogenasa con nicotinamida-adenina dinucleótido; Mut GHD+PQQ: variante mutante de la quinoproteína glucosa-deshidrogenasa; Vol.: volumen; Hto.: hematocrito; Ác: ácido; Parac: paracetamol; Bilirr: bilirrubina; O_2 : oxígeno; CV: coeficiente de variación. La temperatura de funcionamiento se refiere a la del glucómetro (las tiras reactivas tienen un rango de temperatura independiente). Se solicitó información a las firmas productoras, de las cuales Nova Biomedical y Roche Diagnostics ofrecieron información de sus productos. En el caso de los dispositivos Abbott, la información sobre los dispositivos Optium y Precision Xtra tuvo que ser extraída a partir de artículos publicados y otras fuentes.

DISCUSIÓN

Esta es la primera encuesta publicada que pretende dar a conocer el papel actual de la glucometría portátil en los recién nacidos y el modelo de glucómetro más utilizado en las unidades de neonatología españolas. Las limitaciones encontradas en este estudio son, por un lado, la muestra de escaso tamaño y, por otro, la confianza en la notificación voluntaria de los participantes (lo que ha podido conllevar algún error en la identificación del modelo; para intentar evitarlo, la encuesta aportaba una imagen en primer plano de cada modelo, especificando su nombre completo para evitar esta circunstancia).

Se obtienen 75 respuestas. Según el informe poblacional del Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2019, la muestra sigue una distribución homogénea respecto a la población, con una ligera mayor participación (respecto a la población) en Aragón y La Rioja, y una menor participación porcentual en las comunidades de Andalucía, Murcia y Canarias (Fig. 3).

En el formulario se solicita el nivel de complejidad asistencial y el número de partos anuales atendidos, debido a que, aunque las unidades de mayor tamaño son las que suelen disponer de unidades neonatales más complejas, se quieren separar estas dos circunstancias para evitar un posible sesgo, ya que pueden existir unidades más básicas situadas en núcleos poblacionales grandes. Considerando el nivel asistencial, definido según las recomendaciones de la Sociedad Española de Neonatología (21), se recoge información de todos los tipos de unidades neonatales. En el caso de la clasificación por número de nacimientos anuales,

se obtienen respuestas de todos los grupos; un 40 % de los centros participantes son hospitales en los que se atienden unos 1000 a 2000 partos anuales.

Valorando el uso de los glucómetros portátiles, se observa que los glucómetros portátiles siguen usándose de forma habitual. Más del 75 % de las unidades realizan el despistaje de la hipoglucemia neonatal en circunstancias clínicas concretas (lo que concuerda con la evidencia científica actual) (22), pero un 13 % de los centros lo continúan realizando a todos los recién nacidos en las unidades neonatales, lo que puede provocar molestias innecesarias al paciente y un aumento del gasto sanitario.

Dentro del grupo de las unidades que realizan el despistaje en casos seleccionados, se comparan las unidades que lo realizan con glucómetros portátiles frente a las gasometrías capilares y otros sistemas de monitorización. Se observa que las unidades de mayor complejidad son las que utilizan con mayor frecuencia métodos de detección alternativos, probablemente por su disponibilidad (ya que en las unidades más básicas no se dispone de otros dispositivos), y la relación que existe entre centros hospitalarios con mayor capacidad y grado de complejidad hace que se encuentre una asociación estadística entre el mayor número de partos y la utilización de otros sistemas de detección (gasometrías, etc.). Hay que tener en cuenta que la técnica de detección *gold-standard* sigue siendo la determinación de la glucosa venosa en el laboratorio, ya que las gasometrías capilares, que usualmente utilizan la técnica de la glucosa-oxidasa, tienen buena precisión aun con niveles de glucemia bajos, aunque también pueden ser fuente de errores, sobre todo en los pacientes graves (18,19).

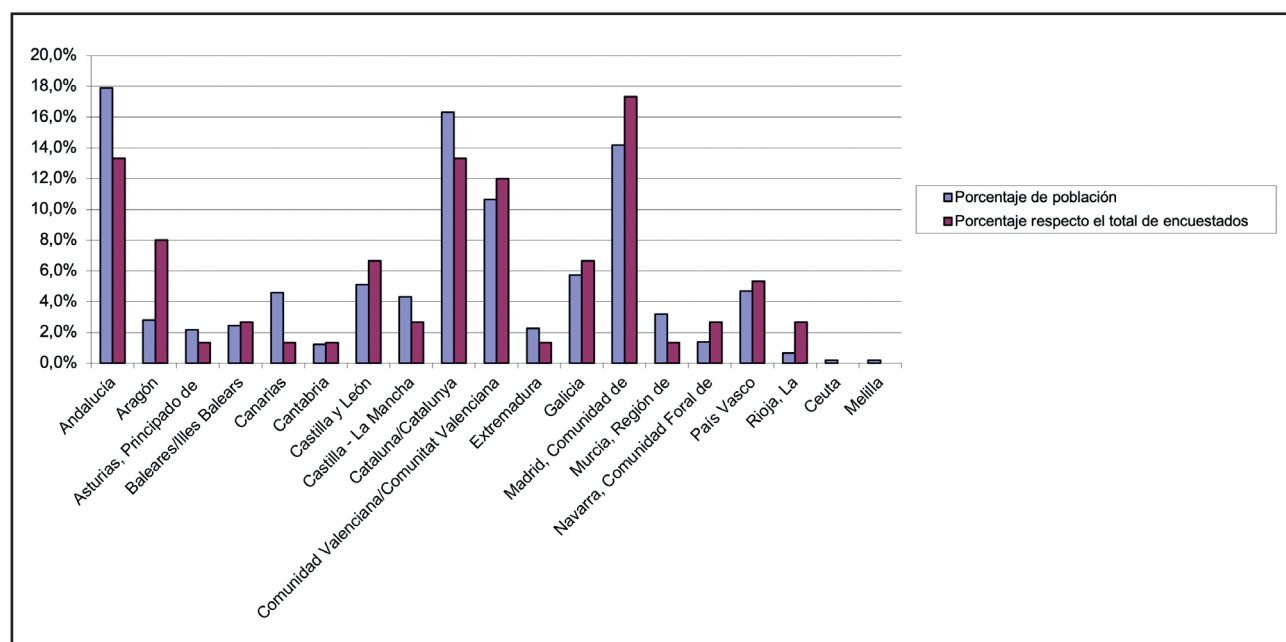


Figura 3.

Distribución porcentual, por comunidades autónomas, de la población española (según el informe del Instituto Nacional de Estadística de 2019) y de los participantes del estudio (n: 75).

En el estudio realizado se observa que existe un amplio abanico de modelos de glucómetros en la clínica (Fig. 2), siendo los modelos de Nova Biomedical y Abbott los más utilizados. Comparando varios de los glucómetros más usados (Tabla III), todos los modelos salvo el glucómetro Precision Xtra están validados para la neonatología. Todos cumplen los requisitos de la norma ISO 15197:2013, tienen un tiempo de análisis reducido a través de un método electroquímico con volumen de sangre pequeño (el modelo que precisa mínimamente más cantidad de sangre es el glucómetro Stat Strip Xpress). Los modelos de Nova Biomedical y Roche tienen un rango de lectura mayor que los Abbott, aunque estos últimos tienen un rango de hematocrito autorizado ligeramente mayor. Los modelos Nova Biomedical y Roche han eliminado los códigos de calibración,

lo que evita un paso y los errores asociados al cambio de lote. El modelo Stat Strip Xpress es el glucómetro con el que se encuentran más estudios en la población neonatal. Con respecto a las interferencias, casi todos los modelos han eliminado las producidas por los fármacos de uso habitual en dosis terapéuticas, siendo deseable conocer las limitaciones de cada modelo o disponer de varios modelos para su uso en circunstancias clínicas concretas.

Se concluye que, como indica la literatura, existen diferencias en la realización del despistaje de la hipoglucemia neonatal, por lo que consensuar procedimientos y acotar la población neonatal de mayor riesgo es de gran importancia para disminuir la variabilidad en la práctica clínica y mejorar la calidad de la asistencia neonatal.

ANEXO

Niveles asistenciales considerados en la encuesta:

- IA: asistencia a recién nacidos (RN) sanos y prematuros (PT) de 35-37 semanas, estables (no dispone de UCIN).
- IIB: cuidados de alta dependencia, ventilación mecánica (VM) menor de 24 horas, ventilación no invasiva (VNI), nutrición parenteral, etc.
- IIIA: asistencia a RN de más de 28 semanas de gestación y > 1000 gramos. Enfermedades graves, VM, cirugía menor.
- IIIB: asiste a RN de cualquier edad gestacional, con posibilidad de ventilación de alta frecuencia, óxido nítrico, cirugía mayor inmediata y ecocardiografía.
- IIIC: atención médico-quirúrgica subespecializada. Dispone de alguna de las siguientes técnicas: oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) neonatal, trasplante, cirugía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cornblath M, Hawdon JM, Williams A, Aynsley-Green A, Ward-Platt MP, Schwartz R, et al. Controversies regarding definition of neonatal hypoglycemia: suggested operational thresholds. *Pediatrics* 2000;105(5):1141-5. DOI: 10.1542/peds.105.5.1141
2. Cowett RM, Farrag HM. Selected principles of perinatal-neonatal glucose metabolism. *Semin Neonatol* 2004;9:37-47. DOI: 10.1016/S1084-2756(03)00113-1
3. Hay WW Jr, Raju TN, Higgins RD, Kalhan SC, Devaskar SU. Knowledge Gaps and research needs for understanding and treating neonatal hypoglycemia: workshop Report from Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development. *J Pediatr* 2009;155:612-7. DOI: 10.1016/j.jpeds.2009.06.044
4. Rozance PJ, Hay WW Jr. Neonatal Hypoglycemia-Answers, but more questions. *J Pediatr* 2012;161:775-6. DOI: 10.1016/j.jpeds.2012.06.034
5. Le HT, Harris NS, Estilong AJ, Olson A, Rice MJ. Blood glucose measurement in the intensive care unit: What is the best method? *J Diabetes Sci Technol* 2013;7:489-99. DOI: 10.1177/193229681300700226
6. Deshpande S, Ward Platt M. The investigation and management of neonatal hypoglycaemia. *Semin Fetal Neonatal Med* 2005;10:351-61. DOI: 10.1016/j.siny.2005.04.002
7. Ismail AQ, Bello O, Fradd V. Glucose measurements and gold standards. *J Perinat Med* 2015;43:373-5. DOI: 10.1515/jpm-2014-0214
8. Parramón M. Particularidades de la medición de la glucemia capilar: aspectos técnicos, clínicos y legales. *Endocrinol Nutr* 2004;5:433-9.
9. Glasgow MJ, Harding JE, Edlin R. Cost Analysis of Cot-Side Screening Methods for Neonatal Hypoglycaemia. *Neonatology* 2018;114:155-62. DOI: 10.1159/000489080
10. Nayeri F, Shariat M, Mousavi Behbahani HM, Dehghan P, Ebrahim B. Blood glucose measurement by glucometer in comparison with standard method in diagnosis of neonatal hypoglycemia. *Acta Med Iran* 2014;52:627-30.
11. Tsao MF, Chang HW, Chang CH, Cheng CH, Lin HC. Evaluation of Blood Glucose Monitoring System in Screening for Neonatal Hypoglycemia: Tighter Accuracy Standard. *J Diabetes Sci Technol* 2017;11:639-40. DOI: 10.1177/1932296816668878
12. Tsao LY, Chang MY, Hsiao CC. The accuracy of a glucose-oxidase-based point-of-care glucometer in premature infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed 2013;98:545-8. DOI: 10.1136/archdischild-2012-303613
13. Makaya T, Memmott A, Bustani P. Point-of-care glucose monitoring on the neonatal unit. *J Paediatr Child Health* 2012;48:342-6. DOI: 10.1111/j.1440-1754.2011.02253.x
14. Min-Hee K, Sang-Kil B, Kyung-Soo K. Comparative analysis of reliability and validity of six glucometers according to hematocrit based on ISO guidelines. *Int J Clin Exp Med* 2018;11:764-74.
15. Sudha Reddy VR, Sumathi ME, Beere Gowda YC, Mohamed Suhail S. Comparison of Point of Care (POC) Testing of Glucose by B Braun Glucometer and Hemocue Glucose 201+ Analyser Versus Centralised Testing in Neonatal

- Intensive Care Unit (NICU). *J Clin Diagn Res* 2014;8:10-3. DOI: 10.7860/jcdr/2014/8666.4538
16. Inman M, Parker K, Strueby L, Lyon AW, Lyon ME. A Simulation Study to Assess the Effect of Analytic Error on Neonatal Glucose Measurements Using the Canadian Pediatric Society Position Statement Action Thresholds. *J Diabetes Sci Technol* 2019. DOI: 10.1177/1932296819884923
17. Sreenivasa B, Kumar GK. Comparative study of blood glucose levels in neonates using glucometer and laboratory glucose oxidase method. *Curr Pediatr Res* 2015;19:29-32.
18. Liang Y, Wanderer J, Nichols JH, Klonoff D, Rice MJ. Blood Gas Analyzer Accuracy of Glucose Measurements. *Mayo Clin Proc* 2017;92:1030-41. DOI: 10.1016/j.mayocp.2017.03.009
19. Inoue S, Egi M, Kotani J, Morita K. Accuracy of blood-glucose measurements using glucose meters and arterial blood gas analyzers in critically ill adult patients: Systematic review. *Crit Care* 2013;17:48. DOI: 10.1186/cc12567
20. Villena Gonzales W, Mobashsher AT, Abbosh A. The progress of glucose monitoring. A review of invasive to minimally and non-invasive techniques, devices and sensors. *Sensors (Basel)* 2019;19. DOI: 10.3390/s19040800.
21. Rite Gracia S, Fernández Lorenzo JR, Echániz Urcelay I, Botet Mussons F, Herranz Carrillo G, Moreno Hernando J, et al. Niveles asistenciales y recomendaciones de mínimos para la atención neonatal. *An Pediatr* 2013;79:51.e1-e11. DOI: 10.1016/j.anpedi.2012.11.007
22. Pertierra Cortada A, Iglesias Platas I. Hipoglucemia neonatal. *An Pediatr Contin* 2013;11:142-51. DOI: 10.1016/S1696-2818(13)70130-6
23. Lockyer MG, Fu K, Edwards RM, Collymore L, Thomas J, Hill T, et al. Evaluation of the Nova StatStrip glucometer in a pediatric hospital setting. *Clin Biochem* 2014;47:840-3. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2014.01.004



Trabajo Original

Pediatría

Using a lactation room at the workplace is associated with longer breastfeeding duration in working mothers

El uso de una sala de lactancia en el lugar de trabajo se asocia a una mayor duración de la lactancia en las madres trabajadoras

Anel Ibarra-Ortega¹, Edgar M. Vázquez-Garibay¹, Alfredo Larrosa-Haro¹, Jorge Castro-Albarrán² y Barbara Vizmanos-Lamotte¹

¹Instituto de Nutrición Humana. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. ²Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco. México

Abstract

Introduction: maternal employment after childbirth is associated with abandonment of breastfeeding; however, lactation rooms in the workplace increase the practice of breastfeeding.

Objective: to compare the frequency and duration of breastfeeding among working mothers based on the presence of lactation rooms in their workplaces.

Methods: we included mothers from different institutions whose infants were between 6 and 35 months ($n = 158$), and an ad hoc questionnaire was applied to assess breastfeeding, exclusive breastfeeding (EBF), partial breastfeeding (PBF), and use of human milk substitutes (HMS). Two groups were compared: working mothers with a lactation room at their workplace ($n = 76$) versus working mothers without this resource ($n = 82$).

Results: breastfeeding duration (7.5 vs. 5.0 months, $p < 0.001$) and EBF (3.0 vs. 1.2 months, $p = 0.005$) were higher in mothers who had a lactation room. HMS use was shorter in mothers who had a lactation room (2.5 vs. 10.0 months, $p = 0.001$). There were more working mothers who breastfed for more than six months (75.0 % vs. 48.8 %) [OR = 3.15 (95 % CI, 1.60-6.19), $p = 0.001$] and 12 months (31.6 % vs. 14.6 %) [OR = 2.69 (95 % CI, 1.23-5.87), $p = 0.014$] when lactation rooms were available in their workplaces.

Conclusion: the presence of a lactation room in the workplace was associated with a higher frequency and duration of breastfeeding.

Keywords:

Lactation room.
Workplace.
Working mothers.
Breastfeeding.

Resumen

Introducción: el empleo materno después del parto se asocia con el abandono de la lactancia materna, mientras que las salas de lactancia en el lugar de trabajo aumentan la práctica de la lactancia.

Objetivo: comparar la frecuencia y duración de la lactancia materna entre madres trabajadoras en función de la presencia o no de salas de lactancia en sus lugares de trabajo.

Métodos: incluimos madres de diferentes instituciones cuyos bebés tenían entre 6 y 35 meses ($n = 158$) y se aplicó un cuestionario *ad hoc* para evaluar la lactancia materna, la lactancia materna exclusiva (LME), la lactancia materna parcial (LMP) y el uso de sucedáneos de la leche humana (SLH). Se compararon dos grupos: madres trabajadoras con una sala de lactancia en su lugar de trabajo ($n = 76$) y madres trabajadoras sin este recurso ($n = 82$).

Resultados: la duración de la lactancia (7,5 vs. 5,0 meses, $p < 0,001$) y LME (3,0 vs. 1,2 meses, $p = 0,005$) fueron mayores en las madres que tenían sala de lactancia. El uso de SLH fue más corto en las madres que tenían sala de lactancia (2,5 vs. 10,0 meses, $p = 0,001$). Hubo más madres trabajadoras que amamantaron más de seis meses (75,0 % vs. 48,8 %) [OR = 3,15 (IC 95 %: 1,60-6,19), $p = 0,001$] y 12 meses (31,6 % vs. 14,6 %) [OR = 2,69 (IC 95 %: 1,23-5,87), $p = 0,014$] cuando había salas de lactancia disponibles en sus lugares de trabajo.

Conclusión: la presencia de una sala de lactancia en el lugar de trabajo se asoció a una mayor frecuencia y duración de la lactancia materna.

Palabras clave:

Sala de lactancia.
Lugar de trabajo.
Madres trabajadoras.
Lactancia materna.

Received: 07/07/2020 • Accepted: 22/07/2020

Conflicts of interest: the authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: We thank the institutions that collaborated for the study and the participating mothers; Jocelyn González, Jesús Villanueva, and Perla García for the data collection; and Mr. Alejandro Gaytán and Dr. Ana Sandoval for their professional advice.

Ibarra-Ortega A, Vázquez-Garibay EM, Larrosa-Haro A, Castro-Albarrán J, Vizmanos-Lamotte B. Using a lactation room at the workplace is associated with longer breastfeeding duration in working mothers. Nutr Hosp 2020;37(5):918-925

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03242>

Correspondence:

Edgar M. Vázquez Garibay, Nuevo Hospital Civil de Guadalajara "Dr. Juan I. Menchaca". Salvador Quevedo y Zubieta 876. Independencia Oriente 44340. Guadalajara, Jalisco, México
e-mail: vasquez.garibay@gmail.com

INTRODUCTION

There is scientific evidence for the superiority of human milk over human milk substitutes (HMS). Breastfeeding (BF) prevents infectious diseases, reduces the probability of morbidity and mortality in infants, and prevents future non-communicable diseases such as hypertension, diabetes mellitus, and obesity (1). Additionally, BF has a favorable effect on the mother's health (2). Moreover, it is economically beneficial to the family (3), the institutions that encourage BF (4,5), and the health system (6). Another benefit is that BF may contribute to environmental sustainability and food security (7).

However, several factors are predictive of BF abandonment, such as working while breastfeeding and low milk production perception (8,9). The availability of a space at the workplace for breast pumping during the workday could help mothers to maintain milk production, encourage breastfeeding for a longer duration, and facilitate role combination as mothers and employees or professionals. In countries such as Taiwan, Thailand, and the United States, the availability of an adequate space for BF at the workplace has proven to be effective in increasing the practice of BF, and was associated with a BF duration of at least six months in working mothers (10-12).

Mexico began providing human milk extraction spaces at workplaces in 2014 (13); however, there is no scientific evidence for their utilization and association with breastfeeding practice and duration. The objective of this study was to compare the frequency and duration of breastfeeding among working mothers based on the presence of lactation rooms at their workplaces in the city of Guadalajara, Mexico.

MATERIAL AND METHODS

STUDY DESIGN

In an analytical cross-sectional study and with sampling carried out at concentration sites we surveyed mothers who worked at institutions with more than 251 employees. These institutions belonged to the three predominant economic units in Guadalajara, Mexico, according to the Directory of Economic Units interactive tool (14). The economic units included manufacturing, governmental, and health services/social assistance units. Two types of economic units were eliminated: 1) business support services unit, which was eliminated because mother location was confidential; and 2) the wholesale trade unit, which was eliminated because either they had no female staff, the children of the female staff were older than three years, or the institution did not want to participate.

The sampling system was not probabilistic at the site of concentration. Finally, 25 institutions were included, of which 12 had lactation rooms. We created a directory of the selected institutions with their identification data. The corresponding persons at the selected institutions were contacted by telephone. They subsequently received emails containing information about the study (nature of the study, risks, benefits, and data confidentiality) and an invitation to participate.

The institutions that agreed to participate scheduled an appointment with the corresponding authority to briefly explain the project, answer questions, deliver the official document for participation, and request the support of the Human Resources department. In that department, a list of women who had infants between the ages of six and 35 months was requested; mothers were located and invited to participate. Each mother who agreed to participate signed the written informed consent form before the face-to-face questionnaire was administered. Additionally, the person in charge of the Human Resources department answered questions on the registration sheet about the institution's characteristics.

PARTICIPANTS

We enrolled healthy mothers in the study. Mothers who had children aged between 6 and 35 months, those who had term pregnancies, and those whose children were born with adequate weight for the gestational age were included in the study. On the other hand, mothers who had physical or mental conditions that prevented them from breastfeeding, those who had multiple pregnancies, and those whose newborns had genetic, congenital, or chronic conditions that prevented them from sucking correctly, were excluded from the study. Additionally, mothers with incomplete information were excluded. The sample size was calculated with a significance level of 0.05, β -value of 0.20. This resulted in a sample size of 140. We included 30 % more participants to account for lost participants, therefore, we enrolled in 182 working mothers.

Twenty-six questionnaires were eliminated because either the mothers were working elsewhere, the mothers were not working when they started breastfeeding, or their working activities did not allow them to complete the survey. The participants were surveyed between April and July 2018, with the support of three researchers trained to complete the questionnaire.

QUESTIONNAIRE

We used an *ad hoc* questionnaire composed of 127 items. We asked questions about the duration of BF, exclusive breastfeeding (EBF), partial breastfeeding (PBF), predominant breastfeeding (PrBF), and HMS. We also asked questions about the mother's characteristics and identification data, the institutions' traits, and the type of infant feeding. The socioeconomic status of mothers was obtained using a survey developed by the Mexican Association of Market Research Agencies (15).

Partial breastfeeding was divided into three categories according to the maternal perception of human milk feeding (either directly from the breast or extracted), and compared to HMS utilization—when working mothers feed their infants with more human milk than HMS (more than half BF), less human milk than HMS (less than half BF), or to a similar proportion (half-and-half BF and HMS). In addition, to evaluate the presence of a lactation room at the workplace, we also evaluated their utilization, so we asked the mothers who had lactation rooms if they used it for subgroup analysis.

STATISTICAL ANALYSIS

We reported quantitative data as mean and standard deviation if they showed a normal distribution, or as medians and 25th to 75th percentiles (Shapiro–Wilk test). Comparisons between mothers with and without a lactation room were performed either with the t-test for independent samples, if data were normally distributed, or with the Mann-Whitney U-test for non-normal data. Comparisons between mothers who used the lactation room, women who did not use it, and women who did not have a lactation room were performed using the Kruskal-Wallis test and Dunn's post-hoc test.

For qualitative data, results are reported as frequencies and percentages. We used Fisher's exact test to compare frequencies between mothers with and without a lactation room. The χ^2 test was performed to compare frequencies between mothers that used, did not use, or did not have a lactation room at the workplace. We used multiple t-tests for proportions, with Bonferroni adjustment as a post-hoc test. Additionally, we analyzed the association between the existence of a lactation room at the workplace (predictive variable) and both duration of BF, EBF, PBF, and HMS (dependent variable), and type of BF at sixth month (EBF vs. PBF) using binomial logistic regression (odds ratios [OR] and 95 % confidence intervals [95 % CI]). We performed the data analysis with IBM's SPSS software version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY,

USA), and the graphs were plotted with GraphPad Prism, version 7.05 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, USA).

ETHICAL CONSIDERATIONS

This study adhered to the guidelines of the Declaration of Helsinki, as amended at the 64th Annual Assembly organized by the World Medical Association (2013). The protocol was approved by the Research, Ethics in Research, and Biosafety Committees of the University Health Sciences Center, University of Guadalajara (No. CI-05918).

RESULTS

INSTITUTION CHARACTERISTICS

There were participating 19 public and six private institutions. Ten public participating institutions and two private participating institutions had a lactation room. The most common economic unit was the government unit (15/25; 60 %). Most of the surveyed women (99/158; 62.7 %) worked in a government unit, and most of the government units (8/12; 66.7 %) had lactation rooms (Table I).

Table I. Participating institutions and women

Institution with lactation room (n = 12)	Participating working mothers (n = 76)	Institution without lactation room (n = 20)	Participating working mothers (n = 82)
	n		n
Company 1 (SAS) (PUB)	8	Company 13 (Man)	4
Company 2* (G) (PUB)	4	Company 14 (Man)	3
Company 3 (SAS) (PUB)	5	Company 15 (SAS) (PUB)	4
Company 4* (Man)	7	Company 16 (SAS)	9
Company 5* (G) (PUB)	2	Company 17 (SAS) (PUB)	8
Company 6 (G) (PUB)	22	Company 18 (G) (PUB)	2
Company 7 (G) (PUB)	2	Company 19 (G) (PUB)	3
Company 8* (G) (PUB)	4	Company 20 (G) (PUB)	4
Company 9* (SAS)	1	Company 21 (G) (PUB)	2
Company 10* (G) (PUB)	3	Company 22 (Man)	4
Company 11 (G) (PUB)	2	Company 23 (G) (PUB)	14
Company 12* (G) (PUB)	16	Company 24 (G) (PUB)	2
		Company 25 (G) (PUB)	3
		Company 2* (G) (PUB)	2
		Company 4* (Man)	1
		Company 5* (G) (PUB)	1
		Company 8* (G) (PUB)	5
		Company 9* (SAS)	5
		Company 10* (G) (PUB)	3
		Company 12* (G) (PUB)	3

*Some working women at the same institution, during their lactation period, did not have a lactation room because the institution had not yet implemented one; G: Government; SAS: health and social assistance services; PUB: public sector; Man: manufacturing.

MOTHERS' CHARACTERISTICS

We analyzed data from 158 mothers with complete data; 76 had a lactation room at the workplace, and 82 did not have this resource. Maternal age ranged from 21 to 46 years; women with a lactation room at the workplace were significantly older, had heavier pre-gestational weight, and had a higher BMI than those without a lactation room. The proportion of infants by age group and mother's education did not differ significantly between the groups. There were similar results for the categories of socio-economic level, except for the medium-low level and lower level; this category had significantly fewer working mothers with lactation room vs. mothers without it. There was a significantly lower proportion of single working mothers and a higher number of married working mothers with lactation rooms than of those without lactation rooms. The percentages of working mothers, according to economic activity, except for the governmental unit, were similar. A significantly higher proportion of working

mothers with a lactation room was working in a governmental unit (Table II).

Three of the 12 institutions continuously educated mothers on BF, and 6/12 institutions had personnel in charge of the lactation room (4/6 personnel were trained in BF). No institution received external advice on BF. Eight of the 12 institutions promoted the use of the lactation room by employing at least one institutional resource (printed, electronic, or invitation of personnel). The remaining four did not use any institutional resources. Eight of the 12 institutions had not institutional promotion; the diffusion of the area was person-to-person. Only one mother reported not knowing about the existence of a lactation room at her workplace.

LACTATION ROOM CHARACTERISTICS

Four of the 12 institutions had an always-open lactation room, 7/12 required the mothers to request a key to use it, and 1/12 had

Table II. Working mothers' characteristics based on the presence of a lactation room at the workplace (n = 158)

Variable	With lactation room (n = 76)	Without lactation room (n = 82)	p
Age (years) ^a	34.9 ± 4.3	31.4 ± 4.7	< 0.001
Height (cm)	161.8 ± 6.2 ^c	161.8 ± 6.8 ^d	0.999
Pre-gestational weight (kg) ^b	65.0 (58.5-74.0) ^c	61.0 (54.5-67.5) ^d	0.027
Pre-gestational BMI (kg/m ²)	25.0 (22.1-27.7) ^c	23.4 (21.5-25.6) ^d	0.040
<i>Infant age</i>			
6 to 12 months ^e	22 (28.9)	24 (29.3)	1.000
13 to 24 months	30 (39.5)	38 (46.3)	0.424
25 to 35 months	24 (31.6)	20 (24.4)	0.375
<i>Education</i>			
High school or lower	16 (21.1)	22 (26.8)	0.458
College or higher	60 (78.9)	60 (73.2)	
<i>Socioeconomic status^f</i>			
High (AB)	36 (47.4)	29 (35.4)	0.147
Medium-high (C+)	28 (36.8)	30 (36.6)	1.000
Medium (C)	8 (10.5)	10 (12.2)	0.806
Medium-low or lower (C- or lower)	4 (5.3)	13 (15.9)	0.040
<i>Marital status</i>			
Single	13 (17.1)	30 (36.6)	0.007
Married	60 (78.9)	48 (58.5)	0.006
Other	3 (4.0)	4 (4.9)	1.000
<i>Industry activity</i>			
Manufacturing	7 (9.2)	12 (14.6)	0.336
Governmental	55 (72.4)	44 (53.7)	0.021
Health services/Social assistance	14 (18.4)	26 (31.7)	0.068

^a Data expressed as mean ± standard deviation; ^b Data expressed as median (25th-75th percentiles); ^c n = 72; ^d n = 81; ^e Data expressed as frequency (percentage);

^f Categories according to the Mexican Association of Market Research Agencies (AMAI).

an established schedule. One of the rooms did not have personnel in charge during the afternoon work shift and remained closed to mothers during these working hours. Some lactation rooms were not adequately equipped, according to the breastfeeding guide at the workplace (16). Eleven out of 12 lactation rooms had refrigeration equipment, 6/12 had a sink, and 4/12 offered breast pumps, mostly manual. Two lactation rooms were difficult to clean following milk spillage because one had a carpet on the floor, and the other room had a cloth armchair.

Of the 76 mothers with a lactation room, 41 used it, and 35 did not. The most common reasons for using it were that the rooms were comfortable (15/41, 36.7 %), convenient and private (14/41, 34.1 %), and hygienic (10/41, 24.4 %). On the other hand, the most common reasons for not using the lactation rooms were that they had decided to stop breastfeeding (8/35, 22.9 %), they had extracted the milk at home or in the office (7/35, 20.0 %), they did not have enough time (5/35, 14.3 %), and the lactation room was closed (4/35, 11.4 %).

Most mothers continued breastfeeding when they returned to their jobs after maternity leave (122/158, 77.2 %). Among these mothers, 64/76 had a lactation room, and 58/82 did not. On the other hand, 12 mothers with a lactation room and 24 without this resource abandoned BF when they returned to work. Notably, all the mothers that stopped BF among the mothers with a lactation room reported that they were not using it.

FEEDING DURATION

All mothers reported that they were initially breastfeeding, but feeding duration differed depending on whether they had a lacta-

tion room at the workplace or not. BF and EBF lasted significantly longer among mothers with a lactation room. The length of HMS utilization was significantly shorter among mothers with a lactation room. PBF was not significantly different between groups (Fig. 1). When we performed a sub-analysis, we found that mothers who used a lactation room had significantly longer BF and EBF duration and shorter HMS utilization period than those who did not use a lactation room or those without a lactation room. For these three feeding types (BF, EBF, and HMS), mothers that did not use a lactation room, and those without a lactation room had similar results. PBF duration showed no significant differences between groups (Fig. 1B).

When the BF duration was categorized (< 6 vs. ≥ 6 and < 12 vs. ≥ 12 months), we found that mothers with a lactation room were about three times and two and half times more likely to BF for ≥ 6 and ≥ 12 months, respectively, compared to mothers without a lactation room. It was more likely to reach the EBF recommendation for six months with a lactation room; likewise, to offer PBF for more than six months. On the other hand, mothers were more likely to feed their infants with HMS for less than six months when they had a lactation room. Similarly, mothers with a lactation room were about three times more likely to feed their infants with EBF (instead of PBF) than those without a lactation room (Table III).

We compared the use of human milk vs. HMS utilization in mothers who provided PBF. There was a significantly higher percentage of working mothers who preferred breastfed to the use of HMS (more than half of the mothers in the category), when they had a lactation room and used (Fig. 2). One hundred and nineteen participants were included in this analysis because 39 (24.7 %) of them reported that they never provided PBF.

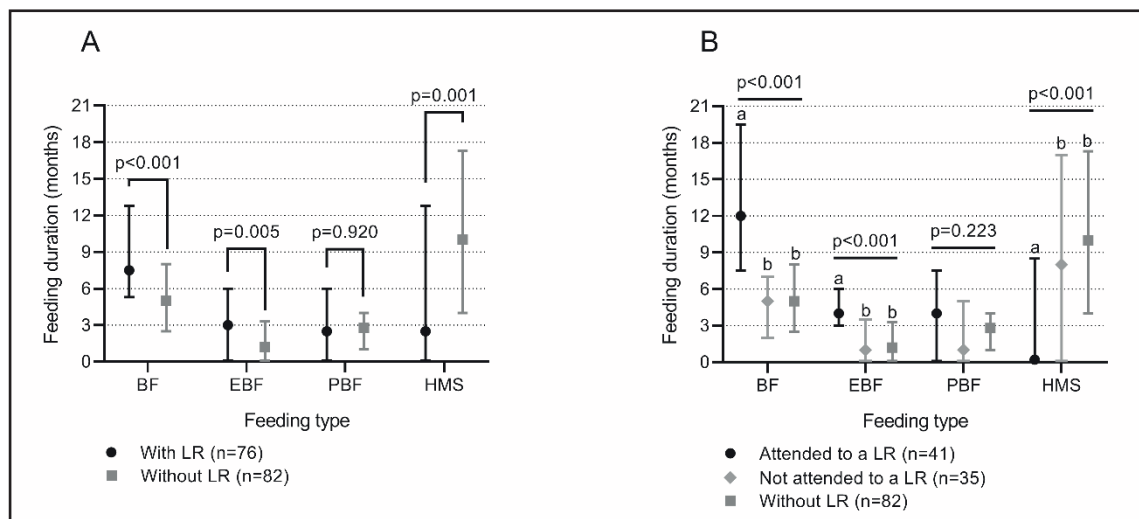


Figure 1.

Feeding type duration depending on: a) the existence of a lactation room at the workplace, or b) the existence and utilization of a lactation room at the workplace. Data are expressed as median and 25th-75th percentiles. The p-values were calculated using the Mann-Whitney U-test (A) or Kruskal-Wallis test (B). Different lowercase letters within feeding types denote significant differences ($p < 0.05$, Dunn's test). BF: breastfeeding; EBF: exclusive breastfeeding; HMS: human milk substitutes; LR: lactation room; PBF: partial breastfeeding.

Table III. Frequency of feeding type duration based on the presence of a lactation room at the workplace (n = 158)

Variable	With lactation room (n = 76)		Without lactation room (n = 82)		p ^a	OR	(95 % CI)
	n	(%)	n	(%)			
<i>BF duration</i>							
≥ 6 months ^b	57	(75.0)	40	(48.8)	0.001	3.15	(1.60-6.19)
< 6 months	19	(25.0)	42	(51.2)			
≥ 12 months ^b	24	(31.6)	12	(14.6)	0.014	2.69	(1.23-5.87)
< 12 months	52	(68.4)	70	(85.4)			
<i>EBF duration</i>							
6 months ^b	23	(30.3)	12	(14.6)	0.022	2.53	(1.16-5.54)
< 6 months	53	(69.7)	70	(85.4)			
<i>PBF duration</i>							
≥ 6 months ^b	21	(27.6)	15	(18.3)	0.187	1.71	(0.80-3.62)
< 6 months	55	(72.4)	67	(81.7)			
<i>HMS duration</i>							
< 6 months ^b	43	(56.6)	27	(32.9)	0.004	2.65	(1.39-5.07)
≥ 6 months	33	(43.4)	55	(67.1)			
<i>Type of BF at 6th month^c</i>							
EBF ^b	29	(43.9)	15	(20.8)	0.006	2.98	(1.41-6.29)
PBF	37	(56.1)	57	(79.2)			

BF: breast feeding; EBF: exclusive breast feeding; PBF: partial breastfeeding; HMS: human milk substitutes; OR: odds ratio; CI: confidence interval. ^ap-value obtained from Fisher's exact test; ^bTested category to calculate OR and 95 % CI; OR for the selected category when there was a lactation room at the workplace; ^cn = 138 (66 with lactation room vs 72 without lactation room), excluding 15 participants that reported HMS during the sixth month and 5 with predominant BF.

DISCUSSION

The results obtained emphasize the need to provide lactation rooms at the workplace to enable mothers to achieve the recommended EBF for six months and BF duration above six months and even 12 months. This could be because mothers can empty their breasts and maintain their breast milk supply (17). Similarly, a lactation room might help deal with the common barriers to BF when returning to work (18,19). In a study conducted in Taiwan, the authors observed a similar result. The availability of a lactation room was a predictor of breastfeeding for more than six months (10). This reduced the health risks of the mother and infant (1,2), and reduced cost for society and institutions that support breastfeeding (4-6). Additionally, some lactation rooms provided either a manual or electric extractor, which facilitates and optimizes extraction (20).

In addition to the implementation of lactation rooms, mothers should be encouraged to use these rooms for better results of BF duration and frequency. In the present study, we observed

a longer BF duration among mothers who used the lactation room compared to those who had the resource and did not use it, and those who did not have a lactation room.

Significantly predominated women who worked in institutions of governmental economic activity and the public sector that had lactation room. On the contrary, there were more women who worked in private institutions that did not have a lactation worker (p = 0.01). This finding is similar to that of a study in Pakistan, which reported that breastfeeding support was higher in public and multinational institutions (21). Only three institutions had an internal breastfeeding support policy. Two of them were public hospital institutions and the other was the Secretary of Health that regulates the previous two. These institutions were represented by 15 women (9.5 % of the total sample and 19.8 % of the sample of women with lactation rooms).

It is important to convince managers of the benefits of having a lactation room not only for the mother and her infant but also for the company. The institution itself benefits because staff loss or turnover decreases, absences are reduced, the mother returns

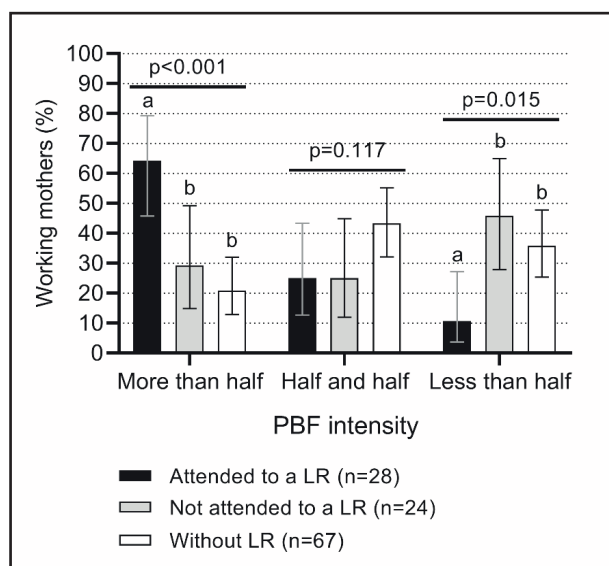


Figure 2.

Partial breastfeeding (PBF) intensity in working mothers depends on the existence of a lactation room (LR) at the workplace and its utilization ($n = 119$). Data are expressed as percentage and 95 % confidence intervals of working mothers within each PBF intensity category. Categories represent the mothers' perceived proportion of human milk vs. HMS utilization: more than half: when working mothers feed their infants with more human milk than HMS; less than half: when working mothers feed their infants with less human milk than HMS; half and half: when working mothers feed their infants with similar proportions. The p-values were calculated using the χ^2 test. Different letters denote significant differences ($p < 0.05$) between PBF intensity categories (multiple t-tests for proportions with Bonferroni correction).

early from her maternity leave, productivity is increased, and the corporate image is improved (3-5).

It is important to highlight that the PBF duration did not differ according to the presence or use of a lactation room. Nonetheless, due to the analysis of PBF intensity, we demonstrated that the presence and utilization of a lactation room promote human milk feeding over the use of HMS. Additionally, previous studies suggest that both EBF and PBF are preventive factors for child overweight and allergies, while PBF tends to be less protective than EBF. It remains to be determined whether the categorization of PBF intensity would yield different results (22,23). Therefore, when assessing PBF, we recommend evaluating its intensity to deepen in the analysis.

To our knowledge, this is one of the few studies in Mexico (24) to show that mothers who have a lactation room at their workplace report more than six months of BF, higher adherence to EBF, and shorter duration of HMS use. We know that other factors may influence the practice of BF, regardless of whether mothers have a lactation room at their workplace or not (25). Therefore, future studies should analyze the effect of such variables on the presence of a lactation room to design interventions and political strategies to promote variables associated with extended BF among working mothers.

One of the most important limitations of this study, due to reporting and memory bias, is that infant feeding was evaluated retrospectively. However, a retrospective assessment was necessary because mother-infant dyads required time of exposure to the lactation room. The duration of the BF was measured, and mothers were asked if they achieved EBF for six months. Another limitation is that most of the mothers worked in governmental (and public) institutions. Therefore, results might not represent the feeding type in mothers who work in private institutions and other public institutions.

Access to institutions was difficult. More than half of the initially selected institutions did not want to participate. Some of the reasons (aside from the exclusion criteria) were the existence of bureaucratic procedures, the lack of personnel to whom the participation request could be sent, and the existence of internal regulation that restricts access by external people. Another obstacle was that most of the institutions did not have a lactation room, although it is a requirement by law in Mexico (13).

We suggested ways to improve and promote the use of lactation rooms in other institutions. These operation and equipment characteristics have been studied in other countries (26). These results should be considered in the legal framework along with industry concerns (27) to increase the availability of lactation rooms at the workplace to guarantee the working mothers' right to continue BF.

CONCLUSION

The presence of a lactation room at the workplace was associated with more extended BF and EBF, and shorter HMS duration in working mothers. However, having a lactation room but not using it resulted in shorter BF and EBF duration, and higher dependence on HMS, similarly to not having a lactation room.

REFERENCES

1. León-Cava N, Lutter C, Ross J, Luann-Martin MA. Quantifying the benefits of breastfeeding: A summary of the evidence. Washington, D.C.: OPS; 2002. [Accessed in November 2019]. Available from: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/benefitsLM.pdf>
2. Schwarz EB, Nothnagle M. The maternal health benefits of breastfeeding. *Am Fam Physician* 2015;91:603-4.
3. Cuevas-López LL. Impacto en la economía familiar por uso de sucedáneos de leche materna en bebés sanos y uso de fórmulas especiales. *Pediatría Mex* 2010;12:23-8.
4. Slavit W. Investing in workplace breastfeeding programs and policies: An employer's toolkit. Washington DC: Center for Prevention and Health Services, National Business Group on Health; 2009. [Accessed on October 23, 2017]. Available from: http://www.businessgrouphealth.org/healthtopics/breastfeeding/docs/BF_entire_toolkit_FINAL.pdf.
5. U.S. Breastfeeding Committee. Statement on Lactation Accommodations in the Workplace. Washington, DC: United States Breastfeeding Committee; 2010. [Accessed on October 23, 2017]. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewid-llmfoPboAhXYVcOKHY-2BTKQFJAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.usbreastfeeding.org%2Fdo%2Fdo%2F415&usq=A0vVaw2eXQn3b4Df-uk-cV1qz7ioy>.

6. Colchero MA, Contreras-Loya D, Lopez-Gatell H, González de Cosío T. The costs of inadequate breastfeeding of infants in Mexico. *Am J Clin Nutr* 2015; 101:579-86. DOI: 10.3945/ajcn.114.092775
7. Coutsoudis A, Coovadia HM, King J. The breastmilk brand: promotion of child survival in the face of formula-milk marketing. *Lancet* 2009;374:423-5. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60661-9
8. Iellamo A, Sobel H, Engelhardt K. Working mothers of the world health organization Western Pacific Offices: lessons and experiences to protect, promote, and support breastfeeding. *J Hum Lact* 2015;31:36-9. DOI: 10.1177/0890334414558847
9. González de Cosío T, Escobar-Zaragoza L, González-Castell LD, Rivera-Dommarco JA. Infant Feeding Practices and Deterioration of Breastfeeding in Mexico. *Salud Publica Mex* 2013;55:S170-9. PMID: 24626693
10. Tsai SY. Impact of a breastfeeding-friendly workplace on an employed mother's intention to continue breastfeeding after returning to work. *Breastfeed Med* 2013;8:210-6. DOI: 10.1089/bfm.2012.0119
11. Yimyan S, Hanpa W. Developing a workplace breast feeding support model for employed lactating mothers. *Midwifery* 2014;30:720-4. DOI: 10.1016/j.midw.2014.01.007
12. Bai Y, Wunderlich SM. Lactation accommodation in the workplace and duration of exclusive breastfeeding. *J Midwifery Womens Health* 2013;58:690-696. DOI: 10.1111/jmwh.12072
13. Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Salud, primera sección, decreto (02-04-2014). [Accessed in November 2017]. Available from: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5339161&fecha=02/04/2014
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. DENEUE Interactivo 2017. Mexico: INEGI; 2017. [Accessed on November 19, 2017]. Available from: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
15. Asociación Mexicana de agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión Pública, nivel socioeconómico (NSE/AMAI) [Internet], México: AMAI; 2017 [updated in 2017]. [Accessed on October 15, 2017]. Available from: <http://nse.amai.org/nseamai2/>
16. Secretaría de Salud, Instituto Mexicana del Seguro Social, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Secretaría del trabajo y previsión social. Guía de fomento de una cultura de lactancia materna en los centros de trabajo: instalación y funcionamiento de salas de lactancia. Mexico City: STPS; 2018. [Accessed on November 17, 2019]. Available from: <https://www.unicef.org/mexico/media/1911/file/Guia%20de%20Lactancia%202018.pdf>
17. Kent JC, Prime DK, Garbin CP. Principles for maintaining or increasing breast milk production. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 2012;41:114-21. DOI: 10.1111/j.1552-6909.2011.01313.x
18. Desmond D, Meaney S. A qualitative study investigating the barriers to returning to work for breastfeeding mothers in Ireland. *Int Breastfeed J* 2016;11:1-9. DOI: 10.1186/s13006-016-0075-8
19. Burns E, Triandafilidis Z. Taking the path of least resistance: a qualitative analysis of return to work or study while breastfeeding. *Int Breastfeed J* 2019;4:15. DOI: 10.1186/s13006-019-0209-x
20. Prime DK, Garbin CP, Hartmann PE, Kent JC. Simultaneous breast expression in breastfeeding women is more efficacious than sequential breast expression. *Breastfeed Med* 2012;7:442-7. DOI: 10.1089/bfm.2011.0139
21. Soomro JA, Shaikh ZN, Bijarani SA, Saheer TB. Factors affecting breastfeeding practices among working women in Pakistan. *East Mediterr Health J* 2016;22:810-6. DOI: 10.26719/2016.22.11.810
22. Park SJ, Lee HJ. Exclusive breastfeeding and partial breastfeeding reduce the risk of overweight in childhood: A nationwide longitudinal study in Korea. *Obes Res Clin Pract* 2018;12:222-8. DOI: 10.1016/j.orcp.2018.01.001
23. Chiu CY, Liao SL, Su KW, Tsai MH, Hua MC, Lai SH, et al. Exclusive or partial breastfeeding for 6 months is associated with reduced milk sensitization and risk of eczema in early childhood: The PATCH Birth Cohort Study. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e3391. DOI: 10.1097/MD.0000000000003391
24. Navarro-Estrella M, Duque-López MX, Trejo y Pérez JA. Factores que influyen en el abandono temprano de la lactancia por mujeres trabajadoras. *Salud Publica Mex* 2003;45:276-84.
25. Thulier D, Mercer J. Variables associated with breastfeeding duration. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 2009;38:259-68. DOI: 10.1111/j.1552-6909.2009.01021.x
26. Sturtevant C, Huebner C, Waite W. An Evaluation of On-Campus Lactation Spaces for Student-Parents [published online ahead of print, 2020 Jan 2]. *J Hum Lact* 2020;890334419888715. DOI: 10.1177/0890334419888715
27. Fernandes VMB, Santos EKAD, Erdmann AL, Pires DEP, Zampieri MFM, Gregório VRP. Establishment of lactation rooms in public and private companies: potentialities and difficulties. *Rev Gaucha Enferm* 2017;37:e201600446. DOI: 10.1590/1983-1447.2016.esp.2016-0046



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Nutrición en el anciano

Valoración geriátrica integral en una comunidad marginal de Ecuador *Comprehensive geriatric assessment in a marginal community of Ecuador*

Ludwig R. Álvarez Córdova^{1,2}, Reyes Artacho³, Cecilia Arteaga¹, Diana Fonseca Pérez¹, Víctor H. Sierra Nieto¹
y María Dolores Ruiz-López^{3,4}

¹Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. ²Programa de Doctorado en Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Universidad de Granada. Granada, España. ³Departamento de Nutrición y Bromatología. Universidad de Granada. Granada, España. ⁴Instituto de Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Universidad de Granada. Granada, España

Resumen

Antecedentes: los adultos mayores presentan enfermedades que pueden repercutir en sus parámetros funcionales, psicológicos y sociales. La Valoración Geriátrica integral (VGI) se utiliza como herramienta de evaluación de estos parámetros a través del uso de instrumentos validados, sencillos y de fácil aplicación.

Objetivo: determinar el estado de salud de los adultos mayores en un área urbano-marginal de Guayaquil (Ecuador) mediante la VGI, como primer paso para poder establecer un plan de cuidados coordinado en las áreas estudiadas.

Material y métodos: estudio transversal de 196 sujetos mayores de 65 años que acuden a un centro de salud comunitario de atención primaria en Guayaquil y a los que se les ha realizado una VGI.

Resultados: los participantes tenían una edad media de 70.9 ± 7.1 años. Variables demográficas: el 73 % eran afroecuatorianos, el 69 % tenían instrucción básica y el 57 % no realizaban ninguna actividad física. Evaluación clínica: el 47,4 % presentaban dificultad de visión, el 52 % riesgo nutricional y el 6 % desnutrición. Valoración social: el 13 % tenían deterioro social severo; el 40 % presentaban algún deterioro cognitivo y el 8,2 % tenían depresión; el 46,9 % eran funcionalmente dependientes y el 16,8 % presentaban dinapenia.

Conclusiones: la VGI permite identificar los principales problemas de salud de esta población, por lo que se considera una herramienta práctica y fácil de aplicar en los centros de atención primaria de las poblaciones urbano-marginales, como primer paso para mejorar el estado de salud de esta población mayor que en los últimos años está creciendo de forma importante en los países en vías de desarrollo tales como Ecuador.

Palabras clave:

Adulto mayor.
Evaluación geriátrica
integral. Atención
primaria.

Abstract

Background: older adults suffer from diseases that can affect their functional, psychological and social parameters. The Comprehensive Geriatric Assessment (CGA) is used as an evaluation tool for these parameters through the use of validated, simple and easy-to-apply instruments.

Objective: to report the health status of older adults who attend a primary care center in an urban-marginal area of Guayaquil (Ecuador) through CGA, as a first step in order to establish a coordinated care plan in the areas studied.

Material and methods: a cross-sectional assessment of 196 aged subjects with a median age of 70.9 years (83 % females) who attended a Primary Care Community Health Center in Guayaquil. Nutritional, social, demographic, functional, and cognitive variables were assessed.

Results: participants had a mean age of 70.9 ± 7.1 years. Demographic variables: 73 % were Afro-Ecuadorian, 69 % had basic education, and 57 % performed no physical activity. Clinical assessment: 47.4 % presented with vision impairment, and 37.8 % with hearing problems; 52 % had nutritional risk and 6 % malnutrition. Social valuation: 13 % had severe social deterioration; 40 % had some cognitive impairment, and 8.2 % had depression; 46.9 % were functionally dependent, and 16.8 % had dynapenia.

Conclusions: CGA allows to identify major health problems in this population, which is why it is considered a practical and easy tool to apply in primary care centers in marginal urban populations as a first step to improve health status for this older population, which in recent years is growing significantly in developing countries such as Ecuador.

Keywords:

Aged adult. Geriatric
assessment. Primary
Health Care.

Recibido: 13/02/2020 • Aceptado: 18/07/2020

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Financiación: La financiación del estudio se realizó con fondos de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (Ecuador). Los autores dan las gracias a la "Fundación Acción Solidaria" (Guayaquil) por brindar sus instalaciones para la realización del estudio.

Álvarez Córdova LR, Artacho R, Arteaga C, Fonseca Pérez D, Sierra Nieto VH, Ruiz-López MD. Valoración geriátrica integral en una comunidad marginal de Ecuador. Nutr Hosp 2020;37(5):926-932

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03040>

Correspondencia:

Ludwig R. Álvarez Córdova. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Av. Pdte. Carlos Julio Arosemena Tola. Guayaquil 090615. Ecuador
e-mail: ludwig.alvarez@cu.ucsg.edu.ec

INTRODUCCIÓN

El mundo está experimentando un envejecimiento poblacional acelerado, atribuido a una transición demográfica y epidemiológica, así como a un aumento de la expectativa de vida de la población; este fenómeno registra un mayor crecimiento en países en vías de desarrollo que en países desarrollados (1). En Ecuador, la expectativa de vida media es de 75 años; los mayores de 65 años suponen un 6,5 % de la población total, con una distribución del 53 % para las mujeres y del 47 % para los hombres (2,3), y se estima que alcanzarán un 16,5 % en 2050 (4). Este rápido envejecimiento poblacional está planteando retos importantes al sistema de salud del país, no solo por el incremento del número de consultas médicas, sino porque los mayores representan un mayor costo por prestación médica, con un valor de 27,41 \$ por consulta (5). Además, solo el 25 % están afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), lo cual indica que, por los escasos recursos económicos y el alto costo del sistema sanitario, su acceso es limitado (3).

La población mayor es susceptible de presentar más de una enfermedad crónica no transmisible (ECNT), alteraciones sensoriales, malnutrición, deterioro funcional y cognitivo, depresión y un bajo apoyo social; todo ello sumado a una falta de expresión de sus propios malestares y a una falta de comunicación con su facultativo, por vergüenza o por la brevedad de la atención en la consulta clásica (6). En conjunto, estas condiciones originan una situación clínica compleja que debe ser abordada de forma conjunta por los distintos profesionales implicados en el cuidado del adulto mayor (7).

La valoración geriátrica integral (VGI) es una herramienta multidimensional y multidisciplinaria diseñada para detectar y cuantificar problemas, necesidades y capacidades del adulto mayor en el área clínica, social, mental y funcional; se emplea con el objetivo de desarrollar un plan coordinado para maximizar la salud general en esta población (8). Los instrumentos empleados son diversos y su uso depende generalmente de las características poblacionales, el tipo de intervención y el nivel de atención sanitaria; así, por ejemplo, la valoración social es una variable de gran relevancia y utilidad en los países en vías de desarrollo (9).

El objetivo de este trabajo fue determinar el estado de salud de los adultos mayores que acuden a un centro de salud comunitario de atención primaria en un área urbano-marginal de Guayaquil (Ecuador), a través de una VGI, como primer paso para establecer un plan de cuidados coordinado en las áreas estudiadas que, mediante la puesta en marcha de planes de intervención, mejoren los problemas de salud detectados y promuevan los aspectos positivos de la salud.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal en individuos con 65 años o más que acudieron a un centro de salud comunitario de atención primaria ubicado en una zona urbano-marginal de la ciudad de Guayaquil (Ecuador). Se incluyeron todos los que asistían regularmente a las prestaciones médicas, nutricionales, psicológicas

y de terapia física, que accedieron voluntariamente a participar y que firmaron un consentimiento informado tras recibir una información verbal y escrita del estudio. Se excluyeron los que padecían demencia u otras enfermedades psiquiátricas con trastornos conductuales y/o incapacitantes, y los que no habían respondido a los cuestionarios proporcionados. El tamaño de la muestra se conformó con todos los adultos mayores que cumplieron los criterios de inclusión citados y que acudieron al centro de salud durante un periodo de 6 meses. El estudio fue aprobado por el comité de bioética del Hospital Clínica Kennedy, y se realizó de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Se analizaron variables sociodemográficas tales como edad, género, etnia, nivel de estudios, estado civil y actividad física. La actividad física se evaluó utilizando el Cuestionario Internacional de Actividad Física para Adultos Mayores, versión corta (IPAQ-E, por sus siglas en inglés), un instrumento de autoinforme validado que suma la duración (minutos) y la frecuencia (días) de diferentes tipos de actividad (10). Se caracterizó como activos a los individuos que realizaban al menos 150 minutos a la semana de actividad física aeróbica de intensidad moderada o, al menos, 75 minutos a la semana de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa o una combinación equivalente de ambas intensidades aeróbicas de intensidad moderada; y como inactivos a quienes no cumplían con estos criterios (11).

VALORACIÓN GERIÁTRICA INTEGRAL

La VGI incluyó una valoración clínica, social, mental y funcional. La información recogida fue registrada en historias clínicas individuales y el tiempo de evaluación requerido fue aproximadamente de 40 minutos por participante.

VALORACIÓN CLÍNICA

Enfermedades crónicas no transmisibles

Se consideró el número de ECNT, no se evaluó el control de las mismas. La pluripatología se determinó como la presencia de dos o más eventos patológicos con diagnóstico ya establecido (12).

Visión

Se preguntó al participante si tenía problemas para ver la televisión, para leer o para ejecutar cualquier actividad de la vida diaria a causa de su vista.

Audición

Se preguntó al participante si tenía dificultad para oír (referido) y se procedió a utilizar el método del susurro. El evaluador se ubicó detrás del paciente, fuera de su campo visual a 60 cm de distancia, realizando este procedimiento para cada oído. Se realizó

presión en el odio no evaluado y se susurraron tres números y tres letras combinadas, para solicitar al paciente que repique lo susurrado. Se consideró sin alteración al paciente que repitió al menos tres de los seis números y letras (13). En caso de error, se repitió el proceso con otros números y letras.

Estado nutricional

Se aplicó la versión larga del test *Mini Nutritional Assessment* (MNA), que considera desnutrición una puntuación menor de 17 y bien nutridos a quienes están por encima de 23,5; las puntuaciones intermedias indican riesgo nutricional (14). Adicionalmente se evaluaron indicadores antropométricos como el peso (kg), la estatura (cm), el índice de masa corporal (IMC [kg/m^2]) y la circunferencia de la pantorrilla (cm). Los puntos de corte del IMC que se tomaron como referencia son los de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo y la Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología, que consideran desnutrición $< 18,4 \text{ kg}/\text{m}^2$, peso insuficiente = $18,5\text{-}22 \text{ kg}/\text{m}^2$, normopeso = $22\text{-}26,9 \text{ kg}/\text{m}^2$, sobrepeso = $27\text{-}29,9 \text{ kg}/\text{m}^2$, obesidad de grado I = $30\text{-}34,9 \text{ kg}/\text{m}^2$, obesidad de grado II = $35\text{-}39,9 \text{ kg}/\text{m}^2$, y obesidad de grado III = $40\text{-}40,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ (15). Toda circunferencia de la pantorrilla menor de 31 cm se consideró como riesgo de desnutrición (16).

Polifarmacia

Se categorizó la polifarmacia en función de la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), catalogándola como el uso de 3 o más medicamentos de forma continua por lo menos durante un mes (17).

VALORACIÓN SOCIAL

Se aplicó la escala de valoración socio-familiar de Gijón, que permite la detección de situaciones de riesgo o problemática social. Se trata de una escala heteroadministrada que consta de 5 ítems o variables (situación familiar, económica, vivienda, relaciones sociales y apoyo social) con 5 posibles categorías en cada una de ellas, estableciendo un gradiente desde la situación social ideal o ausencia de problemática hasta la evidencia de alguna circunstancia o problema social. Los puntos de corte son: ≤ 7 , situación social buena (bajo riesgo de institucionalización); 8-9, situación intermedia; ≥ 10 , deterioro social severo (alto riesgo de institucionalización) (18).

VALORACIÓN MENTAL

Demencia

Se aplicó el test de Pfeiffer, que valora la memoria del paciente con 11 preguntas sobre posibles olvidos a hechos de su vida coti-

diana. Se valora en función de los errores cometidos: 0-2, normal (no hay deterioro cognitivo); 3-4, deterioro cognitivo leve; 5-7, deterioro cognitivo moderado; 8-10 deterioro cognitivo grave (19).

Depresión

Se aplicó la escala geriátrica de Yesavage, un instrumento ampliamente utilizado para el tamizaje de la depresión en adultos mayores, que evalúa la percepción del sujeto sobre cómo se sintió en la última semana, con respuestas de sí/no. Para este estudio se utilizó la versión corta de la escala, compuesta por 15 preguntas. Este cuestionario resulta más sencillo de usar para los pacientes con afecciones físicas que se fatigan con facilidad. Los niveles de depresión se catalogan: 0-5, normal; 6-9, probable depresión; 10 o más, depresión establecida (12).

Valoración funcional

Se aplicó el índice de Barthel, que evalúa las actividades básicas de la vida diaria teniendo como puntos de corte: 0-20, dependencia total; 21-60, dependencia severa; 61-90, dependencia moderada; 91-99, dependencia baja; y 100, independencia (21).

Además se valoró la fuerza de prensión de la mano utilizando un dinamómetro manual (marca Lafayette), utilizándose como referencia los puntos de corte propuestos por el *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2)*, que considera fuerza de prensión baja los valores inferiores a 16 kg para las mujeres y 27 kg para los hombres (22).

Análisis estadístico

El estudio estadístico se realizó con el programa *IBM SPSS Statistics* versión 23. Las variables cuantitativas se muestran como valores medios y desviación estándar (DE), y las variables cualitativas como distribución de frecuencias y porcentajes. Se analizó la comparación de las variables entre los dos grupos aplicando la prueba del "chi cuadrado", considerando como significativas las pruebas estadísticas con un valor p menor de 0,05.

RESULTADOS

Se evaluaron 196 individuos con una edad media de $70,9 \pm 7,1$ años. De ellos, el 83 % eran mujeres y el 17 % hombres. Los resultados de las variables sociodemográficas estudiadas según la etnia se muestran en la tabla I. Un 73,5 % de los participantes eran de etnia afroecuatoriana, un 68,9 % habían realizado estudios básicos y un 25,5 % no tenían ningún tipo de estudios; más del 40 % realizaban algún tipo de actividad física. En la tabla II se indican los resultados obtenidos de la VGI, considerando la etnia.

Tabla I. Variables sociodemográficas según el género

		Hombres (n = 34)		Mujeres (n = 162)		Total (n = 196)		
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Edad (años)		71,7 ± 6,1		70,8 ± 7,2		70,9 ± 7,1		
		n	%	n	%	n	%	Valor p
Etnia	Mestiza	8	23,5	44	27,2	52	26,5	0,663
	Afroecuatoriana	26	76,5	118	72,8	144	73,5	
Nivel de estudios	Sin estudios	9	26,5	41	25,3	50	25,5	0,333
	Básico	24	70,6	111	68,5	135	68,9	
	Bachillerato	0	0,0	9	5,6	9	4,6	
	Superior	1	2,9	1	0,6	2	1,0	
Estado civil	Soltero/a	10	29,4	61	37,7	71	36,2	0,645
	Unión libre	6	17,6	28	17,3	34	17,3	
	Casado/a	10	29,4	35	21,6	45	23,0	
	Divorciado/a	2	5,9	4	2,5	6	3,1	
	Viudo/a	6	17,6	34	21,0	40	20,4	
Actividad física	Inactivo	21	61,8	90	55,6	111	56,6	0,507
	Activo	13	38,2	72	44,4	85	43,4	

DE: desviación estándar.

VALORACIÓN CLÍNICA

En cuanto a la valoración clínica, la pluripatología estuvo presente en el 24,5 % de la población estudiada. El 47,4 % refirieron presentar dificultad para ver la televisión o la lectura y el 37,8 % adujeron problemas auditivos. Referente al estado nutricional, más de la mitad de la población resultó catalogada en riesgo de malnutrición (52,0 %), estando desnutridos el 5,6 %. Según el IMC, el 59,7 % de los participantes presentaban sobrepeso u obesidad y solo el 10,2 % presentaban bajo peso. La circunferencia de la pantorrilla catalogó al 28 % dentro del riesgo de desnutrición. Se constató la polifarmacia en el 30,7 % de los participantes.

VALORACIÓN SOCIAL

La escala social de Gijón mostró que el 59,2 % tenían una buena situación social, y solamente un 13% presentaban deterioro social severo.

VALORACIÓN MENTAL

El 56,1 % de los participantes presentaban un estado cognitivo adecuado y solamente un 3,1 % tenían deterioro severo. La depresión establecida fue reportada por el 8,2 % de la muestra y la depresión leve por el 39,8 %. El 52 % se catalogaron como normales.

VALORACIÓN FUNCIONAL

Un 53,5 % de los participantes se catalogaron como independientes y solamente un 4 % presentaron dependencia severa.

En cuanto a la fuerza de prensión de la mano, el 9,6 % de la población mestiza presentó dinapenia frente a un 19,4 % de los afroecuatorianos.

DISCUSIÓN

El presente estudio diagnosticó el panorama general de salud de una población mayor urbano-marginal aplicando como herramienta la VGI. La VGI no suele utilizarse en los centros de salud comunitarios, ni en una consulta médica tradicional en Ecuador a pesar de que su aplicación permite diagnosticar problemas de salud en todas las esferas, facilitando y mejorando la calidad de vida de este grupo etario. En este sentido, una revisión publicada por Pilotto et al. (9) sobre la utilización de la VGI durante 3 décadas, pone en evidencia su utilidad en programas realizados en los hogares u hospitales, mostrando consistentemente beneficios para los resultados de salud, incluidas la mortalidad, la discapacidad y las funciones cognitivas.

La población evaluada tenía un alto predominio de mujeres; esta condición se conoce como la feminización del envejecimiento (23) y concuerda con el censo poblacional ENSABE 2007 de nuestro país (2). La etnia predominante fue la afroecuatoriana, siendo esta característica sociodemográfica diferente a la reportada en el ENSABE.

Tabla II. Valoración geriátrica integral según la etnia

Valoración clínica								
		Mestiza (n = 52)		Afroecuatoriana (n = 144)		Total (n = 196)		Valor p
		n	%	n	%	n	%	
N.º de enfermedades crónicas no trasmisibles	Ninguna	14	26,9	31	21,5	45	23,0	0,769
	Una	27	51,9	76	52,8	103	52,6	
	Dos o más	11	21,1	37	58,7	48	24,5	
Visión	Sin problemas	28	53,8	75	52,1	103	52,6	0,827
	Con problemas	24	46,2	69	47,9	93	47,4	
Audición	Sin problemas	32	61,5	90	62,5	122	62,2	0,902
	Con problemas	20	38,5	54	37,5	74	37,8	
Test MNA	Malnutrido	4	7,7	7	4,9	11	5,6	0,737
	Riesgo de malnutrición	27	51,9	75	52,1	102	52,0	
	Normal	21	40,4	62	43,1	83	42,3	
Diagnóstico IMC	Desnutrición leve	1	1,9	3	2,1	4	2,0	0,173
	Peso insuficiente	6	11,5	10	6,9	16	8,2	
	Normopeso	8	15,4	51	35,4	59	30,1	
	Sobrepeso	12	23,1	31	21,5	43	21,9	
	Obesidad grado I	17	32,7	35	24,3	52	26,5	
	Obesidad grado II	5	9,6	11	7,6	16	8,2	
	Obesidad grado III	3	5,8	3	2,1	6	3,1	
Circunferencia de la pantorrilla	Sin riesgo	38	73	104	79,6	141	72	0,906
	Con riesgo	14	26	40	20,4	55	28	
Nº de medicamentos/día	Ninguno	33	63,5	63	43,8	96	49,0	0,053
	Uno a dos	7	13,4	33	21,9	40	20,5	
	Tres o más	12	23,1	48	33,3	60	30,7	
Valoración social								
Escala de Gijón	Deterioro severo	5	14,7	21	13,0	26	13,3	0,815
	Deterioro medio	9	26,5	45	27,8	54	27,6	
	Buena situación social	20	58,8	96	59,3	116	59,2	
Valoración mental								
Test de Pfeiffer	Deterioro severo	3	5,8	3	2,1	6	3,1	0,426
	Deterioro moderado	10	19,2	25	17,4	35	17,9	
	Deterioro leve	9	17,3	36	25	45	23	
	Normal	30	57,7	80	55,6	110	56,1	
Escala de Yesavage	Depresión establecida	1	1,9	15	10,4	16	8,2	0,060
	Depresión leve	18	34,6	60	41,7	78	39,8	
	Normal	33	63,5	69	47,9	102	52,0	
Valoración funcional								
Índice de Barthel	Dependencia severa	0	0,0	7	4,9	7	3,6	0,282
	Dependencia moderada	0	0,0	2	1,4	2	1,0	
	Dependencia leve	25	48,1	58	40,3	83	42,3	
	Independencia	27	51,9	77	53,5	104	53,1	
Fuerza prensil de la mano	Normal	47	90,4	116	80,6	163	83,2	0,104
	Dinapenia	5	9,6	28	19,4	33	16,8	

*Diferencia significativa, $p < 0,05$.

La práctica de actividad física es una forma eficiente y rentable de prevenir el deterioro de la capacidad funcional, y es parte de la terapia para el control de las ECNT en los mayores (24). A pesar de que sigue siendo una prioridad clave para la salud pública, en los países con una alta carga de ECNT, las intervenciones actuales no han logrado aumentar sustancialmente la aceptación de la población mayor para aumentar esta actividad. Esto se ha corroborado en una reciente revisión sistemática cuya conclusión resalta que el problema para aumentar los niveles de actividad física en los mayores puede explicarse por un enfoque demasiado centrado en los beneficios exclusivos para la salud, por lo que sugieren que se debería replantear el enfoque y considerar el conjunto más amplio de metas y aspiraciones que sean de importancia personal para los adultos mayores (el valor de la actividad física para crear sentimientos de placer y bienestar), y que las intervenciones deberían centrarse en cómo la actividad física podría contribuir a las satisfacciones de la vida, los objetivos personales de rutinas, las metas personales y las conexiones sociales (25).

En nuestro estudio, el 43,4 % de los participantes practicaban alguna actividad física, datos similares a los reportados por Quino-Ávila y cols., con un 40,7 % (26). Otros autores, al estudiar 387 adultos mayores de la ciudad de Cuenca (Ecuador), utilizaron el test IPAC y encontraron que el 45 % tenían un nivel alto (27).

Analizando la pluripatología y la polifarmacia, el 24,5 % de nuestra población presentaban más de 2 enfermedades, siendo la hipertensión arterial la más frecuente. Porcentajes superiores se describieron en la región, con una prevalencia de ECNT del 98 % de los adultos mayores (28). La polifarmacia ha estado presente en el 30,7 % de los adultos mayores de nuestra investigación, con valores similares (38 %) a los del estudio previamente citado.

El proceso de envejecimiento se acompaña de una serie de acontecimientos que, de no determinarse en su momento, pueden tener efectos deletéreos sobre la calidad de vida del adulto mayor. La disminución de la agudeza visual y de la audición estaban presentes en un 47,4 % y 37,8 %, respectivamente, de la muestra, lo que agrava la situación complicada de este grupo poblacional debido a sus repercusiones en el ámbito funcional, psicológico y social, según lo reportado en estudios previos (29).

Con respecto al estado nutricional, el test MNA puso de manifiesto que más de la mitad de la muestra estudiada presentaba riesgo nutricional, y que el 5,6 % estaban desnutridos. Estos resultados son superiores a los descritos por Muñoz y cols. (30) en la población geriátrica institucionalizada de Colombia (33,3 % de riesgo nutricional).

Aunque en la VGI se recomienda la utilización de test de cribado validados para determinar el estado nutricional (31), es también necesario mencionar que el sobrepeso y la obesidad, según el IMC, afectan a un 59,7 % de la población, y que estas condiciones son uno de los principales factores de riesgo y perpetuación de las ECNT.

En lo referente a la esfera mental, la mitad de los adultos mayores no presentaban problemas de deterioro cognitivo, ni síntomas de depresión. Melo y cols. (32) describieron resultados afines en su población de estudio, en la que el 64 % de la misma presenta-

ban estados mentales sin alteraciones. Estos resultados se alejan de los descritos por Leiton y cols. (33), quienes evidenciaron que el 93,6 % de su población poseían un estado cognitivo normal y el 28,9 % tenían síntomas depresivos.

Más de la mitad de los adultos mayores disfrutaban de una completa independencia para realizar sus actividades de la vida diaria, y el 47 % de los mismos evidenciaban algún grado de dependencia. En contraste, varios estudios en la región han reportado porcentajes de independencia que oscilan entre el 80 % y el 98 % (26,34,35).

La baja fuerza de prensión de la mano se determinó en el 16,8 % de la población total. Datos recientes describen esta condición en el 32 % de los adultos mayores de 60 años ecuatorianos, pero utilizando puntos de corte de < 30 kg para los varones y < 20 kg para las mujeres (35). A nivel mundial, los valores medios de esta variable son sustancialmente menores en los países en vías de desarrollo en comparación con las regiones del mundo desarrollado (36).

La fuerza prensil de la mano se asoció con el estado nutricional de los participantes, sumándose así a las sugerencias expuestas por otros autores sobre el uso de la dinamometría como parte de la valoración nutricional de los adultos mayores (35,37).

Entre las fortalezas del estudio podemos mencionar que es uno de los primeros trabajos que realiza una VGI del adulto mayor ecuatoriano en una población considerada como vulnerable, y supone un primer paso para establecer actuaciones desde los centros de salud comunitarios que mejoren la salud de esta población. La ventaja de la aplicación de la VGI radica en que brinda un enfoque diferente de los riesgos actuales y primordiales de los adultos mayores, generando un acercamiento más preciso, detallado y con mejores perspectivas para mejorar la salud y la calidad de vida de este grupo etario.

Como limitación, debemos indicar que esta investigación es un estudio local y con un tamaño muestral reducido, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela.

Por lo anteriormente expuesto, podemos concluir que la perspectiva de salud de nuestra población urbano-marginal es poco alentadora, conociendo su situación social no favorable y el alto riesgo de malnutrición, siendo la VGI una herramienta práctica para identificar estas condiciones en los centros de atención primaria, especialmente entre las poblaciones vulnerables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y Salud. OMS; 2018. [Acceso 5 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/envejecimiento-y-salud>.
2. Ministerio de Inclusión Económica y Social. Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento SABE I Ecuador 2009-2010. Quito; 2009.
3. INEC. Ecuador. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos; 2010.
4. INEC. Ecuador. Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Quito: Instituto de Estadísticas y Censos, Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (INEC/CEPAL/CELADE); 2003.
5. Ministerio de Salud Pública. Tarifario de prestaciones para Sistema Nacional de Salud de la República del Ecuador; 2014.

6. Picco L, Achilla E, Abidin E, Chong SA, Vaingankar JA, McCrone P, et al. Economic burden of multimorbidity among older adults: impact on healthcare and societal costs. *BMC Health Serv Res* 2016;16:173. DOI: 10.1186/s12913-016-1421-7
7. Franceschi C, Garagnani P, Morsiani C, Conte M, Santoro A, Grignolio A, et al. The Continuum of Aging and Age-Related Diseases: Common Mechanisms but Different Rates. *Front Med* 2018;5:61. DOI: 10.3389/fmed.2018.00061
8. Parker SG, McLeod A, McCue P, Phelps K, Bardsley M, Roberts HC, et al. New Horizons in comprehensive geriatric Assessment. *Age Ageing* 2017;46(5):713-21. DOI: 10.1093/ageing/afx104
9. Pilotto A, Cella A, Pilotto A, Daragjati J, Veronese N, Musacchio C, et al. Three Decades of Comprehensive Geriatric Assessment: Evidence Coming From Different Healthcare Settings and Specific Clinical Conditions. *J Am Med Dir Assoc* 2017;18(2):192.e1-e11. DOI: 10.1016/j.jamda.2016.11.004
10. Hurlig-Wennlöf A, Hagströmer M, Olsson LA. The International Physical Activity Questionnaire modified for the elderly: aspects of validity and feasibility. *Public Health Nutr* 2010;13(11):1847-54.
11. Aparicio-Ugarriza R, Pedrero-Chamizo R, Bibiloni M del M, Palacios G, Sureda A, Meléndez-Ortega A, et al. A Novel Physical Activity and Sedentary Behavior Classification and Its Relationship With Physical Fitness in Spanish Older Adults: The PHYSMED Study. *J Phys Act Health* 2017;14(10):815-22. DOI: 10.1123/jpah.2016-0263
12. Ollero M, Bernabeu-Wittel M, Espinosa F, García R, Morilla J, Pascual de la Pisa B, et al. Proceso Asistencial Integrado. Atención al Paciente Pluripatológico. 3a ed. Sevilla: Consejería de Salud; 2018.
13. Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this patient have hearing impairment? *JAMA* 2006;295(4):416-28. DOI: 10.1001/jama.295.4.416
14. Cereda E. Mini nutritional assessment. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012;15(1):29-41. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32834d7647
15. Planas Vilá M. Valoración nutricional en el anciano: recomendaciones prácticas de los expertos en geriatría y nutrición. Madrid: SENPE SEGG; 2007.
16. López Lirola EM, Iribar Ibabe MC, Peinado Herreros JM. La circunferencia de la pantorrilla como marcador rápido y fiable de desnutrición en el anciano que ingresa en el hospital: relación con la edad y sexo del paciente. *Nutr Hosp* 2016;33(3):565-71. DOI: 10.20960/nh.262
17. Organización Mundial de la Salud. Informe Mundial Def. Polifarmacia. Ginebra: OMS; 2013.
18. Díaz Palacios M, Domínguez Puente O, Toyos García G. Resultados de la aplicación de una escala de valoración sociofamiliar en atención primaria. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1992;27:129-33.
19. Pfeiffer E. A short portable mental status questionnaire for the assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975;23(10):433-41.
20. Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, et al. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res* 1982-1983;17(1):37-49. DOI: 10.1016/0022-3956(82)90033-4
21. Roedl KJ, Wilson LS, Fine J. A systematic review and comparison of functional assessments of community-dwelling elderly patients. *J Am Assoc Nurse Pract* 2016;28(3):160-9. DOI: 10.1002/2327-6924.12273
22. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2018;0:1-16. DOI: 10.1093/ageing/afy169
23. Davidson PM, DiGiacomo M, McGrath SJ. The Feminization of Aging: How Will This Impact on Health Outcomes and Services? *Health Care Women Int* 2011;32(12):1031-45. DOI: 10.1080/07399332.2011.610539
24. Langhammer B, Bergland A, Rydwik E. The Importance of Physical Activity Exercise among Older People. *Biomed Res Int* 2018;2018:7856823. DOI: 10.1155/2018/7856823
25. Morgan GS, Willmott M, Ben-Shlomo Y, Haase AM, Campbell RM. A life fulfilled: positively influencing physical activity in older adults - a systematic review and meta-ethnography. *BMC Public Health* 2019;19(1):362. DOI: 10.1186/s12889-019-6624-5
26. Quino-Ávila AC, Chacón-Serna MJ, Vallejo-Castillo LF. Capacidad funcional relacionada con actividad física en el anciano. Revisión de tema. *Revista Investig Salud Univ Boyacá* 2017;4(1):86-103. DOI: 10.24267/23897325.199
27. Chimbo-Yunga JM, Chuchuca-Cajamarca AJ, Wong S, Encalada-Torres LE. Síndrome metabólico y actividad física en adultos mayores de la sierra ecuatoriana. *Rev Salud Pública* 2017;19(6):754-9. DOI: 10.15446/rsap.v19n6.60503
28. Buccella S, Brandi R. Evaluación geriátrica integral: propuesta de un modelo de autonotificación del estado de salud. *Salus* 2016;20(3):22-8.
29. Cervantes Becerra RG, Villarreal Ríos E, Galicia Rodríguez L, Vargas Daza ER, Martínez González L. Estado de salud en el adulto mayor en atención primaria a partir de una valoración geriátrica integral. *Aten Primaria* 2015;47(6):329-35. DOI: 10.1016/j.aprim.2014.07.007
30. Muñoz D, Alfonso G, Zuluaga C, María D, Mesa Jimenez A. Consistencia del mini nutritional assessment para identificar la sarcopenia en adultos mayores de hogares geriátricos de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp* 2015;32(1):270-4. DOI: 10.3305/nh.2015.32.1.8816
31. Abellan Van Kan G, Sinclair A, Andrieu S, Olde Rikkert M, Gambassi G, Vellas B, et al. The Geriatric Minimum Data Set for clinical trials (GMDS). *J Nutr Health Aging* 2008;12(3):197-200.
32. Melo BR de S, Diniz MAA, Casemiro FG, Figueiredo LC, Santos-Orlandi AA dos, Haas VJ, et al. Cognitive and functional assessment about elderly people users of health public service. *Escola Anna Nery* 2017;21(4). DOI: 10.1590/2177-9465-EAN-2016-0388
33. Leiton Espinoza ZE, Fajardo-Ramos E, Victoria Mori FML. Caracterización del estado de salud de los adultos mayores en la región La Libertad-Pe-rú. *Salud Uninorte. Barranquilla (Col.)* 2017;33(3):322-35. DOI: 10.14482/sun.33.3.10929
34. Berlezi EM, Farias AM, Dallazen F, Oliveira KR, Pillatt AP, Fortes CK. Analysis of the functional capacity of elderly residents of communities with a rapid population aging rate. *Rev Bras Geriatr Gerontol* 2016;19:643-52. DOI: 10.1590/1809-98232016019.150156
35. Orces CH. Prevalence of clinically relevant muscle weakness and its association with vitamin D status among older adults in Ecuador. *Aging Clin Exp Res* 2017;29(5):943-9. DOI: 10.1007/s40520-016-0678-3
36. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Sayer AA. Global variation in grip strength: a systematic review and meta-analysis of normative data. *Age Ageing* 2016;45(2):209-16. DOI: 10.1093/ageing/afv192
37. Souza LB de, Papini SJ, Corrente JE. Relationship between Nutritional Status and Functional Capacity for Older People. *Health* 2015;07:1090. DOI: 10.4236/health.2015.79124



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Nutrición en el anciano

Adherencia a la guía de alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) en personas mayores no institucionalizadas de Santander, España

Adherence to the healthy eating guide issued by the Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) among non-institutionalized elderly in Santander, Spain

Gloria Cubas de Basterrechea¹, Carolina Teresa González Antón², Carmen de la Vega-Hazas Pérez³, Iñaki Elio Pascual³ y Pedro Muñoz Cacho⁴

¹Sección de Dietética. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. ²Unidad de Nutrición y Dietética. Centro Multidisciplinar NEXO. Almería.

³Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Europea del Atlántico. Santander. ⁴Departamento de Docencia de Gerencia de Atención Primaria. Servicio Cántabro de Salud. Santander

Resumen

Introducción: el envejecimiento de la población española se ha incrementado en las últimas décadas; en Santander, el 24,73 % de la población son personas mayores. La adherencia a las recomendaciones de una alimentación saludable en este colectivo se ha relacionado con un mejor estado de salud y calidad de vida.

Objetivos: evaluar el grado de adherencia a las recomendaciones de la Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y Colectivos Ciudadanos de la SENC (2018) en un grupo de población de entre 65 y 79 años de edad, no institucionalizada, del municipio de Santander (España).

Métodos: este fue un estudio transversal, observacional y descriptivo. Participaron 317 individuos de 71,8 ($\pm 4,1$) años, correspondientes a tres Centros de Atención Primaria (CAP) del Servicio Cántabro de Salud (SCS). Se cumplimentó un cuestionario de elaboración propia, extraído de las recomendaciones de la Guía de la SENC (2018). Se analizó la relación entre dos variables cualitativas independientes mediante la prueba del chi cuadrado, considerando significativo un valor $p < 0,05$.

Resultados: la adherencia a las recomendaciones de alimentos de consumo diario fue: agua (23 %), cereales y patatas (12,9 %), frutas (50,2 %), verduras y hortalizas (16,7 %), aceite de oliva (61,8 %) y lácteos (39,1 %). En los alimentos de consumo semanal fue: pescado (12 %), carnes blancas (17 %), huevos (19,9 %), legumbres (75,1 %) y frutos secos (36,9 %).

Conclusiones: los resultados obtenidos muestran una baja adherencia a las recomendaciones de la SENC, excepto en las legumbres. Por este motivo se precisa incidir en este grupo de población para mejorar sus hábitos dietéticos.

Palabras clave:

Personas mayores.
Alimentación
saludable. Hábitos
alimentarios.
Envejecimiento.
Calidad de vida.

Recibido: 27/03/2020 • Aceptado: 06/06/2020

Conflicto de interés: los autores del estudio declaran no tener conflictos de interés. Para la realización del estudio no se contó con financiación externa.

Agradecimientos: a los médicos de los CAP de Santander que, siguiendo los criterios de exclusión del estudio, permitieron la colaboración de los participantes: Dr. Guzmán Alonso (CAP Vargas), Dr. Óscar Puente (CAP Centro), Dr. José Antonio Otero y Dr. José Antonio Gutiérrez Bardeci (ambos de CAP Puertochico). A la Universidad Europea del Atlántico por facilitar a dietistas-nutricionistas en prácticas para la realización del trabajo de campo: Ángela Torices y Sara Gutiérrez Freire. Y a los dietistas-nutricionistas: Irene Doperto y Jesús Puente, que colaboraron de una forma determinante en el inicio del estudio. Y, por supuesto, a todas las personas que voluntariamente decidieron participar en el estudio.

Cubas de Basterrechea G, González Antón CT, de la Vega-Hazas Pérez C, Elio Pascual I, Muñoz Cacho P. Adherencia a la guía de alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (2018) en personas mayores no institucionalizadas de Santander, España. Nutr Hosp 2020;37(5):933-943

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03093>

Correspondencia:

Gloria Cubas de Basterrechea. Facultad de Ciencias de la Salud. Grado de Nutrición Humana y Dietética. Universidad Europea del Atlántico. Parque Científico y Tecnológico de Cantabria. c/ Isabel Torres, 21. 39011 Santander (Cantabria)
e-mail: gcbasterrechea@cofcantabria.org

Abstract

Introduction: the aging of the Spanish population has increased in the last decades; in Santander, 24,73 % of the population are elderly people. Adherence to the recommendations for a healthy diet in this group has been associated with improved health status and quality of life.

Objectives: to assess the degree of adherence to the recommendations issued by the Healthy Eating Guide for Primary Care and Citizen Groups of the SENC (2018) in a non-institutionalized population sample between 65 and 79 years of age in the municipality of Santander (Spain).

Methods: this was a cross-sectional, observational and descriptive study. A total of 317 individuals aged 71.8 ($\pm$ 4.1) years, attending three Primary Care Centers (CAP) of the Cantabrian Health Service (SCS), participated. A self-developed questionnaire was extracted from the 2018 SENC Guide recommendations. The relationship between two independent qualitative variables was analyzed using the chi-squared test, considering significant a p-value < 0.05.

Results: adherence to the recommendations in foods for daily consumption was: water (23 %), cereals and potatoes (12,9 %), fruits (50,2 %), vegetables (16,7 %), olive oil (61,8 %) and dairy products (39,1 %). For weekly-consumption foods it was: fish (12 %), white meats (17 %), eggs (19,9 %), legumes (75,1 %) and nuts (36,9 %).

Conclusions: the results obtained show a low adherence to SENC recommendations except for legumes. For this reason, it is necessary to influence this population group in order to improve their dietary habits.

Keywords:

Elderly. Healthy diet.
Feeding behavior.
Aging. Quality of life.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población sigue aumentando progresivamente. En España, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2019 (1) había 8.908.151 personas mayores (65 y más años); es decir, el 19,1 % de la población total (46.720.980). En el municipio de Santander, las personas mayores de 65 años eran 42.680 (24,73 %) de un total de población de 172.539 en 2019 (2). Dado este incremento, se requieren estudios que puedan aportar datos para la mejora de la salud pública de este grupo de población.

Durante dicho envejecimiento, la frecuencia de enfermedades crónicas, polimedicación, discapacidad, problemas de masticación y pérdida de visión, que son frecuentes en este grupo de población, son factores que influyen en la adopción de malos hábitos alimentarios que pueden afectar al estado nutricional y el estilo de vida (3).

En el caso de los adultos mayores no institucionalizados y autónomos se han identificado un mayor riesgo de malnutrición (4) y, con frecuencia, un tipo de alimentación que se aleja de las recomendaciones dietéticas para mayores de 70 años (5), así como una elevada prevalencia de patologías relacionadas con las enfermedades cardiovasculares, por lo que habitualmente es necesario indicar ciertas pautas alimentarias para alcanzar una dieta más saludable.

En España, la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) elaboró una Guía de Alimentación Saludable, editada en 2018, para Atención Primaria y colectivos ciudadanos (6). Esta Guía aporta recomendaciones dietéticas para personas mayores basadas en la evidencia científica, tomando en consideración la dieta mediterránea (DM) (7).

En el decálogo de la DM se incluyen las siguientes recomendaciones (8): 1) utilizar el aceite de oliva como principal fuente de grasa; 2) consumir alimentos de origen vegetal como verduras, frutas, frutos secos y legumbres; 3) consumo de cereales integrales a diario; 4) consumo de alimentos poco procesados, frescos y de temporada; 5) consumo diario de productos lácteos; 6) consumo de carnes rojas y procesadas de forma ocasional; 7) consumir pescado en abundancia y huevos con moderación; 8) consumo de dulces

y pasteles ocasionalmente; 9) consumo de agua abundante y vino con moderación; y 10) realizar actividad física a diario.

Este tipo de alimentación saludable se asocia a un descenso de la prevalencia de las enfermedades crónicas frecuentes en el colectivo de las personas mayores (estreñimiento, tensión arterial elevada, colesterol, síndrome metabólico, etc.), lo que podría mejorar su calidad de vida (9,10).

El objetivo de este estudio es conocer el grado de adherencia a las recomendaciones de alimentación saludable, establecidas en la guía editada por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) en 2018, que presentan las personas mayores no institucionalizadas a través de un cuestionario elaborado con las pautas dietéticas de dicha guía.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio transversal, observacional y descriptivo. El estudio se abordó en 317 individuos no institucionalizados de entre 65 y 79 años de edad. Se seleccionaron de entre el cupo de pacientes de cuatro médicos, elegidos digitalmente y pertenecientes a tres Centros de Atención Primaria (CAP) del Servicio Cántabro de Salud (SCS), dentro del Área Sanitaria de Santander (Cantabria). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC) de la Universidad Internacional Iberoamericana (UNI-IB) de México. También fue aceptado por el CEIC del Instituto de Investigación Sanitaria de Valdecilla (IDIVAL), del Servicio Cántabro de Salud, y obtuvo la validación científico-técnica de la Gerencia de Atención Primaria del SCS para su desarrollo. Se siguieron las pautas de protección de datos y derechos digitales establecidas según el Reglamento (UE) 2016/679 y la Ley Orgánica 3/2018.

PARTICIPANTES

El número muestral considerado representativo se calculó a través de la fórmula correspondiente a poblaciones finitas (11),

siendo $n = 27.614$ (número total de la población), que es la población de entre 65 y 79 años de edad del municipio de Santander (12); se usaron también un intervalo de confianza del 95 % (0,95), una precisión o margen de error del 5,5 % (0,055) y una probabilidad del 50 % (0,5). A partir de estos datos, se estimaron en 316 los individuos necesarios para que la muestra fuera representativa. Inicialmente, el estudio comenzó con una cifra más elevada de voluntarios, seleccionados a través de un muestreo aleatorio sistemático y estratificado por edad y sexo, que por diversos motivos no llegaron a participar en el estudio. En la figura 1 se indica el proceso seguido desde el número inicial de voluntarios seleccionados hasta el número final de participantes. De los 556 iniciales, hubo 239 que no participaron por cumplir los criterios de exclusión establecidos por los médicos: patologías neurológicas, patologías psiquiátricas/psicológicas, problemas físicos de estabilidad, deterioro mental y cognitivo o cambio de peso en los últimos meses, o por no ser localizados o no querer participar en el estudio. En estos casos se tuvo que buscar un sustituto por igual procedimiento.

PROCEDIMIENTO

Los criterios de inclusión para la participación en el estudio fueron: individuos entre 65 y 79 años de edad, que vivieran en régimen no institucionalizado y que pertenecieran al cupo de pacientes de los médicos elegidos. Se citó a cada voluntario en el CAP corres-

pondiente y se le entregó una hoja con la información del estudio y otras dos de consentimiento informado (una para ser firmada por el participante y la otra, firmada por el investigador, por si quisiera realizar la revocación del consentimiento). La recogida de datos transcurrió entre el 21 de febrero y el 30 de septiembre de 2019.

INSTRUMENTO

Se recogieron datos de los hábitos dietéticos a través de una planilla de elaboración propia basada en las recomendaciones específicas para personas mayores de la Guía de Alimentación Saludable de la SENC (2018) (Tabla I).

Se estableció el grado de adherencia al consumo diario y semanal cuando la frecuencia y el número de raciones coincidían con las indicaciones de la guía. Para facilitar la valoración del tamaño de la ración se mostraban alimentos reales o fotos. En el caso de que el consumo, en frecuencia y/o número de raciones, fuera inferior o superior a las recomendaciones, se clasificaba el alimento o grupo de alimentos como de consumo inferior o superior al recomendado, respectivamente. En el caso de los alimentos de consumo ocasional y moderado, solo se tuvieron en cuenta las frecuencias de consumo y este se clasificó únicamente como ajustado a las recomendaciones (si era inferior a una vez a la semana) o superior a lo recomendado.

Dentro de los grupos de alimentos de consumo diario encontramos los cereales y patatas: pan, arroz, pasta, cereales integrales de desayuno y patatas, con un tamaño de ración según se indica en la tabla I. Para calcular el consumo de este grupo se calculó el número de raciones/día de cada alimento y se sumaron. Se consideró que se ajustaba a las recomendaciones si se consumían entre 4 y 6 raciones diarias. En el caso de los lácteos se consideraron: leche, yogur, queso curado/semicurado y queso fresco, que tienen un consumo diario recomendado de 2-3 raciones/día. Para conocer el consumo, se procedió del mismo modo que con el grupo de los cereales.

Dentro de los alimentos de consumo semanal, los pescados/mariscos tienen una recomendación de consumo de entre 3 y 4 raciones, siendo una de ellas de pescado azul. De las carnes blancas, se indicaban ejemplos del tipo de alimentos pertenecientes a este grupo: pollo, pavo y conejo. La frecuencia de consumo de los huevos es de 3 por semana de tamaño medio (50-70 g).

Los alimentos cuya ingesta debe ser ocasional, moderada y opcional se subdividieron en tres tipos: los ricos en grasas saturadas (carnes rojas, carnes procesadas, embutidos, grasas untables), los ricos en sal (sal, cubo de caldo, snacks salados, salsas) y los ricos en azúcares (azúcar, miel, bebidas azucaradas, mermelada, chocolate, galletas y bollería). Se preguntó por el consumo habitual de varios grupos de alimentos, indicando en cada caso ejemplos con el tipo de alimentos de los que se precisaba información: carnes rojas (ternera, cerdo, cordero); carne procesada (jamón york, jamón serrano, cecina); embutidos (chorizo, salchichón, lomo); grasas untables (mantequilla, margarina); bebidas azucaradas (zumos de frutas, gaseosas); snacks salados (patatas fritas, galletas saladas, aceitunas); salsas (mahonesa, ketchup).

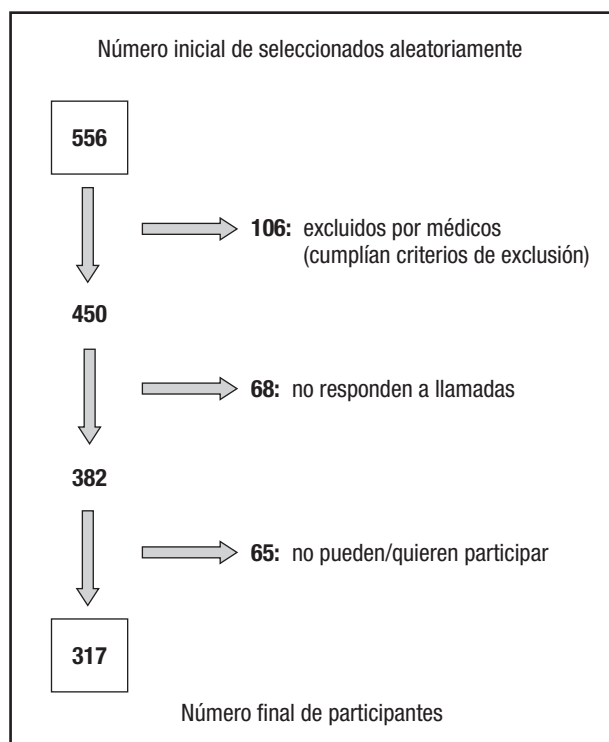


Figura 1.

Diagrama de flujo del proceso de selección de voluntarios.

Tabla I. Cuestionario de frecuencia y consumo de alimentos SENC (2018)

Frecuencia y consumo de alimentos según la Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y Colectivos Ciudadanos de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), 2018.

- a) Indicar si es integral
 b) Indicar si son enteros, semidesnatados o desnatados y con azúcares
 c) Indicar si consume la variedad de cada alimento recomendada

Alimento	Consumo recomendado	Ración (g)	Consumo	Frecuencia (semanal)					
				nunca	ocasional	1	2-4	5-6	7
Agua	6-8 vasos/día	200 ml							
Pan	4-6 /día	30-60	a)						
Arroz		50-70	a)						
Pasta		50-70	a)						
Cereales de desayuno integrales		20-30							
Patatas		100-150							
Frutas	3-4/día c) (temporada)	150-200							
Verduras hortalizas	2-3/día c) (variedad colores)	150-250							
Aceite de oliva c) (virgen extra)	3-4/día	15 ml							
Leche	2-3/día	200-250 ml	b)						
Yogur		125	b)						
Queso curado o semicurado		30-40							
Queso fresco		60-80							
Pescado y marisco	3-4/semana	100-150							
	(1 r. de pescado azul)								
Carnes blancas	3/semana	100-125							
Huevos (camperos/ecológicos)	3/semana	50-70							
Legumbres	2-4/semana	50-70							
Frutos secos (crudos)	3-7/semana	20-30							
Carnes rojas, procesadas, embutido (de bellota)	Consumo opcional, ocasional y moderado	Carne roja							
		Carne procesada							
		Embutido							
Grasas untables		Mantequilla							
		Margarina							
Azúcar y azucarados		Azúcar							
		Miel							
		Bebidas							
Sal, snacks salados		Sal cocinar							
		Sal añadida							
		Cubo caldo							
		Snacks							
		Salsas							
Bollería, pastelería, productos azucarados, chucherías y helados		Mermelada							
		Chocolate							
		Galletas							
		Bollería							
Vino	Máximo: – Hombre: 2/día	100 ml							
Cerveza	– Mujer: 1-1,5/día (consulta médico)	200 ml							

Por último, se preguntó por el consumo de bebidas alcohólicas fermentadas (vino y cerveza), considerando el máximo establecido en cantidad y frecuencia según el sexo como referencia para evaluar el consumo pero no como recomendación. Es decir, se consideró aceptable: el abstemio, el consumo ocasional e incluso el consumo considerado como moderado (2 raciones/día en el hombre y 1-1,5 raciones/día en la mujer).

Debido a que la Guía SENC recomienda un mayor consumo de algunos alimentos considerados más saludables, se preguntó a los participantes si estos formaban parte de su dieta habitual. En el grupo de los cereales (pan, arroz y pasta) se recogió información sobre la frecuencia de consumo de la versión integral de estos alimentos; en el de las frutas, si eran de temporada; en el de las verduras, si comprendían variedad de colores; sobre el aceite de oliva, si era virgen extra; dentro del grupo de los lácteos se evaluaron los tipos de leche y yogur que se consumían; y, por último, sobre el tipo de huevo, según el sistema de producción: en jaula, campero o ecológico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS 25 (IBM Corp. SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY, EE. UU.) y Epidat 4.2 (julio 2016; Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España).

Para la descripción de las variables cualitativas se calcularon las frecuencias y los porcentajes. Para establecer la relación entre dos variables cualitativas se realizó la prueba estadística del chi cuadrado y se estableció un grado de significación estadística de $p < 0,05$. Este proceso se desarrolló en el caso de las variables independientes (alimentos/grupo de alimentos cuestionario SENC y consumo de tipos de alimentos) y siendo la otra variable dicotómica (sexo) o con más de una categoría (grupos de edad).

En el caso de que la variable cualitativa estudiada tuviera varias categorías (clasificación de alimentos según el consumo declarado SENC, consumo superior al recomendado en alimentos de consumo ocasional, tipos de leche, tipos de yogures, tipos de huevos), para poder comparar los resultados por sexo o bien por grupo de edad se utilizó el programa Epidat 4.2 y se empleó el chi cuadrado de bondad de ajuste.

RESULTADOS

La muestra del estudio estuvo formada por un total de 317 personas mayores no institucionalizadas, de las cuales 128 (40,4 %) eran hombres y 189 (59,6 %) mujeres. Por grupos de edad, el reparto quedó establecido del siguiente modo: entre 65 y 69 años: 112 individuos (35,3 %); entre 70 y 74 años: 114 (36,0 %); y entre 75 y 79 años: 91 (28,7 %).

A continuación se detallan los resultados del consumo de alimentos registrado en dicha población, basado en el cuestionario SENC y clasificado según la adaptación a las recomendaciones (Tabla II).

ALIMENTOS DE CONSUMO DIARIO

De acuerdo con la figura 2, el grado de adherencia a las recomendaciones de alimentos de consumo diario fue bajo: agua, 23,0 %; cereales y patatas, 12,9 %; verduras y hortalizas, 16,7 %. En cambio, el consumo se adapta a las recomendaciones en mayor porcentaje en el caso de los siguientes productos: frutas (50,2 %), aceite de oliva (61,8 %) y lácteos (39,1 %). En este último grupo de alimentos, el porcentaje de individuos con un consumo superior al recomendado fue más elevado (25,9 %), siendo mayoritariamente procedente del consumo de leche y yogures. No se observaron diferencias estadísticamente significativas por sexos y grupos de edad.

Por sexos, el consumo de cereales y patatas se adaptaba más a las recomendaciones en los hombres que en las mujeres (20,3 % vs. 7,9 %) ($p = 0,001$). En cambio, en el caso del consumo de verduras y hortalizas, las mujeres presentaban un mayor consumo (20,6 %) según las recomendaciones con respecto a los hombres (10,9 %) ($p < 0,05$). Por rangos de edad, el consumo de cereales y patatas se adaptaba más a las recomendaciones en el grupo de edad más joven, de 65-69 años (19,6 %), con respecto al grupo de mayor edad (5,5 %) ($p < 0,005$).

ALIMENTOS DE CONSUMO SEMANAL

Según se observa en la figura 3, los porcentajes de consumo respecto a las recomendaciones eran bajos en el pescado (12,0 %) y las carnes blancas (17,0 %). En el caso de los huevos, el 19,9 % de los individuos de la muestra tomaban 3 huevos por semana, el 42,6 % tomaban menos de esa cantidad y un 37,5 % consumían una cantidad superior a la recomendada. Por sexos, en las mujeres el consumo de carnes blancas se adaptaba más a las recomendaciones (20,6 %) que el de los hombres (11,7 %) ($p < 0,05$).

En cambio, el porcentaje de consumo según las recomendaciones de frutos secos (36,9 %) y en especial, de legumbres (75,1 %) fue más elevado al descrito en las recomendaciones, siendo superior en los hombres que en las mujeres el consumo de legumbres (83,6 % vs. 70,4 %) ($p < 0,005$).

ALIMENTOS DE CONSUMO OCASIONAL Y BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS

En los grupos de alimentos de consumo ocasional, los alimentos ricos en grasas saturadas que obtuvieron porcentajes por encima de las recomendaciones fueron: carnes rojas (64,4 %), mayoritariamente consumidas 1 o 2 veces a la semana (28,4 % y 26,5 %, respectivamente), y carnes procesadas (64,7 %), mayoritariamente consumidas 2 veces a la semana (24,0 %). En cambio, los embutidos se consumían en un porcentaje inferior (29,7 %) y principalmente 1 o 2 veces a la semana (10,1 % y 9,5 %, respectivamente). Sin embargo, el consumo diario era mayor en los hombres que en las mujeres (6,3 % vs. 1,1 %) ($p < 0,01$). Las grasas untadas las consumían en exceso un 21,1 %, mayoritariamente a diario (15,1 %) (Tablas II y III).

Tabla II. Consumo de alimentos recomendado y porcentaje de consumo registrado en la población mayor no institucionalizada de acuerdo con la Guía de Alimentación Saludable SENC* (2018)

	Consumo recomendado		Consumo registrado (%) (n = 317)					
Tipo de alimento	Raciones/día	Ración (g/ml)	Inferior recomendado		Recomendado		Superior recomendado	
Agua	6-8	200 ml	72,6		23,0		4,4	
Cereales y patatas	4-6	(1)	85,5		12,9		1,6	
Frutas	3-4	150-200 g	39,4		50,2		10,4	
Verduras y hortalizas	2-3	150-250 g	83,3		16,7		0,0	
Aceite de oliva	3-4	10 ml	33,1		61,8		5,0	
Lácteos	2-3	(2)	35,0		39,1		25,9	
	Raciones/semana							
Pescados/ mariscos	3-4 (1 pescado azul)	100-50 g	71,9		12,0		16,1	
Carnes blancas	3	100-125 g	75,7		17,0		7,3	
Huevos	3	50-70 g	42,6		19,9		37,5	
Legumbres	2-4	50-70 g	22,7		75,1		2,2	
Frutos secos	3-7	20-30 g	62,1		36,9		0,9	
Carnes rojas	Consumo opcional, ocasional y moderado				35,6		64,4	
Carne procesada					35,3		64,7	
Embutidos					70,3		29,7	
Grasas untables					78,9		21,1	
Azúcar					59,9		40,1	
Miel					82,7		17,3	
Bebidas azucaradas					85,5		14,5	
Sal cocinar					11,6		88,4	
Sal añadida					96,3		3,7	
Cubo caldo					84,2		15,8	
Snacks salados					69,1		30,9	
Salsas					82,6		17,4	
Mermelada					66,0		34,0	
Chocolate					67,2		32,8	
Galletas					56,8		43,2	
Bollería					86,5		13,5	
Vino	Máximo: Hombre: ≤ 2/día Mujer: ≤ 1-1,5/día	80-100 ml	Moderado: Hombre: 2/día Mujer: 1-1,5/día		< Máx		> Máx	
			Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
				16,4	12,7	82,0	87,8	18,0
Cerveza		200 ml	3,1	4,8	99,2	98,9	0,8	1,1

(1): cereales: raciones (g): pan (30-60), arroz (50-70), pasta (50-70), cereales integrales del desayuno (20-30), patatas (100-150); (2): lácteos: ración (g): leche (200-250 ml), yogur (125), queso curado y semicurado (30-40 g), queso fresco (60-80); carnes blancas (pollo, pavo, conejo); carnes procesadas: jamón york, jamón serrano, jamón de pavo, cecina; snacks salados: patatas fritas, aceitunas, galletas saladas; salsas: mahonesa, ketchup; bebidas azucaradas: colas, tónicas, zumos azucarados. *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

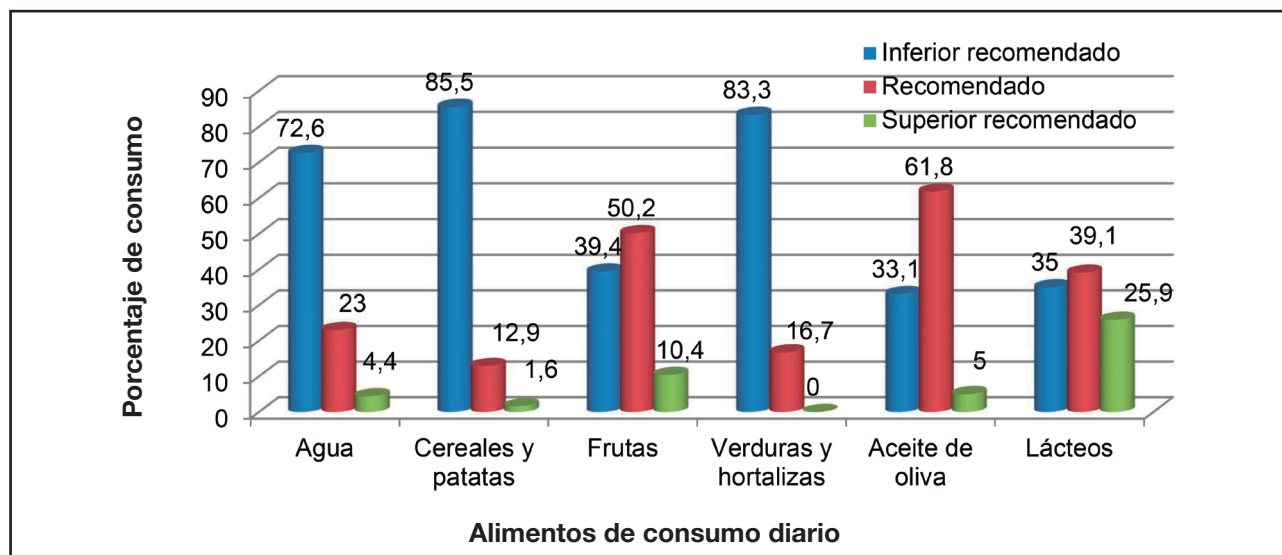


Figura 2.

Porcentaje de consumo de alimentos y grupos de alimentos de consumo diario en personas mayores no institucionalizadas de Cantabria con respecto a las recomendaciones diarias establecidas en la Guía de Alimentación Saludable de la SENC (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria) (2018).

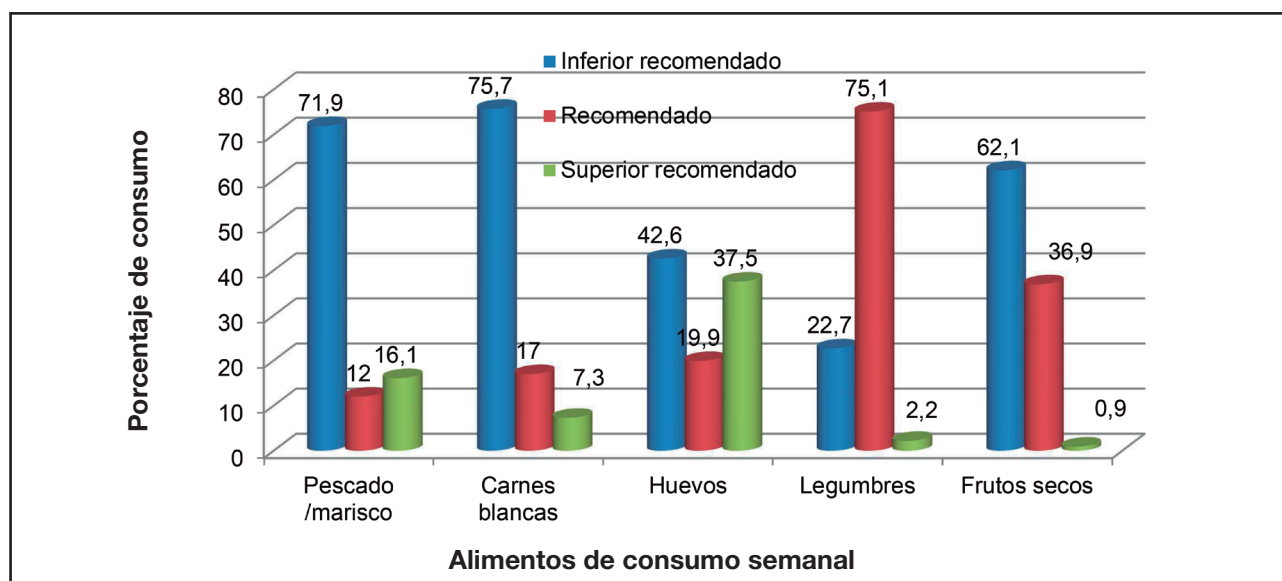


Figura 3.

Porcentaje de consumo de alimentos de consumo semanal en personas mayores no institucionalizadas de Cantabria, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la Guía de Alimentación Saludable de la SENC (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria) (2018).

Respecto a los alimentos ricos en sal, en concreto, el uso de la sal para cocinar era diario (87,7 %), a pesar de recomendarse un consumo ocasional y moderado, mientras que el uso de sal añadida en la mesa con salero era ocasional en la mayoría de los participantes (96,3 %). El uso de cubos de caldo era principalmente ocasional (84,2 %), ajustándose a la recomendación. El consumo de *snacks* salados, superior al recomendado (30,9 %), era principalmente

de 1 vez por semana (7,6 %), 2 veces por semana (8,2 %) y a diario (7,9 %), siendo superior el consumo 1 vez por semana y a diario en los hombres (11,7 % y 11,7 %, respectivamente) que en las mujeres (4,8 % y 5,3 %) ($p < 0,05$). Los individuos que consumían salsas en exceso (34,0 %), principalmente lo hacían 1 vez a la semana (9,5 %), siendo más elevado en el caso de los hombres que en el de las mujeres (15,6 % vs. 5,3 %) ($p < 0,005$) (Tablas II y III).

Tabla III. Porcentaje de frecuencia de la toma de alimentos de consumo ocasional en personas mayores no institucionalizadas de Cantabria, de acuerdo con la Guía de Alimentación Saludable de la SENC[†] (2018)

Porcentaje de frecuencia de consumo/semana							
Alimentos de consumo ocasional	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces	5 veces	6 veces	7 veces
Carnes rojas	28,4	26,5*	7,9	0,9	0,6	-	-
Carne procesada	12,3	24,0*	10,4	3,5	3,8	0,9	9,8
Embutidos	10,1*	9,5	2,5	3,5	0,6	0,3	3,2
Grasas untantes	1,3	1,3	1,9	0,9	0,6	-	15,1*
Azúcar	0,6	0,9	-	0,3	-	-	38,2*
Miel	0,9	1,6	0,9	0,9	0,3	-	12,6*
Bebidas azucaradas	0,9	0,6	0,3	0,3	0,3	-	12,0*
Sal cocinar	0,3	-	0,3	-	-	-	87,7*
Sal añadida	-	-	0,3	-	-	-	2,5
Cubos caldo	2,8	3,2	1,9	0,9	-	-	6,7*
Snacks salados	7,6	8,2	4,4	0,9	1,9	-	7,9*
Salsas	9,5*	3,5	2,8	0,6	0,6	-	0,3
Mermelada	1,6	3,2	0,9	1,6	0,6	0,3	25,9*
Chocolate	1,6	3,5	4,4	2,5	1,9	0,3	18,6*
Galletas	3,2	4,7	3,5	2,8	0,9	0,3	27,8*
Bollería	2,8	0,3	2,2	0,3	-	0,3	7,6

[†]Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. *Frecuencias máximas.

Los alimentos azucarados que se consumían en exceso, con un consumo principalmente diario, eran el azúcar (38,2 %), la mermelada (25,9 %) –siendo superior el porcentaje de consumo diario entre los individuos de mayor edad, de 75-79 años (33,0 %), que entre los más jóvenes, de 65-69 años (18,8 %) ($p < 0,05$)– y, por último, el chocolate (18,6 %) y las galletas (27,8 %), siendo superior el porcentaje de hombres que consumen galletas a diario con respecto a las mujeres (38,3 % vs. 20,6 %) ($p < 0,001$) (Tabla III).

El consumo de vino en ambos sexos cumplía con la cantidad máxima diaria aceptada (80-100 ml): hombres, 82,0 % y mujeres, 87,8 %. Lo mismo ocurría en el caso de la cerveza (200 ml): hombres, 99,2 % y mujeres, 98,9 %. En concreto, el consumo moderado (2 raciones diarias en el hombre y 1-1,5 raciones diarias en la mujer) se cumplía en un porcentaje bajo de participantes, siendo para el vino y la cerveza, respectivamente: hombres, 16,4 % y 3,1 %; mujeres, 12,7 % y 4,8 %. El consumo de riesgo o excesivo de bebidas alcohólicas era muy bajo en ambos sexos (Tabla II).

TIPOS DE ALIMENTOS CONSUMIDOS

Respecto al tipo de alimentos consumidos, el porcentaje de consumo de alimentos integrales era bajo en el caso del pan

integral (32,2 %) y muy bajo en el caso del arroz integral (3,8 %) y de la pasta integral (3,2 %). No se observaron diferencias estadísticamente significativas por sexos ni grupos de edad.

El consumo de frutas de temporada (83,0 %), verduras con variedad de colores (76,7 %) y aceite de oliva virgen extra (80,8 %) era elevado, no existiendo diferencias estadísticamente significativas por sexos ni por grupos de edad.

Respecto al tipo de leche consumida, principalmente se consumía leche desnatada (34,4 %) y leche semidesnatada (30,0 %) y, en menor porcentaje, leche entera (18,0 %). El consumo de otros tipos de leche/bebida –vegetales (6,6 %), omega-3 (2,2 %) o consumos mixtos de distintos tipos de leche (1,5 %)– se realizaba en mucho menor porcentaje. Un 7,3 % consumían leche de forma ocasional o nunca. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por sexos o grupos de edad.

Mayoritariamente se consumían yogures elaborados con leche entera (39,7 %) y, en menor porcentaje, yogures desnatados (24,9 %). El consumo de otros tipos de yogures/preparados lácteos –vegetales (0,6 %), esteroides vegetales (5,4 %), griego (3,8 %) o consumo mixto de distintos tipos de yogures (5 %)– era mucho menor. El 20,5 % de la muestra consumían yogures nunca o de forma ocasional. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas por sexos o grupos de edad, excepto en el caso de los yogures desnatados, en que las mujeres los consumían más que los hombres (30,2 % vs. 17,2 %) ($p < 0,05$).

La mayoría de los participantes del estudio consumían huevos criados en jaula (71,3 %), pero también huevos camperos (26,2 %) y ecológicos (2,5 %) en menor medida. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de los distintos tipos de huevos por sexos o grupos de edad.

DISCUSIÓN

ALIMENTOS DE CONSUMO DIARIO

En la Guía SENC (2018) para personas mayores (6), la recomendación de consumo de agua es de 6-8 vasos/día, debido a que con la edad disminuye el porcentaje de agua corporal y la ingesta, al existir menor sensación de sed y una saciedad precoz. De acuerdo con el estudio realizado, había un porcentaje muy elevado de individuos (72,6 %) que no consumían la cantidad de agua al día aconsejada, aumentando la morbilidad-mortalidad de un 40 % a un 70 % en el hospital por ser más susceptibles a la deshidratación (13), así como los costes relacionados (14).

En el grupo de cereales y patatas, solo el 12,9 % de los participantes los consumen según las recomendaciones, coincidiendo que al menos el 75 % de la muestra no tomaba cereales integrales en el desayuno y tomaba menos de 1 ración diaria de arroz, pasta y patatas. El pan era el alimento más consumido por este grupo, con 2,75 raciones al día; aunque su consumo se ha visto reducido significativamente en España desde el año 2008, son las personas mayores las que lo consumen en mayor cantidad (15). Sin embargo, solo el 32,2 % toman pan integral, a pesar de que tiene mayores beneficios sobre la saciedad y la respuesta glucémica (16). Si además consideramos que el consumo de alimentos integrales (pan, arroz, pasta, cereales integrales de desayuno) es muy bajo, la cantidad de fibra de la dieta habitual se aleja de las recomendaciones (25 g por cada 2000 calorías). Según nuestros resultados, la principal fuente de fibra procede del consumo de legumbres adecuado (75,1 %), proporcionando beneficios como el favorecimiento de la motilidad intestinal, la prevención del estreñimiento (17) y los efectos correspondientes como componente bioactivo (18).

Únicamente el 16,7 % de los participantes consumían las 2-3 raciones diarias recomendadas de verduras y hortalizas, y el 50,2 % consumían las 3-4 raciones de frutas aconsejadas. Se sabe que un consumo inferior a 800 g/día de frutas y verduras se asoció a la muerte prematura de 7,8 millones de personas a nivel mundial en 2013; en cambio, un consumo superior a esa cantidad disminuye el riesgo de muerte por todas las causas (19).

Un 33,1 % de los individuos tomaban una cantidad de aceite inferior a la recomendada. Sin embargo, la calidad del aceite consumido era buena, puesto que la mayoría (80,8 %) utilizaban aceite de oliva virgen extra, y existe evidencia de que un 15 % de la energía de la dieta procedente de este tipo de aceite puede reducir el riesgo cardiovascular (20).

El 65 % de la muestra tomaban productos lácteos de acuerdo con las recomendaciones o en cantidad superior, procedentes principalmente del consumo de leche y de yogures. Este alto

consumo de alimentos ricos en calcio puede tener un papel positivo en la salud ósea y el peso corporal al regular la adiposidad del organismo (21).

ALIMENTOS DE CONSUMO SEMANAL

Un 12 % de los participantes consumían entre 3 y 4 raciones de pescado a la semana, de forma que podría verse comprometido el aporte de ácidos grasos omega-3 y, por tanto, sus beneficios en este grupo de población (6,22). El consumo de 3 raciones de carne blanca a la semana solo se cumplía en el 17 % de la muestra, lo que posiblemente se explica en parte por el elevado consumo de carne roja por encima del consumo ocasional (64,4 %). El 51,1 % de la muestra consumían 2-3 huevos a la semana y el 37,5 % una cantidad superior, lo que posiblemente esté relacionado con el conocimiento por parte de la población general, tras años de restricciones, de que el consumo de este alimento no está asociado con el riesgo de enfermedades cardiovasculares (23).

Un alto porcentaje de la muestra (75,1 %) consumían legumbres según las recomendaciones saludables, seguramente relacionado con la popularidad de los platos tradicionales que incluyen legumbres en esta franja de edad. Este grupo de alimentos aporta grandes beneficios a la dieta de los mayores por su contenido en proteínas vegetales, fibra, vitaminas y minerales, y está relacionado con propiedades antiinflamatorias (24) que previenen las enfermedades cardiovasculares. En este estudio se ha considerado la cantidad de 2-4 raciones por semana como recomendación saludable; en cambio, existen otras fuentes, como el cuestionario MEDAS-14 (Adherencia a la Dieta Mediterránea) (25), que considera saludable ≥ 3 raciones por semana, y el cuestionario IASE (Índice de Alimentación Saludable Español) (26), con una frecuencia de consumo recomendada de 1-2 veces por semana. La recomendación de 2-4 veces parece la más aceptable para poder llevar una dieta variada, y al mismo tiempo supone una frecuencia moderada. No obstante, solo un 2,2 % consumían legumbres más de 4 veces a la semana y un 22,7 % menos de 2 veces a la semana.

El consumo de frutos secos más de 3 veces a la semana, según establecen las recomendaciones de la SENC, se observó en un 36,9 % de los participantes. Este porcentaje es bajo si se tienen en cuenta las propiedades indiscutibles de estos alimentos, que se demostraron en el estudio PREDIMED (20); según este estudio, el consumo habitual de una ración disminuye un 30 % el riesgo de infarto de miocardio o cerebrovascular; además, disminuye el LDL-c y eleva el HDL-c (27), y reduce la mortalidad cardiovascular y la total (28).

ALIMENTOS DE CONSUMO OCASIONAL Y BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS

En cuanto a los alimentos de consumo ocasional, se observó un consumo mayoritario de carnes rojas y carnes procesadas (64,4 % y 64,7 %, respectivamente) con respecto al de car-

nes blancas (17 %) y pescado (12 %). Es importante la labor de educación alimentaria de esta población en los centros de salud para invertir este consumo, ya que está relacionado con una mayor incidencia de trastornos cardiovasculares y cáncer (29,30). También se debería reducir el consumo de alimentos ultraprocesados, por su exceso en grasas saturadas, azúcar y sal, y su relación con el sobrepeso, la obesidad y otras patologías crónicas (31,32).

Debido al efecto perjudicial del alcohol sobre la salud (33), la mayoría de los participantes se adaptaban a la recomendación de no superar las cantidades y frecuencias máximas aceptadas de vino y cerveza en la SENC. La población mayor suele tener como hábito almorzar con vino por su relación con la DM y, en las cantidades consumidas por los participantes, el vino tinto aporta polifenoles a la dieta, que poseen propiedades antiinflamatorias relacionadas con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares en las personas mayores (> 45 años en hombres y > 55 años en mujeres) (34,35). Sin embargo, se apreció un bajo porcentaje de individuos con consumo moderado diario de bebidas alcohólicas, quizá relacionado con el consejo médico de no consumirlo en el caso de los mayores con polimedicación.

Para lograr un aumento del grado de adherencia a las recomendaciones de alimentación saludable de la SENC en las personas mayores, se debería valorar la creación de programas de educación alimentaria para la población mayor en los centros de atención primaria, dirigidos por profesionales sanitarios especialistas en nutrición, como herramienta para mejorar los hábitos de alimentación.

LIMITACIÓN

Las recomendaciones extraídas de la Guía de la SENC (2018) para realizar el cuestionario están orientadas a la población de personas mayores sanas. En nuestro estudio es muy probable que existieran patologías frecuentes en ese grupo de población (diabetes, hipertensión arterial, dislipemias, obesidad) que quizá hubieran podido obligar a modificar el patrón alimentario habitual.

CONCLUSIÓN

El grado de adherencia a las recomendaciones de alimentación saludable de la SENC (2018) de las personas mayores no institucionalizadas es generalmente bajo, excepto con respecto a las legumbres. Por tanto, se precisa incidir en el grupo de personas mayores para mejorar sus hábitos dietéticos y ajustarlos mejor a las recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abellán A, Aceituno P, Pérez J, Ramiro D, Ayala A, Pujol R. Un perfil de las personas mayores en España, 2019. Indicadores estadísticos básicos. Madrid: CSIC. Informes envejecimiento [en-red]; 2019.
- Instituto Cántabro de Estadística (ICANE). Fichas municipales de Cantabria [base de datos en internet]. Madrid. Padrón municipal de habitantes. INE. Disponible en: <https://www.ican.es/munreport/dashboard>
- Álvarez J, Cuenllas A, Gómez F, López-Ibor MI, Mañas MC, Ruiz D, et al. Alimentación y nutrición saludable en los mayores: mitos y realidades. Madrid. Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología; 2012.
- Montejano R, Ferrer RM, Clemente G, Martínez-Alzamora N. Estudio del riesgo nutricional en adultos mayores autónomos no institucionalizados. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1438-46. DOI: 10.3305/nh.2013.28.5.6782
- Hernández A, Goñi I. Calidad de la dieta de la población española mayor de 80 años no institucionalizada. *Nutr Hosp* 2015;31(6):2571-7. DOI: 10.3305/nh.2015.31.6.8864
- Aranceta J (Ed.). Guía de la Alimentación Saludable para Atención Primaria y Colectivos Ciudadanos. SENC-Planeta: Madrid, España; 2018.
- Aranceta J, Partearroyo T, López-Sobaler AM, Ortega RM, Varela-Moreiras G, Serra-Majem L, et al. Updating the food-based dietary guidelines for the Spanish population: the Spanish Society of Community Nutrition (SENC) proposal. *Nutrients* 2019;11(11):2675-702. DOI: 10.3390/nu11112675
- Fundación Dieta Mediterránea [sede web]. Barcelona: Fundación Dieta Mediterránea. Disponible en: <http://dietamediterranea.com/nutricion-saludable-ejercicio-fisico/>
- Syaugy A, Hsu ChY, Rau HH, Chao JCJ. Association of dietary patterns with components of metabolic syndrome and inflammation among middle-aged and older adults with metabolic syndrome in Taiwan. *Nutrients* 2018;10(2):143. DOI: 10.3390/nu10020143
- Anderson AL, Harris TB, Tylavsky FA, Perry SE, Houston DK, Hue TF, et al. Health ABC Study. Dietary patterns and survival of older adults. *J Am Diet Assoc* 2011;111(1):84-91. DOI: 10.1016/j.jada.2010.10.012
- <https://investigacionpediatria.files.wordpress.com/2011/01/formula-paraccc3a1culo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- ICANE. Padrón municipal de habitantes a 30 de enero de 2019: por grupos quinquenales y sexo: municipio: Santander [base de datos en internet]. Cantabria: ICANE 2019. Disponible en: <https://www.ican.es/data/municipal-register-quinquennial-age-group-gender/results#content>
- Aranceta 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. DOI: 10.20960/nh.308
- Frangoskou M, Lopez-Valcarcel B, Serra-Majem L. Dehydration in the elderly: a review focused on economic burden. *J Nutr Health Aging* 2015;19(6):619-27. DOI: 10.1007/s12603-015-0491-2
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Informe de consumo alimentario en España 2016;385-95. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/20190807_informedeconsumo2018pdf_tcm30-512256.pdf
- González Antón CT. Evaluación de la saciedad, índice glucémico, carga glucémica, índice insulínico y hormonas gastrointestinales en panes de diferente composición y procesado [tesis doctoral]. Granada: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II, Universidad de Granada; 2016.
- Arbonés G, Carbajal A, Gonzalvo B, González-Gross M, Joyanes M, Marques-Lopes I, et al. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores. Grupo de trabajo "Salud Pública" de la Sociedad Española de Nutrición (SEN). *Nutr Hosp* 2003;18(3):109-37.
- Bulló M, Casas R, Portillo MP, Basora J, Estruch R, García-Arellano A, et al. Dietary glycemic index/load and peripheral adipokines and inflammatory markers in elderly subjects at high cardiovascular risk. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23(5):443-50. DOI: 10.1016/j.numecd.2011.09.009
- Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, Fadnes LT, Keum N, Norat T, et al. Fruit and vegetables intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol* 2017;46(3):1029-256. DOI: 10.1093/ije/dyw319
- Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013;368(14):1279-90. DOI: 10.1056/NEJMoa1200303
- Martínez de Vitoria E. El calcio, esencial para la salud. *Nutr Hosp* 2016;33(Supl 4):26-31. DOI: 10.20960/nh.341
- Sánchez-Tainta A, San Julián B, Martínez-González MA. PREDIMED, Date el gusto de comer sano. 1ª edición. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, SA (EUNSA); 2015.
- Fuertes García A. Egg consumption and cardiovascular risk. *Nutr Hosp* 2016;33(Supl 4):344. DOI: 10.20960/nh.344

24. Hermsdorff HH, Zulet MA, Abete I, Martínez JA. A legume-based hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. *Eur J Nutr* 2011;50(1):61-9. DOI: 10.1007/s00394-010-0115-x
25. Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A short screener is valid for assessing mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J Nutr* 2011;14(6):1140-5. DOI: 10.3945/jn.110.135566
26. Norte Navarro AI, Ortiz Moncada R. Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. *Nutr Hosp* 2011;26(2):330-6. DOI: 10.1590/S0212-16112011000200014
27. Sabaté J, Oda K, Ros E. Nut consumption and blood lipid levels: a pooled analysis of 25 intervention trials. *Arch Intern Med* 2010;170(9):821-7. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.79
28. Bao Y, Han J, Hu FB, Giovannucci EL, Stampfer MJ, Willett WC, et al. Association of nut consumption with total and cause-specific mortality. *N Engl J Med* 2013;369(21):2001-11. DOI: 10.1056/NEJMoa1307352
29. Pascual V, Pérez Martínez P, Fernández JM, Solá R, Pallarés V, Romero A, et al. Documento de consenso SEA/SEMergen 2019. Recomendaciones dietéticas en la prevención cardiovascular. *Clin Investig Arterioscler* 2019;31(4):186-201. DOI: 10.1016/j.arteri.2019.02.004
30. Farré R. Consumo de carne y cáncer. *Investigación y Ciencia*. 2019;509:50-2. Disponible en: <https://www.investigacionyciencia.es/files/32279.pdf>
31. 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(25):2394-404. DOI: 10.1056/NEJMoa1014296
32. Smith JD, Hou T, Ludwig DS, Rimm EB, Willett W, Hu FB, et al. Changes in intake protein foods, carbohydrate amount and quality, and long-term weight change: results from 3 prospective cohorts. *Am J Clin Nutr* 2015;101(6):1216-24. DOI: 10.3945/ajcn.114.100867
33. Anderson P, Gual A, Colon J. Alcohol y atención primaria de la salud: informaciones clínicas básicas para la identificación y el manejo de riesgos y problemas. Washington DC: Organización Panamericana de la salud (OPS/OMS); 2008.
34. Gea A, Bes-Rastrollo M, Toledo E, García-López M, Beunza JJ, Estruch R, et al. Mediterranean alcohol-drinking pattern and mortality in the SUN (Seguimiento Universidad de Navarra). Project: a prospective cohort study. *Br J Nutr* 2014;111(10):1871-80. DOI: 10.1017/S0007114513004376
35. Li Y, Pan A, Wang DD, Liu X, Dhana K, Franco OH, et al. Impact of healthy lifestyle factors on life expectancies in the US population. *Circulation* 2018;138(4):345-55. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032047



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

ABCA1 gene R1587K polymorphism could be associated with metabolic syndrome and increased plasma triglyceride concentration in adults from northern Mexico

El polimorfismo R1587K del gen ABCA1 podría estar asociado con el síndrome metabólico y la concentración elevada de triglicéridos en adultos del norte de México

Mildren Porchas-Quijada^{1,2}, Zyanya Reyes-Castillo², Oney Román-Pellegrini¹, Elizabeth Artalejo-Ochoa¹, Silvia Yolanda Moya-Camarena¹, Maricela Montalvo-Corral¹, and Martha Nydia Ballesteros-Vásquez¹

¹Department of Nutrition. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Hermosillo, Sonora, México. ²Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. Ciudad Guzmán, Jalisco, México

Abstract

Introduction: the ABCA1 protein plays a key role in reverse cholesterol transport, promoting its clearance and high-density lipoprotein (HDL) biogenesis. The R1587K (rs2230808) single-nucleotide polymorphism (SNP) in the *ABCA1* gene has been associated with dyslipidemia.

Objectives: to investigate the relationship of R1587K genotypes with cardiovascular (CV) risk, metabolic syndrome (MetS), lipid profile, paraoxonase-1 (PON1) activity, and anti-oxLDL titers.

Methods: we performed a cross-sectional study in 57 northern Mexican adults with no reported diseases. The *ABCA1* R1587K SNP was detected by real-time polymerase chain reaction (qPCR) using TaqMan allelic discrimination probes. We evaluated the relationship of R1587K with metabolic syndrome and clinical parameters including lipid profile, glucose and insulin, PON1 activity and concentration, anti-oxLDL antibodies, anthropometry and body-composition parameters, and the atherogenic index of plasma calculation.

Results: our results show higher triglyceride levels in the RK + KK carriers as compared to RR carriers ($p = 0.031$). An association between the RK + KK genotype and the presence of MetS ($OR = 4.566$, 95% $CI = 1.386-14.92$, $p = 0.010$) and a tendency towards high CV risk ($OR = 3.317$, 95% $CI = 0.910-8.611$, $p = 0.069$) was observed in comparison to RR carriers; however, there were no differences in HDL-C levels, PON1 activity and concentration, and anti-oxLDL titers among the R1587K genotypes.

Conclusions: in the northern Mexican population, the *ABCA1* gene R1587K SNP is present and the RK + KK genotypes are associated with MetS and increased triglyceride concentrations; therefore, it could be a CV risk biomarker. Nevertheless there is a need for further confirmation in longitudinal studies.

Keywords:

rs2230808 polymorphism. Cardiovascular diseases. Paraoxonase-1. anti-oxLDL antibodies. Hypertriglyceridemia. R1587K.

Resumen

Introducción: la proteína ABCA1 juega un papel principal en el transporte reverso del colesterol, promoviendo su eliminación y la biogénesis de HDL. El polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) R1587K (rs2230808) del gen *ABCA1* se ha asociado con dislipidemia.

Objetivo: investigar la relación de los genotipos del SNP R1587K con el riesgo cardiovascular (CV), el síndrome metabólico (SM), el perfil de lípidos, la actividad de paraoxonasa 1 (PON1) y los anticuerpos contra las LDL oxidadas (anti-oxLDL).

Métodos: se realizó un estudio transversal con 57 adultos del norte de México que reportaron no tener enfermedades diagnosticadas. El SNP R1587K del gen *ABCA1* se detectó a través de PCR en tiempo real (qPCR) usando sondas TaqMan para discriminación alélica. Para evaluar la asociación del SNP R1587K con el SM y determinados parámetros clínicos se determinaron el perfil de lípidos, los niveles de glucosa e insulina, la actividad y concentración de PON1, los anticuerpos anti-oxLDL, los parámetros antropométricos y de composición corporal, y el cálculo del índice aterogénico en plasma.

Resultados: los resultados mostraron mayores niveles de triglicéridos en los portadores del genotipo RR + KK que en los portadores de RR ($p = 0.031$). Se observó una asociación entre el genotipo RK + KK y la presencia de SM ($OR = 4.566$, IC 95% = 1,386-14,92, $p = 0.010$) y una tendencia hacia un mayor riesgo cardiovascular ($OR = 3.317$, IC 95% = 0,910-8,611, $p = 0.069$) al compararlos con los portadores de RR. No se encontraron diferencias en los niveles de HDL-C, la actividad y concentración de PON1 y los anti-oxLDL entre los genotipos R1587K.

Conclusiones: el SNP R1587K del gen *ABCA1* se encuentra presente en la población del norte de México y el genotipo RK + KK se asocia con el SM y concentraciones elevadas de triglicéridos, por lo que este SNP podría ser un biomarcador de riesgo cardiovascular. Sin embargo, se necesita confirmación a través de estudios longitudinales.

Palabras clave:

Polimorfismo rs2230808. Enfermedades cardiovasculares. Paraoxonasa 1. Anticuerpos anti-oxLDL. Hipertrigliceridemia. R1587K.

Received: 20/03/2020 • Accepted: 24/04/2020

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

Porchas-Quijada M, Reyes-Castillo Z, Román-Pellegrini O, Artalejo-Ochoa E, Moya-Camarena SY, Montalvo-Corral M, Ballesteros-Vásquez MN. *ABCA1* gene R1587K polymorphism could be associated with metabolic syndrome and increased plasma triglyceride concentration in adults from northern Mexico. Nutr Hosp 2020;37(5):944-950

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03087>

Correspondence:

Martha Nydia Ballesteros. Departamento de Nutrición. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas 46, La Victoria. 83304 Hermosillo, Sonora, México
e-mail: nydia@ciad.mx

INTRODUCTION

Cardiovascular disease (CVD) is the primary cause of death worldwide. One of the leading disorders that are linked to premature development of CV disease is metabolic syndrome (MetS), a condition characterized by multiple alterations including abdominal obesity, hypertriglyceridemia, elevated fasting glucose, hypertension, and low HDL-C levels (1). A key event that precedes CVD is the formation of the atheroma plaque, caused by the unregulated uptake of oxidized low-density lipoproteins (ox-LDLs) by macrophages that progressively turn into foam cells, the main trigger of the atherosclerotic lesion (2) saturable pathway related to the pathway for macrophage uptake of acetylated LDL. Conditioning LDL with cultured aortic smooth muscle cells had a qualitatively similar but smaller effect; conditioning with fibroblasts had no effect. Conditioning very low density lipoproteins or high density lipoproteins with endothelial cells did not affect subsequent metabolism of these lipoproteins by macrophages. Endothelial cell-modified LDL, while degraded more rapidly than control LDL by macrophages, was degraded more slowly by cultured smooth muscle cells and by human skin fibroblasts. Degradation of endothelial cell-modified LDL by macrophages was accompanied by stimulation of cholesterol esterification, inhibition of cholesterol synthesis, and a net increment in total cellular cholesterol content. Thus, a biologically generated modification of LDL is described that markedly alters cholesterol metabolism of macrophages and, consequently, may play a role in foam cell formation during atherogenesis, "container-title": Arteriosclerosis (Dallas, Tex.. These oxLDLs elicit the formation of immunogenic epitopes in the LDL molecule, and the subsequent production of anti-oxidized low-density lipoprotein antibodies (anti-oxLDL Abs) (3). However, the physiological role of anti-oxLDL Abs remains controversial since these are present in healthy subjects as well as in different diseases. Therefore, it has been suggested that they may have a pro-atherogenic role, an anti-atherogenic function, or no correlation at all (4-6).

The atheroprotective role of HDL particles results from their antioxidant and anti-inflammatory properties, mainly conferred by the paraoxonase-1 (PON1) enzyme, which circulates chemically bound to the apolipoprotein A-1 (Apo A1), the largest protein constituent of HDL particles (7). PON1 is a 345 amino-acid glycoprotein, and its serum activity is inversely associated with oxidative stress, as it can hydrolyze lipid peroxides, cholesteryl esters, and oxidized phospholipids, thus preventing the formation of atherosclerotic lesions (8). The circulating levels of HDLs are mainly mediated by reverse cholesterol transport (RCT), of which several pathways have been described—one of them is HDL particles traveling towards peripheral tissues, where their Apo A1 protein region stimulates cholesterol efflux from ATP-binding cassette transporters, ABCA1 and ABCG1, promoting its clearance and/or HDL biogenesis (9). Furthermore, it has been suggested that the PON1 enzyme enhances RCT by facilitating the union of HDL particles to macrophages and the ABCA1 protein (10).

The ABCA1 transporter protein is coded for by the *ABCA1* gene, located in the long arm of the human chromosome 9 (9q22-31).

This protein plays a key role in HDL particle formation and cholesterol efflux from macrophages, thereby precluding the formation of macrophage foam cells (11). Several single-nucleotide polymorphisms (SNPs) in the *ABCA1* gene have been reported—R219K (rs2230806), R1587K (rs2230808), and I883M (rs4149313) are the most extensively studied, and have been associated with CV risk and plasma lipid profile (12). Particularly, the R1587K SNP, which is located in exon 35 and induces a change from arginine to lysine in position 1,587 of the ABCA1 protein, has been associated with increased levels of total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) and TGs, and reduced HDL-C levels (12,13).

Nevertheless, the relationships between R1587K genotypes and lipids levels are inconsistent among all populations, and have not been studied in Mexicans, especially in the northern region population, where dyslipidemias are common, mainly hyperalphalipoproteinemia, hypertriglyceridemia, and hypercholesterolemia (14)middle (India. Therefore, we aimed to evaluate the potential association between the R1587K *ABCA1* polymorphism with CV risk and MetS presence, as well as with plasma lipid profile, PON1 activity and concentration, and anti-oxLDL titers in a northern Mexican population.

MATERIAL AND METHODS

SUBJECTS

A cross-sectional study considering 57 apparently healthy adults from Sonora, Mexico, was performed. The subjects disclosed their not having any diagnosed cardiovascular, hepatic, renal, infectious, or thyroid disease, as well as not being under lipid-lowering medication, all these by self report. The study was approved by the Research Center for Food and Development A.C. Ethics Committee Review Board, and was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki. All volunteers were adults and signed an informed consent prior to their inclusion in the study.

BIOCHEMICAL ASSAYS

Blood samples were obtained after overnight fasting and then separated into serum and plasma. Plasma was collected in tubes containing 0.15 g/100 g EDTA and centrifugated at 2400 rpm for 20 min at 4 °C, then placed into vials containing phenyl-methyl-sulfonyl-fluoride (0.015 g/100 g), sodium azide (0.01 g/100 g), and aprotinin (0.01 g/100 g). The sera were collected in tubes containing separator gel, and centrifuged at 3,000 rpm for 20 min at 4 °C.

Plasma total cholesterol (TC), triglycerides (TGs), and glucose were determined using enzymatic colorimetric methods (CHOD-PAP, GPO-PAP and GOD-PAP, respectively), all through commercial reagent sets (Roche Diagnostics, Mannheim, Germany). HDL-C was measured in the supernatant after precipitation of the

apo B-containing lipoproteins, and low-density lipoprotein (LDL-C) was determined using the Friedwald equation (15).

Fasting plasma insulin concentration was determined by a sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Grupo Mexlab, Jalisco, Mexico). The homeostasis model of assessment (HOMA) was used to calculate insulin resistance (IR) according to the following equation: $IR (HOMA\ IR) = \text{fasting insulin } (\mu U/mL) \times \text{fasting glucose (mmol/L)} \div 22.5$ (16). To measure autoantibodies against oxidized LDLs an indirect ELISA oLAB kit (ALPCO, Salem, NH, USA) was used according to the manufacturer's protocol. The activity of the PON1 enzyme was measured by the arylesterase/paraoxonase assay kit (ZeptoMetrix Corporation, NY, USA). PON1 concentration was quantified through a quantitative sandwich ELISA technique using the Human Serum Paraoxonase-1 (PON1) ELISA kit (Aviscera Bioscience, Inc., CA, USA) according to the manufacturer's instructions.

DNA EXTRACTION AND GENOTYPING OF THE R1587K POLYMORPHISM IN THE *ABCA1* GENE

A sample of peripheral blood was processed for genomic DNA (gDNA) extraction using the phenol-chloroform and proteinase K method (17). DNA quality and integrity were assessed by visualization on 1% agarose gel and SYBR Safe® DNA staining (Life Technologies, USA). The concentration and purity of gDNA were measured on a spectrophotometer (NanoDrop™ 1000, Thermo Fisher Scientific, USA). gDNA samples were stored at -20 °C until the genotyping assay was performed.

The genotypes of the R1587K SNP (rs2230808) were obtained by qPCR (StepOne™, Applied Biosystems, Foster City CA, USA) using TaqMan allelic discrimination probes. Amplification assays were performed according to the standard procedures, using 5 µL of TaqMan Genotyping Mix 2X (Applied Biosystem, Foster City, CA, USA), 0.25 µL of each TaqMan genotyping probe (20x), 20 ng of gDNA, and the corresponding volume of deionized sterile water to complete a total reaction volume of 25 µL. The analysis of PCR data and the genotyping was performed with the StepOne software (version 2.3, Life Technologies Corporation, USA).

CLINICAL DATA

Body composition parameters were measured using a bio-electrical impedance equipment (BIA-101A, RJL Systems, Inc., MI, USA). Body mass index (BMI) was calculated by dividing the weight in kg by the square of height in m. Waist circumference (WC) was measured midway between the lower rib and the iliac crest. Blood pressure was monitored with an automatic blood pressure monitor (HEM-7220, OMRON, USA). Physical activity level (PAL) was evaluated employing the three day record method, and classified into levels according to multiples of basal metabolic rate (18).

METS DIAGNOSIS AND ATHEROGENIC INDEX OF PLASMA (AIP)

The MetS diagnosis was carried out as stated by the American Heart Association and the National Heart, Lung, and Blood Institute (19). To evaluate CV risk the AIP was calculated as the logarithmic function of the ratio of plasma TG concentration to HDL-C as Log (TG / HDL-C) , and the value of AIP was classified as low CV risk (< 0.11 mmol/L), moderate CV risk (0.11-0.21 mmol/L), and high CV risk (> 0.21 mmol/L) (20).

STATISTICAL ANALYSIS

Data normality was verified by the D'Agostino-Pearson test, and variables with normal distribution were described with their mean $\pm$ SD values, whereas the median and 25-75th percentiles were used for variables with non-parametrical distribution. Categorical variables were expressed as percentage and absolute frequency. The relationship between clinical and parametric variables with the R1587K SNP was assessed by differences between groups with Student's t-test or Mann-Whitney U-test for independent variables, according to the normality distribution. To evaluate the association between *ABCA1* R1587K polymorphism genotypes and CV risk, the presence of metabolic syndrome a chi-squared test was performed to estimate the odds ratio (OR) and the 95% CI. Analyses were carried out using the IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corporation, USA) package, and the significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

PARTICIPANT CHARACTERISTICS AND DIFFERENCES BY R1587K GENOTYPE

The study population was integrated by 57 participants (29 men and 28 women) with an average age of 38 ± 10 years. Genotypes were distributed as follows: 63.2% had the RR genotype, 26.3% the RK genotype, and 10.5% the KK genotype. Therefore, for statistical purposes we decided to group the RK and KK genotypes (34.1% had RK + KK) for comparison with RR carriers, assuming that the presence of one or two K alleles would modify the risk for the assessed variables.

BMI showed that both study groups were overweight, had an excess of body fat percentage, elevated LDL-C levels, and were also sedentary according to their physical activity level (21). The RR and the RK + KK genotypes carriers had elevated LDL-C and decreased HDL-C levels as compared to the NCEP ATP III guidelines (22). RR carriers showed a moderate CV risk, whereas the RK + KK group had a high CV risk according to the AIP.

As seen in table I, triglyceride levels were significantly higher among the RK/KK genotype carriers than among the RR genotype carriers. Also, the RK/KK carriers showed a tendency to greater waist circumference, TC levels, anti-oxLDL Abs, and atherogen-

Table I. Demographic, body composition, clinical and lifestyle characteristics of the study population, stratified by genotype

Parameter	Total (n = 57)	RR (n = 36)	RK + KK (n = 21)	p
Age (years)	38 ± 10	37 ± 11	40 ± 10	0.233
Sex (male/female) (n)	29/28	16/20	13/8	-
BMI (kg/m ²)	28.16 ± 4.76	27.39 ± 4.08	29.48 ± 5.60	0.111
WC (cm)	91 [84.25-98.55]	89.9 [82.25-96]	94.20 [88-104.6]	0.064
FFM (kg)	53.33 ± 13.10	51.17 ± 12.22	57.03 ± 14.03	0.104
Fat mass (kg)	25.55 [20.63-30.29]	24.28 [19.58-28.79]	26.64 [21.93-32.94]	0.219
Fat mass (%)	31.72 [25.67-41.45]	31.59 [25.12-41.77]	33.24 [25.82-41.32]	0.951
SBP (mmHg)	114.3 ± 15.67	111.7 ± 15.97	118.8 ± 14.41	0.100
DBP (mmHg)	76.50 [70.75-84]	76.25 [70.63-81.75]	81.50 [71-85.75]	0.169
Physical activity (multiples of BMR)	1.65 [1.54-1.77]	1.64 [1.54-1.73]	1.68 [1.55-1.80]	0.405
Smoker (cigarettes/day)	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0.85]	0.140
Alcohol (mL/day)	66.66 [0-253.6]	44.37 [0-152.1]	71.42 [0-304.3]	0.386
Glucose (mg/dL)	89.78 ± 10.74	88.51 ± 9.99	91.95 ± 11.87	0.246
Insulin (μIU/mL)	4.80 [3.95-5.91]	4.78 [3.81-4.78]	4.98 [4.22-6.16]	0.562
HOMA-IR index	1.11 [0.84-1.37]	1.08 [0.82-1.36]	1.14 [0.91-1.43]	0.380
TC (mg/dL)	178.23 ± 32.78	172.05 ± 32.50	188.81 ± 31.19	0.061
LDL-C (mg/dL)	105.34 ± 27.28	103.62 ± 28.49	108.29 ± 5.56	0.537
HDL-C (mg/dL)	39.44 ± 7.35	39.56 ± 6.68	39.23 ± 8.55	0.872
TG (mg/dL)	139.77 [107.70-202.57]	128.43 [100.27-192.71]	176.65 [127-227.2]	0.032
Anti-OxLDL Abs (mU/mL)	1,156 [934.20-1,317]	1,139 [933.60-1,278]	1,314 [905.60-1,319]	0.093
PON1 concentration (ng/mL)	21.16 ± 11.69	21.06 ± 11.44	21.38 ± 12.67	0.931
PON1 activity (KU/L)	56 [46-64.50]	53.63 ± 12.17	55.95 ± 8.69	0.448
AIP (mmol/L)	0.22 ± 0.24	0.178 ± 0.238	0.300 ± 0.241	0.069

Data are given as mean ± standard deviation or median [25-75 interquartile range]. BMI: body mass index; WC: waist circumference; FFM: fat-free mass; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; BMR: basal metabolic rate; HOMA-IR: homeostatic model assessment-insulin resistance; TC: total cholesterol; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; TG: triglycerides; anti-OxLDL Abs: anti-oxidized low-density lipoprotein autoantibodies; PON1: paraoxonase-1; AIP: atherogenic index of plasma.

ic index of plasma when compared to RR carriers. However, no significant relationship was detected between ABCA1 R1587K genotypes (RR and RK + KK) with BMI, fat-free mass, fat mass, blood pressure, physical activity, smoking, alcohol consumption, fasting glucose, fasting insulin, HOMA-IR index, LDL-C levels, HDL-C levels, and PON1 concentration and activity (Table I).

ASSOCIATION OF R1587K GENOTYPES WITH CV RISK AND METS

The RK + KK genotypes were associated with MetS presence (OR = 4.566, 95% CI = 1.386-14.92, p = 0.010). Also, the RK + KK genotypes showed a tendency to association with higher

Table II. Association of ABCA1 R1587K genotypes with CV risk and metabolic syndrome presence

	Total n (%)	RR n (%)	RK + KK n (%)	Odds ratio (95% CI)	χ^2	p
AIP						
Low/moderate risk	28 (49.1)	21 (58.3)	7 (33.3)	1.0 ^a	3.317	0.069
High risk	29 (50.9)	15 (41.7)	14 (66.7)	2.800 (0.910-8.611)		
MetS						
Without MetS	39 (68.4)	29 (80.6)	10 (47.6)	1.0 ^a	6.659	0.010
MetS	18 (31.6)	7 (19.4)	11 (52.4)	4.566 (1.386-14.92)		

Data are represented in counts (percentages within parentheses). AIP: atherogenic index of plasma; MetS: metabolic syndrome; p-values and ORs with 95% CIs were calculated using Pearson's χ^2 test; $p < 0.05$ was considered significant.

CV risk based on the AIP score (OR = 2.800, 95% CI = 0.910-8.611, $p = 0.069$).

DISCUSSION

The major pathway in HDL particle biogenesis is the RCT, in which the ABCA1 protein plays a pivotal role by stimulating the cholesterol efflux, and precluding the foam cell formation, that induce the atherosclerotic lesion. Several SNPs in the *ABCA1* gene have been described. In particular, the R1587K polymorphism has been associated with dyslipidemias and CV risk, but no information exists regarding its relationship with a highly related predecessor of these diseases such as the MetS, and other non-common metabolic and cardiovascular parameters such as lipid-related enzymes and antibodies involved in these pathways. Therefore, we decided to analyze the R1587K SNP in the *ABCA1* gene and to evaluate its association with CV risk and MetS presence, as well as its possible role in the lipid profile, PON1 activity and concentration, and anti-oxLDL titers of a northern Mexican population. We found an association between the RK + KK genotype and the presence of MetS, as well as higher TG levels and a tendency towards high CV risk among the RK + KK genotype carriers. However, this polymorphism showed no association with HDL-C levels, PON1, and anti-oxLDL titers.

The frequency of R187K genotypes in *ABCA1* observed in our study was 63.2% for RR and 36.8% for the RK + KK genotypes; to our knowledge, this is the first time that R1587K genotypes have been related to MetS in a Mexican population, having previously been mainly described in Caucasians. These frequencies are similar to that previously reported in children and adolescents from Poland in remission of nephrotic syndrome, reporting a frequency of 58% of the RR genotype and 42% of the RK + KK genotype (23). A similar distribution of these genotypes was reported in a Dutch population of men with proven coronary artery disease, as well as in the Danish general population (24,25). However, these

frequencies differ from those in a group of young Greek nurses, showing a reduced frequency of the RR genotype (47.08 %) in comparison to the RK + KK genotypes (52.92%) (26). These differences are likely explained by the genetic heterogeneity extant among populations, which translates into different phenotypes, highlighting the importance of replicating these genetic studies in different populations.

The R1587K SNP, specifically the K allele, in the *ABCA1* gene has been previously related with dyslipidemias, specifically with high TC, LDL-C, and TG levels, as well as with lower HDL-C levels in both men and women of the general population or with proven CVD of different age groups (12,13). Although we observed low HDL-C levels among the participants, the concentrations of this lipid fraction showed no relationship with the R1587K SNP; however, TG level turned out to be related with this SNP, being higher among RK + KK carriers. Also, we observed that carriers of the RK + KK genotypes tended to have higher TC and anti-oxLDL Ab levels, abdominal obesity, and high CV risk (as evaluated by the AIP), although not reaching statistical significance. This difference in plasmatic TG levels between the RK + KK genotype carriers as compared to RR genotype carriers is consistent with that reported by Kolovou et al. in Greek women without a history of coronary artery disease (26), and with the tendency described by Ksiazek et al. in children and adolescents undergoing nephrotic syndrome remission (23). Conversely, Jensen et al. reported a lower concentration of TGs in women without CV disease who were carriers of the K allele of this SNP (27).

Even though the direct connection between the ABCA1 protein and TG levels is not fully understood, there is a direct relationship between HDL-C levels and TGs, seen through HDL modeling, where several processes are involved. One of these is mediated by the cholesteryl ester transfer protein (CETP), where an exchange of cholesteryl esters (CE) from HDL to TGs in apoB-containing lipoproteins (LDL/VLDL) occurs (28). This exchange ends in apoB-containing lipoproteins enriched with CEs and drained of TGs, and in HDL particles depleted of CEs

and high in TGs. The clearance of these HDL particles enriched with TGs is faster than that of those enriched with CEs, thus an increase in TG levels triggers a decrease in HDL-C levels (29). This reduction in HDL-C levels may also result in changes in the contents and activities of related proteins. Nevertheless, whether the low HDL-C levels observed in our study are due to an increase in TG levels or to the presence of a R1587K SNP remains unknown. Therefore, further and larger-scale studies including different genetic variants and proteins involved in lipid metabolism are required.

Another interesting finding was the association between the RK + KK genotypes and the presence of MetS, in addition to the marginal association detected between the RK + KK genotypes and high CV risk, according to the AIP. This is consistent with the fact that hypertriglyceridemia, alone or in combination with low HDL-C concentrations, has been described as a major factor related to MetS (30). Even though LDL-C has been widely known as one of the major atherogenic lipids, the association between hypertriglyceridemia and risk of CVD has been extensively described (31). Nevertheless, this high risk cannot be completely attributed to the presence of the R1587K SNP, since this population presents with other CV risks including elevated LDL-C and low HDL-C levels, low physical activity, and altered body composition (elevated body fat percentage, abdominal obesity, and high BMI), all of which contribute to increased CV risk.

A limitation of this study was its relatively small number of participants, so it is necessary to further perform wider studies where these associations with the R1587K genotypes may be corroborated. However, this study adds new information regarding the role of this SNP in the northern Mexican population. Also, we included a novel and common cardiovascular risk biomarker to help elucidate the findings.

In summary, the R1587K SNP of the *ABCA1* gene was related to TG level; specifically, RK + KK genotype carriers had higher TG concentrations than RR genotype carriers, while HDL-C levels, PON1 activity and concentration, and anti-oxLDL levels did not differ between genotypes. Further, an association was found between the RK + KK genotypes and the presence of MetS, as well as a tendency towards high CV risk, indicating that RK + KK carriers are more likely to develop CVD. These findings provide novel information about the presence and implications of the R1587K SNP of the *ABCA1* gene in lipid metabolism and CV risk, and could contribute to understand and devise further interventions to prevent the clinical alterations commonly observed in this population.

REFERENCES

- Okada K, Hibi K, Gohbara M, Kataoka S, Takano K, Akiyama E, et al. Association between blood glucose variability and coronary plaque instability in patients with acute coronary syndromes. *Cardiovasc Diabetol* [Internet] 2015 [Accessed on September 19, 2019];14(1). Available at: <http://www.cardiab.com/content/14/1/111>. DOI: 10.1186/s12933-015-0275-3
- Henriksen T, Mahoney EM, Steinberg D. Enhanced macrophage degradation of biologically modified low density lipoprotein. *Arterioscler Dallas Tex* 1983;3(2):149-59. DOI: 10.1161/01.ATV.3.2.149
- Palinski W, Rosenfeld ME, Ylä-Herttuala S, Gurtner GC, Socher SS, Butler SW, et al. Low density lipoprotein undergoes oxidative modification in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA* 1989;86(4):1372-6. DOI: 10.1073/pnas.86.4.1372
- Fukumoto M, Shoji T, Emoto M, Kawagishi T, Okuno Y, Nishizawa Y. Antibodies against oxidized LDL and carotid artery intima-media thickness in a healthy population. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;20(3):703-7. DOI: 10.1161/01.ATV.20.3.703
- Tinahones FJ, Gómez-Zumaquero JM, Garrido-Sánchez L, García-Fuentes E, Rojo-Martínez G, Esteva I, et al. Influence of age and sex on levels of anti-oxidized LDL antibodies and anti-LDL immune complexes in the general population. *J Lipid Res* 2005;46(3):452-7. DOI: 10.1194/jlr.M400290-JLR200
- Masztalewicz M, Nowacki P, Kotłęga D, Bajer-Czajkowska A, Drechsler H. Anti-oxLDL antibodies are clinically insignificant for stroke patients. *Neurol Res* 2014;36(1):86-91. DOI: 10.1179/1743132813Y.0000000268
- Mackness MI, Hallam SD, Peard T, Warner S, Walker CH. The separation of sheep and human serum «A»-esterase activity into the lipoprotein fraction by ultracentrifugation. *Comp Biochem Physiol B* 1985;82(4):675-7. DOI: 10.1016/0305-0491(85)90506-1
- Aviram M, Rosenblat M, Bisgaier CL, Newton RS, Primo-Parmo SL, La Du BN. Paraoxonase inhibits high-density lipoprotein oxidation and preserves its functions. A possible peroxidative role for paraoxonase. *J Clin Invest* 1998;101(8):1581-90. DOI: 10.1172/JCI1649
- Kingwell BA, Chapman MJ, Kontush A, Miller NE. HDL-targeted therapies: progress, failures and future. *Nat Rev Drug Discov* 2014;13(6):445-64. DOI: 10.1038/nrd4279
- Ikhlef S, Berrougui H, Kamtchueng Simo O, Khalil A. Paraoxonase 1-treated oxLDL promotes cholesterol efflux from macrophages by stimulating the PPAR γ -LXR α -ABCA1 pathway. *FEBS Lett* 2016;590(11):1614-29. DOI: 10.1002/1873-3468.12198
- Oram JF. HDL Apolipoproteins and ABCA1: Partners in the Removal of Excess Cellular Cholesterol. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003;23(5):720-7. DOI: 10.1161/01.ATV.0000054662.44688.9A
- Lu Z, Luo Z, Jia A, Yu L, Muhammad I, Zeng W, et al. Associations of the ABCA1 gene polymorphisms with plasma lipid levels: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(50):e13521. DOI: 10.1097/MD.00000000000013521
- Kolovou V, Marvaki A, Boutsikou M, Vasilopoulos G, Degiannis D, Marvaki C, et al. Effect of ATP-binding Cassette Transporter A1 (ABCA1) Gene Polymorphisms on Plasma Lipid Variables and Common Demographic Parameters in Greek Nurses. *Open Cardiovasc Med J* 2016;10(1):233-9. DOI: 10.2174/1874192401610010233
- Mendoza-Herrera K, Pedroza-Tobías A, Hernández-Alcaraz C, Ávila-Burgos L, Aguilar-Salinas CA, Barquera S. Attributable Burden and Expenditure of Cardiovascular Diseases and Associated Risk Factors in Mexico and other Selected Mega-Countries. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(20):4041. DOI: 10.3390/ijerph16204041
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18(6):499-502. DOI: 10.1093/clinchem/18.6.499
- 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. DOI: 10.1007/BF00280883
- Sambrook J, Russell DW. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 3rd ed. Cold Spring Harbor, N.Y.: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2001. 3 p.
- Haggarty P, Valencia ME, McNeill G, Gonzales NL, Moya SY, Pinelli A, et al. Energy expenditure during heavy work and its interaction with body weight. *Br J Nutr* 1997;77(03):359. DOI: 10.1079/BJN19970038
- Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and Management of the Metabolic Syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112(17):2735-52. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404
- Frohlich J, Dobíášová M. Fractional esterification rate of cholesterol and ratio of triglycerides to HDL-cholesterol are powerful predictors of positive findings on coronary angiography. *Clin Chem* 2003;49(11):1873-80. DOI: 10.1373/clinchem.2003.022558
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations University. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome; 2001. 96 p.
- National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treat-

- ment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106(25):3143-421. DOI: 10.1161/circ.106.25.3143
23. Książek J, Ciechanowicz A, Wierzbicka A, Syczewska M, Grenda R. Is dyslipidemia sustained during remission of nephrotic syndrome genetically determined? Evaluation of genetic polymorphisms of proteins involved in lipoprotein metabolism in children and adolescents with nephrotic syndrome. *Pol Arch Intern Med* 2009;119(1-2):11-7. DOI: 10.20452/pamw.592
 24. Clee SM, Zwinderman AH, Engert JC, Zwarts KY, Molhuizen HOF, Roomp K, et al. Common Genetic Variation in ABCA1 Is Associated With Altered Lipoprotein Levels and a Modified Risk for Coronary Artery Disease. *Circulation* 2001;103(9):1198-205. DOI: 10.1161/01.CIR.103.9.1198
 25. Frikke-Schmidt R, Nordestgaard BG, Jensen GB, Steffensen R, Tybjaerg-Hansen A. Genetic Variation in ABCA1 Predicts Ischemic Heart Disease in the General Population. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008;28(1):180-6. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.153858
 26. Kolovou V, Kolovou G, Marvaki A, Karakosta A, Vasilopoulos G, Kalogiani A, et al. ATP-binding cassette transporter A1 gene polymorphisms and serum lipid levels in young Greek nurses. *Lipids Health Dis* 2011;10(1):56. DOI: 10.1186/1476-511X-10-56
 27. Jensen MK, Pai JK, Mukamal KJ, Overvad K, Rimm EB. Common genetic variation in the ATP-binding cassette transporter A1, plasma lipids, and risk of coronary heart disease. *Atherosclerosis* 2007;195(1):e172-80. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2007.01.025
 28. Rye K-A, Clay MA, Barter PJ. Remodelling of high density lipoproteins by plasma factors. *Atherosclerosis* 1999;145(2):227-38. DOI: 10.1016/S0021-9150(99)00150-1
 29. Lamarche B, Uffelman KD, Carpentier A, Cohn JS, Steiner G, Barrett PH, et al. Triglyceride enrichment of HDL enhances in vivo metabolic clearance of HDL apo A-I in healthy men. *J Clin Invest* 1999;103(8):1191-9. DOI: 10.1172/JCI5286
 30. Li Z, Deng ML, Tseng C-H, Heber D. Hypertriglyceridemia Is a Practical Biomarker of Metabolic Syndrome in Individuals with Abdominal Obesity. *Metab Syndr Relat Disord* 2013;11(2):87-91. DOI: 10.1089/met.2012.0090
 31. Rosenson RS, Davidson MH, Hirsh BJ, Kathiresan S, Gaudet D. Genetics and Causality of Triglyceride-Rich Lipoproteins in Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *J Am Coll Cardiol* 2014;64(23):2525-40. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.09.042



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Desarrollo y evaluación de las propiedades psicométricas de la escala Etapas de Cambio en la Reducción del Sobrepeso Infantil (ECARSI)

Development and evaluation of the psychometric properties of the Stage to Change in the Reduction of Childhood Overweight Scale (SCROS)

Gabriela Navarro Contreras¹, Ferrán Padrós Blázquez², Mónica Fulgencio Juárez² y Alejandra del Carmen Domínguez Espinosa³

¹Universidad de Guanajuato. León, Guanajuato. México. ²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. ³Universidad Iberoamericana. Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: el sobrepeso y la obesidad infantil alrededor del mundo siguen en aumento; sin embargo, los padres de niños con sobrepeso y obesidad suelen subestimarlos, por lo cual no se preocupan por los riesgos que se asocian al sobrepeso y la obesidad, lo cual obstaculiza su tratamiento oportuno.

Objetivo: el objetivo del presente trabajo fue desarrollar y evaluar las características psicométricas de la escala "Etapas de cambio para la reducción del sobrepeso Infantil" (ECARSI).

Método: participaron un total de 484 mujeres con hijos en edad escolar, clasificados con sobrepeso el 34,1 % y con obesidad el 65,9 %, quienes respondieron la escala. Se realizaron análisis de discriminación de ítems y de consistencia interna por medio de la alfa de Cronbach y el análisis factorial exploratorio.

Resultados: se obtuvo una consistencia interna, por medio de la alfa de Cronbach, de 0,789 con 16 elementos; el AFE arrojó 4 factores con valores propios mayores de 1, que explican el 62,89 % de la varianza total. Los ítems se agruparon en las siguientes dimensiones: Precontemplación (4 ítems), Contemplación (4 ítems), Preparación (4 ítems) y Acción (4 ítems).

Conclusiones: la ECARSI cuenta con adecuados índices de confiabilidad y evidencias de validez para evaluar la etapa de disposición al cambio en que se encuentran los padres de los niños(as) con sobrepeso y obesidad, lo cual permitirá un mejor tamizaje para determinar el tipo de intervención más pertinente para cada niño(a) y su familia.

Palabras clave:

Etapas de cambio.
Desarrollo de escala.
Sobrepeso. Obesidad.
Niños(as).

Abstract

Objectives: the purpose of this paper is to evaluate the psychometric properties of the "Stage of change in the reduction of childhood overweight" scale by means of an exploratory factor analysis, and its reliability. This questionnaire is a new measure to identify the stage of awareness of the problem, and the willingness to change, in parents of children with overweight and obesity, based on the transtheoretical model by Prochaska and DiClemente (1983).

Method: the study involved 484 women with school-aged children, of which 65.9 % were classified with obesity, and 34.1 % with overweight.

Results: the SCROS psychometric characteristics were assessed, obtaining an internal consistency of 0.789 using Cronbach's alpha with 16 elements (items). By means of the Exploratory Factor Analysis four factors were obtained with eigen values higher than one, which explained 62.89 % of the total variance. The items were grouped in the following dimensions: Preparation (4 items), Precontemplation (4 items), Contemplation (4 items), and Action (4 items).

Conclusions: the SCROS is a valid and reliable questionnaire to evaluate the stage in which parents of children with overweight and obesity problems are located, which will allow us to design more suitable interventions for these children and their families.

Keywords:

Stages of change.
Scale development.
Overweight. Obesity.
Children.

Recibido: 10/04/2020 • Aceptado: 22/07/2020

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Navarro Contreras G, Padrós Blázquez F, Fulgencio Juárez M, Domínguez Espinosa AC. Desarrollo y evaluación de las propiedades psicométricas de la escala Etapas de Cambio en la Reducción del Sobrepeso Infantil (ECARSI). Nutr Hosp 2020;37(5):951-957

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03120>

Correspondencia:

Gabriela Navarro Contreras. Departamento de Psicología. Universidad de Guanajuato, Campus León. Blvd. Puente Milenio #1001; Fracción del Predio San Carlos. C.P. 37670, León, Gto. México
e-mail: gabriela.navarro.c@gmail.com;
g.navarro@ugto.mx

INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil ha tomado dimensiones alarmantes en los últimos años, de acuerdo con la comisión para acabar con la obesidad infantil (1). En todo el mundo, el número de lactantes y niños pequeños (de 0 a 5 años) que padecen sobrepeso u obesidad aumentó de 32 millones en 1990 a 41 millones en 2016. Asimismo, en los países en desarrollo con economías emergentes, clasificados por el Banco Mundial como países de ingresos bajos y medianos, la prevalencia del sobrepeso y la obesidad infantil entre los niños en edad preescolar supera el 30 % (1). En el caso específico de México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (2), la prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en la población en edad escolar (5 a 11 años) es del 33.2 %, siendo esta mayor en las localidades urbanas que en las rurales (34.9 % vs. 29.0 %), aunque las diferencias entre regiones no fueron estadísticamente significativas (2). El interés en la temática, dada su gravedad, se ve reflejado en el incremento de publicaciones de variables asociadas y de propuestas de intervención al respecto, a pesar de lo cual la prevalencia tanto del sobrepeso como de la obesidad infantil sigue en aumento.

Investigaciones previas (3,4) han mostrado que, a pesar del inminente problema del sobrepeso y la obesidad infantil, se llega a reconocer por parte de los cuidadores solamente un 15 % de los niños con sobrepeso. Los padres no necesariamente aprecian el riesgo de salud física asociado a la obesidad en la niñez, ya que pueden no percibir a sus niños(as) obesos como obesos (5,6). La preocupación por el peso del niño(a) suele surgir si este limita su actividad física (7) o cuando el niño(a) es sujeto de bromas o es molestado (a raíz de su sobrepeso) por sus pares, sin que se le dé la importancia a los problemas de salud que se pueden generar tanto a corto como a medio y largo plazo en los niños(as). Estudios en México (8,9) han constatado que las madres encuestadas mostraban una percepción errónea del peso de sus hijos(as), ya que la mayoría de ellas los catalogaron con un peso normal; sin embargo, al evaluarse el peso y la talla de los niños(as) y calcularse el IMC (índice de masa corporal) se observó que al 14,4 % se les ubicaba en la categoría de sobrepeso, y al 29.2 % en la de la obesidad.

De acuerdo con Hart, Bishop y Truby (10), para modificar la conducta alimenticia desde la niñez se requieren intentos indirectos de modificación conductual con los padres, vistos estos como educadores intermediarios, potencialmente poderosos por su habilidad para impactar en el desarrollo de los comportamientos y actitudes alimenticias de sus hijos a través de los comportamientos que ellos moldean y refuerzan, las opiniones que expresan, las oportunidades alimenticias que controlan y la información que les proporcionan.

Existe evidencia científica que muestra que los programas de cambio de comportamiento más efectivos son aquellos basados en constructos teóricos (11,12). Resulta de gran relevancia poder evaluar los cambios logrados por dichos programas con el objetivo principal de fundamentar los modelos teóricos subyacentes y de poder disponer de tratamientos basados en la evidencia (13,14).

Uno de los modelos de cambio de comportamiento más utilizados es el modelo transteórico (MTT), también conocido como modelo de las etapas de cambio, propuesto por Prochaska y DiClemente (15), el cual se ha empleado, aunque no exclusivamente, en términos de prevención secundaria (16) ya que nos invita a pensar en términos de disminución de comportamientos excesivos, y ha resultado útil para conductas tanto adictivas como no adictivas (17). Debe destacarse que se ha utilizado para estudiar cuestiones relacionadas con el control del peso, las dietas altas en grasa y el ejercicio, entre otras (17-21).

Los estudios con respecto al cambio de comportamiento han mostrado que, para la modificación del comportamiento, se requiere típicamente que el individuo se mueva a través de una serie de etapas para lograr el cambio deseado. El modelo MTT es un acercamiento multidimensional al cambio que incluye la integración de los procesos y los principios del cambio derivados de las principales teorías del comportamiento. Se define en términos de etapas de cambio, procesos de cambio y variables psicosociales intermediarias. De acuerdo con los autores, el modelo (22,23) contempla 5 etapas que representan tanto un periodo de tiempo como una serie de tareas a realizar, las cuales son diferentes y necesarias para poder transitar de una a otra:

1. *Precontemplación (PC)*. En esta etapa las personas no tienen intención de cambiar su comportamiento en el futuro cercano. Tienden a ser defensivos y evitan cambiar su pensamiento y su comportamiento; no son conscientes de su problema. En el caso que nos ocupa, los padres o cuidadores principales evitan pensar en el problema del sobrepeso u obesidad de su hijo(a), mientras que familiares, amigos o vecinos frecuentemente sí son conscientes de que existe dicho problema. Procesan muy poca información relacionada con su problema, tanto a nivel cognitivo como emocional.
2. *Contemplación (C)*. En esta etapa, las personas son conscientes de que el problema existe y piensan seriamente en cambiar su comportamiento; sin embargo, aún no se han comprometido a iniciar la acción. La autoevaluación surge en esta etapa; ganan conciencia del problema de sobrepeso que tienen sus hijos(as), de sus implicaciones, y están más abiertos a confrontarlos. Luchan con sus evaluaciones positivas sobre su comportamiento disfuncional y la cantidad de esfuerzo, energía y pérdidas que pueden surgir como costo de cambiar la conducta.
3. *Preparación (P)*. Se caracteriza por disponibilidad al cambio a corto plazo, aprendizaje de los errores y desarrollo de planes; incluso pueden reportar pequeños cambios comportamentales y, a pesar de haber hecho algunas reducciones de su comportamiento problema, aún no alcanzan el criterio para la acción efectiva.
4. *Acción (A)*. Los sujetos están más comprometidos a hacer cambios en su comportamiento, en este caso con referencia principalmente a la alimentación y el ejercicio de su hijo(a); creen que tienen la autonomía suficiente para cambiar sus vidas en la dirección adecuada y modifican su comportamiento o su medio para resolver el problema. Esta

etapa requiere cambios de comportamiento y un compromiso considerable de tiempo y energía. Se puede clasificar en esta etapa a los individuos que alteraron con éxito su comportamiento disfuncional por un periodo de un día a 6 meses.

5. *Mantenimiento (M)*. En esta etapa, las personas trabajan por prevenir la recaída y consolidar las ganancias logradas durante la acción. Aquí desarrollan especialmente la capacidad de evaluar situaciones de riesgo, posibles recaídas y sus propios recursos de afrontamiento. Este periodo se extiende de los 6 meses a un periodo indeterminado en el que se permanece libre del problema y/o comprometido conscientemente en un nuevo e incompatible comportamiento (23). En el diseño de la presente escala no se contempló esta etapa.

Uno de los mayores beneficios del MTT, comparado con otros modelos de cambio del comportamiento, de acuerdo con Lancey y Street (13), es su potencial brevedad para la evaluación y que facilita el uso de técnicas específicas en función de la etapa, resultando de este modo más efectivas y eficaces en función del costo y el beneficio. Del modelo transteórico se derivó la Escala de Medición del Cambio de la Universidad de Rhode Island (University of Rhode Island Change Assessment Scale; URICA, por sus siglas en inglés) (24). Mide las diferentes etapas del cambio respecto a un problema de forma genérica; consta de 32 ítems medidos a través de una escala de tipo Likert de 5 puntos. Una de las críticas que se pueden hacer a la URICA es que al evaluado se le puede hacer difícil tener presente el problema concreto cuando en los reactivos se alude a un problema de forma genérica. Debe destacarse que el MTT se ha aplicado a problemas relacionados con el sobrepeso y la obesidad con regularidad (25-28). Sin embargo, no existe ningún instrumento que evalúe las etapas del cambio con relación al estado de los padres o los cuidadores principales respecto al sobrepeso o la obesidad de sus hijos(as).

Por lo antes mencionado, resulta importante y de gran utilidad contar con una herramienta que permita evaluar la etapa del cambio en la que se encuentran los padres y/o cuidadores principales de los niños(as) con sobrepeso u obesidad. La escala podría ser de gran utilidad para los profesionales de la salud con el fin de poder realizar intervenciones centradas en la etapa del cambio de comportamiento específica en la que se encuentra el evaluado, mejorando así la eficacia en la prevención e intervención del sobrepeso y la obesidad (13). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue diseñar y evaluar las características psicométricas de la escala "Etapas de cambio para la reducción del sobrepeso infantil" (ECARSI).

MÉTODO

PARTICIPANTES

Mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia participaron 484 mujeres con hijos(as) en edad escolar que presentaban sobrepeso u obesidad. Las edades de las madres

participantes están comprendidas entre los 20 y 60 años: $M = 37$, $DE = 7,6$. En cuanto a su nivel educativo, el 34,15 % cuentan con estudios de nivel de secundaria, el 21,9 % con educación básica (primaria), el 19,85 % con estudios de bachillerato, el 17,15 % con licenciatura y un 2,2 % con estudios de posgrado. Con relación al estado civil, el 72,12 % reportan estar casadas, el 17,95 % solteras, el 5,99 % no reportó datos al respecto y el 3,75 % divorciadas. Con relación a sus hijos, el 57,1 % son hombres y el 42,9 % mujeres. Las edades de los hijos fluctúan entre los 11 meses y los 16 años ($M = 10$, $DE = 1,85$), clasificados con sobrepeso (34,1 %) y con obesidad (65,9 %) de acuerdo con el calculador de IMC para niños y adolescentes del "Centro para el control y la prevención de enfermedades" (CDC) (30).

INSTRUMENTO

La presente escala es un cuestionario conformado inicialmente por 30 ítems que evalúan la etapa de cambio en la que se encuentran los padres y/o cuidadores principales de los niños(as) con sobrepeso u obesidad con respecto a la reducción del peso de estos últimos. Los evaluados, que son las personas responsables del menor con obesidad o sobrepeso, en este caso principalmente las madres, deben responder a una escala de tipo Likert de cinco puntos donde el puntaje 1 indica estar completamente en desacuerdo y el 5 completamente de acuerdo.

PROCEDIMIENTO

Construcción del instrumento

Inicialmente se redactaron 30 ítems originales, proceso en el que participaron los tres primeros autores del presente trabajo. Se tomó como referencia el instrumento URICA (University of Rhode Island Change Assessment Scale, escala de evaluación del cambio de la universidad de Rhode Island, por McConaughy, Prochaska y Velicer (24,29), para el diseño del universo muestral de reactivos en concordancia con las dimensiones teóricas de precontemplación, contemplación, preparación o acción en relación con la disminución del sobrepeso o la obesidad infantil. En esta primera fase, los ítems fueron evaluados por 4 jueces, de los cuales dos son expertos en psicología de la salud, en particular en obesidad infantil, y además tienen conocimientos de psicometría. Los otros dos jueces son expertos en psicometría y diseño de intervenciones cognitivo-conductuales. La evaluación de los ítems por los jueces se realizó como evidencia de validez relativa al contenido de la prueba, en correspondencia a las dimensiones teóricas definidas por Prochaska, DiClemente y Norcross (22) para las etapas del cambio. Con base en la retroalimentación de los jueces, se modificaron algunos ítems, proceso en el que colaboramos todos los autores del presente artículo.

Se pidió colaboración a directivos de escuelas primarias para pilotear la escala en las madres o cuidadores principales de los niños(as) con sobrepeso y obesidad. Una vez explicado el objetivo

de la investigación, asegurado el anonimato, evaluado el IMC de los niños(as) y obtenido el consentimiento de las participantes, la escala fue enviada a las casas de las participantes con hijos clasificados con sobrepeso u obesidad con el apoyo de las escuelas. El promedio de tiempo necesario para contestar la prueba fue de 10 minutos.

Se hizo un pilotaje de la primera versión de 30 ítems y posteriormente, para la evaluación psicométrica de la escala, se realizaron los siguientes análisis: a) análisis de frecuencias y medidas de tendencia central y de dispersión por ítem; b) análisis del poder discriminativo y de la direccionalidad de los reactivos a través de pruebas t de Student y tablas de contingencia, respectivamente; c) análisis de confiabilidad interna por medio de la alfa de Cronbach por factor y de la escala total; y d) análisis factorial por el método de los componentes principales con rotación oblicua.

Se comprobó el poder de discriminación y la direccionalidad en los patrones de respuesta para los 30 ítems, eliminando 5 ítems que no discriminaban entre los puntajes altos y bajos; quedaron en total 25 ítems con los cuales se llevó a cabo un primer análisis de consistencia interna. Con base en dicho análisis se decidió eliminar otros 5 ítems ya que, al eliminarlos, se incrementaba el alfa de Cronbach, quedando un total de 20 ítems con un coeficiente inicial de $\alpha = 0,807$. Respecto a las características de los ítems, la media de los reactivos osciló entre 2,35 (ítem 5) y 4,13 (ítem 13).

Por otro lado, la desviación típica de cada reactivo mostró valores alrededor de 1,22. La correlación de los ítems con la puntuación total corregida por factor osciló entre 0,312 (ítem 1) y 0,716 (ítem 6).

Para apoyar las evidencias de validez basadas en la estructura interna de la escala se realizó un análisis factorial por el método de los componentes principales con rotación oblicua. Los factores convergieron en 6 iteraciones, arrojando 4 factores, todos con valores propios mayores de 1, que explican el 62.89 % de la varianza total. La medida de la adecuación muestral KMO fue de 0,847 y la prueba de esfericidad de Bartlett dio un valor de 1645,443, $p < 0,001$. La estructura factorial obtenida fue la siguiente (Tabla I): el primer factor corresponde a la etapa de contemplación, el segundo a la etapa de preparación y el tercero a la de acción; cada factor contiene 4 ítems, sus alfas de Cronbach, peso propio y varianza explicada.

Los ítems correspondientes a la etapa de contemplación obtuvieron las cargas factoriales más altas en el presente estudio, así como en los estudios previos realizados con la escala URICA (29).

Consistencia interna

Se realizaron análisis de consistencia interna de la escala total con los 16 ítems resultantes del análisis de componentes prin-

Tabla I. Análisis factorial exploratorio

Ítems	C	P	A	Pc
13. Me gustaría saber más sobre cómo hacer para que mi hijo(a) baje de peso	0,755			
3. Tal vez debería buscar ayuda para reducir el sobrepeso de mi hijo(a)	0,744			
9. Realmente creo que mi hijo(a) tiene un problema de sobrepeso y pienso que debo hacer algo para resolverlo	0,742			
7. Yo sola he hecho cosas para que mi hijo(a) baje de peso, pero me gustaría recibir un poco de ayuda	0,726			
19. He hecho muchas cosas para que mi hijo(a) baje de peso, pero no lo he logrado		0,818		
17. A veces logro que mi hijo(a) baje de peso, pero lo recupera nuevamente y esto es frustrante		0,781		
16. He hecho varias cosas para hacer que mi hijo(a) baje de peso, pero no he tenido éxito		0,692	0,426	
18. Siento que he fracasado respecto a la alimentación de mi hijo(a)		0,689		
12. Realmente estoy trabajando duro con el sobrepeso de mi hija(a)			0,761	
20. Finalmente estoy haciendo algo para resolver el problema de mi hijo(a) con el sobrepeso			0,715	
15. Muchas mamás solo hablan de sobrepeso, pero yo ya estoy haciendo algo para combatir el sobrepeso de mi hijo(a)			0,673	
4. Estoy haciendo algo al respecto al sobrepeso de mi hijo(a) ya que le genera ciertos problemas			0,606	
2. Creo que como madre he cometido errores respecto a la alimentación de mi hijo(a), pero no hay nada que realmente deba cambiar				0,805
5. Me preocupa un poco el sobrepeso de mi hijo(a), pero no debería perder el tiempo pensando en eso				0,777
1. Buscar ayuda para que mi hijo(a) baje de peso es una pérdida de tiempo, pues no tiene problemas de sobrepeso				0,590
14. Sé que mi hijo(a) tiene problemas de peso, pero no me gusta pensar en eso				0,533
Autovalores iniciales	5,043	2,246	1,495	1,28
Varianza explicada	31,51	14,04	9,34	7,99
Alfa de Cronbach por factor	0,798	0,813	0,773	0,632

C: contemplación; P: preparación; A: acción; PC: precontemplación.

Tabla II. Estadísticas de total de elemento por etapa de cambio

Factor	ítem	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
C	9	11,82	6,516	0,656	0,725
	13	11,65	6,701	0,654	0,728
	3	11,88	6,941	0,578	0,763
	7	12,01	6,549	0,561	0,775
P	19	9,00	9,019	0,705	0,731
	17	8,94	9,072	0,656	0,753
	18	8,82	9,378	0,553	0,805
	16	8,82	9,599	0,621	0,770
A	20	10,22	6,608	0,681	0,663
	12	10,60	6,817	0,573	0,719
	15	10,31	6,826	0,569	0,721
	4	10,30	7,330	0,484	0,764
PC	1	7,43	8,364	0,312	0,661
	2	7,18	7,395	0,517	0,509
	5	7,48	7,611	0,532	0,503
	14	7,42	8,670	0,361	0,619

C: contemplación; P: preparación; A: acción; PC: precontemplación.

cipales (alfa de Cronbach = 0,789) y por factor. Se determinaron los siguientes coeficientes alfa de Cronbach para las cuatro subescalas: precontemplación, 0,632; contemplación, 0,789; preparación, 0,813; y acción, 0,773. En la tabla III se pueden observar en general altas correlaciones corregidas del total de elementos por factor. Por cada ítem se muestran la media, la

desviación estándar, la correlación ítem-total corregida y el alfa de Cronbach del total de la escala si dicho ítem se elimina de cada subescala (Tabla II).

Se calcularon las medias, las desviaciones estándar (Tabla III) y las correlaciones de Pearson (Tabla IV) entre las cuatro subescalas. Como se puede observar en la tabla III, las medias más altas

Tabla III. Medias por factor de la escala

Factor	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Acción	13,80	3,37	4,00	20,00
Contemplación	15,78	3,33	4,00	20,00
Preparación	11,85	3,93	4,00	20,00
Precontemplación	9,83	3,56	4,00	20,00

Tabla IV. Correlaciones entre factores de la ECARSI

	1	2	3	4
1. Precontemplación		-0,128 [†]	0,087	-0,087
2. Contemplación			0,437 [‡]	0,556 [‡]
3. Preparación				0,419 [‡]
4. Acción				

[†]p < 0,001; [‡]p < 0,01; *p < 0,05.

se obtienen en la etapa de contemplación, seguida de la etapa de acción, siendo la etapa de precontemplación la que obtiene la media más baja.

Con relación a las correlaciones de Pearson entre los factores de la ECARSI, como se puede observar en la tabla IV, la precontemplación, etapa que implica que no existe reconocimiento de que el sobrepeso o la obesidad es una problemática que presentan los hijos, solo se correlaciona de manera baja e inversa con la etapa de contemplación. Las etapas de contemplación, preparación y acción, que implican diferentes grados de acción para reducir el sobrepeso y la obesidad infantil, obtienen correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre ellas.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue analizar algunas de las propiedades psicométricas de un instrumento construido para evaluar la etapa de disposición al cambio en que se encuentran las madres o cuidadores principales de niños(as) con problemas de sobrepeso y obesidad, con respecto a hacer algo para reducir dicha problemática en sus hijos(as). Se encontró una estructura de 4 factores congruentes con el modelo propuesto por McConaughy, Prochaska y Velicer (24,29) a partir de un análisis factorial exploratorio. Se comprobaron el poder de discriminación y la direccionalidad en los patrones de respuesta para los ítems del instrumento propuesto. La confiabilidad de cada uno de los factores y del total de la escala resultó aceptable o adecuada. Los 16 ítems finales resultaron adecuados después de observar la correlación mostrada con el total de la escala (excluyendo el propio ítem) y de evidenciar que todos contribuían con el valor del alfa de Cronbach del instrumento en relación con cada uno de los factores.

Al analizar las correlaciones entre factores podemos observar que la correlación más alta, que ronda el 0,50, se da entre la etapa de contemplación y la de acción, tal como sucede en los estudios originales de la escala URICA (29). De acuerdo con McConaughy y cols., las dos etapas pueden estar evaluando actitudes y comportamientos similares. También se encontró, como en el artículo previamente citado, una correlación negativa entre precontemplación y contemplación ($r = -0,128$, $p < 0,05$). Las correlaciones indican que los factores contemplación, preparación y acción están relacionados, pero no son altamente redundantes. Los autores de la URICA sugieren (29) que las etapas son aditivas y que las etapas adyacentes están más correlacionadas que las no adyacentes. La correlación más baja, al igual que en el estudio previamente citado, se dio entre la etapa de precontemplación y la de acción, las dos etapas más lejanas entre sí.

En la presente escala no se contemplaron ítems para el mantenimiento, ya que ello implicaría que los niños ya no tendrían sobrepeso sino que estarían manteniendo un peso saludable, por lo que no cumplirían los criterios de participación en el presente estudio.

Para saber en qué etapa se encuentra la persona evaluada se sugiere crear un perfil con los puntajes obtenidos en cada dimensión de la escala, para de manera visual poder ubicar

la etapa predominante. De acuerdo con los resultados de la escala URICA (29), la cual se tomó como base para la elaboración de la presente escala, al parecer las personas se mueven de una etapa a otra en secuencia, pero la progresión del movimiento de una etapa a otra involucra fluctuaciones en la etapa en la que cada participante está implicado, en cualquier punto temporal. De igual manera, McConaughy y cols. (29) indican que es posible que un participante oscile entre las etapas y cumpla simultáneamente con las actitudes y comportamientos descritos en más de una de las etapas al mismo tiempo.

Detectar a los padres que se encuentran en la etapa de precontemplación en cuanto a su disposición para realizar cambios y poder reducir el problema de sobrepeso y obesidad de sus hijos es de gran relevancia, ya que las personas en esta etapa, de acuerdo con Norcross, Krebs y Prochaska (23), suelen subestimar los pros del cambio, sobrestimar los contras y no ser particularmente conscientes de que están realizando dichas evaluaciones. Además, si se trata de imponer la acción en los precontempladores, se corre el riesgo de que abandonen, mientras que la falta de progreso puede ser interpretada por el profesional de la salud como una resistencia del paciente.

Con base en los resultados anteriores se concluye que la escala "Etapas del cambio en la reducción del sobrepeso infantil" (ECAR-SI) obtuvo adecuados indicadores con respecto a sus evidencias de validez, basada en la estructura interna y la confiabilidad de sus puntuaciones para evaluar la etapa en que se encuentran las madres de los niños con problemas de sobrepeso y obesidad. El poder ubicar a una madre o cuidador principal de un niño ya diagnosticado de sobrepeso y obesidad en una etapa predominante en cuanto al cambio de conducta, permitirá diseñar y/o aplicar estrategias más centradas, lo cual podría ayudar a obtener mejores resultados en la reducción del sobrepeso infantil, al ayudar al niño o niña y a su familia a transitar de manera adecuada por las etapas del cambio, partiendo de la etapa en la que se encuentren, hasta llegar al mantenimiento de conductas y pesos saludables. Se recomienda para futuras investigaciones corroborar la estructura interna a partir de un AFC, estudiando las evidencias convergentes y discriminantes, la confiabilidad test-retest y las estimaciones de imparcialidad a través de comparaciones multigrupo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud, OMS. Comisión para acabar con la obesidad infantil. Datos y cifras sobre obesidad infantil. [Recuperado el 01 de julio de 2019] Disponible en: <https://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/es/>
2. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino. Instituto Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud, México; 31 de octubre, 2016. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion-de-medio-camino-2016>
3. Baughcum AE, Powers SW, Johnson SB, Chamberlin LA, Deeks CM, Jain A. Maternal feeding practices and childhood obesity: A focus group study of low-income mothers. *J Dev Behav Pediatr* 2001;22(6):391-408.
4. Young-Hyman D, Herman LJ, Scott DL, Schlundt DG. Care giver perception of children's obesity-related health risk: a study of African American families. *Obes Res* 2000;8:241-8. DOI: 10.1038/oby.2000.28
5. Adams AK, Quinn RA, Prince RJ. Low Recognition of Childhood Overweight and Disease Risk among Native-American Caregivers. *Obes Res* 2005;13(1):146-52. DOI: 10.1038/oby.2005.19

6. Ortega-Altamirano D V, Rodríguez-Oliveros G, González-Unzaga MA, Reyes-Morales H. Perceptions of Childcare Staff for Preventing Overweight in Mexican Preschool Children: A SWOT Analysis. *Salud Publica de Mex* 2018;60(2):166-74. DOI: 10.21149/8897
7. Alexander DS, Moya LA, Cao C, Wright AR. Do Maternal Caregiver Perceptions of Childhood Obesity Risk Factors and Obesity Complications Predict Support for Prevention Initiatives Among African Americans? *Matern Child Health J* 2017;21(7):1522-30. DOI: 10.1007/s10995-017-2277-0
8. Navarro-Contreras G. Prácticas parentales de alimentación, Locus de control y su relación con el Índice de Masa Corporal de niños(as) en edad preescolar y escuela. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México; 2006. Disponible en: http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/7XUMSCYXGGJYVQLU93AH6KDPJ285Q8KXQETL23327579RU-Y1PH-25797?func=find-b&request=Navarro+Contreras&find_code=WAT&adjacent=N&local_base=TESISDIG&x=34&y=12&filter_code_2=WYR&filter_request_2=2006&filter_code_3=WYR&filter_request_3=
9. Navarro-Contreras G, Meza A, Ramos J, Martínez T. Sobre peso y obesidad infantil: Percepción de madres e hijos y prácticas de alimentación infantil, en comunidades con altos índices de migración. En: Díaz-Loving R, Rivera S, Reyes I, Editores. *La Psicología Social en México*. Asociación Mexicana de Psicología social y UNAM; 2010. p. 847-54.
10. Hart KH, Bishop JA, Truby H. Promoting healthy diet and exercise patterns amongst primary school children: a qualitative investigation of parental perspectives. *J Hum Nutr Diet* 2003;16(2):89-96. DOI: 10.1046/j.1365-277X.2003.00429.x
11. French SD, Green SE, O'Connor DA, McKenzie JE, Francis JJ, Michie S, et al. Developing theory-informed behaviour change interventions to implement evidence into practice: a systematic approach using the theoretical domains framework. *Implement Sci* 2012;24(7):38. DOI: 10.1186/1748-5908-7-38
12. Fishbein M, Yzer MC. Using theory to design effective health behaviour interventions. *Commun Theory* 2003;13(2):164-83. DOI: 10.1093/ct/13.2.164
13. Lancey SJ, Street T. Measuring healthy behaviours using the stages of change model: an investigation into the physical activity and nutrition behaviours of Australian miners. *BioPsychoSocial Med* 2017;11-30. DOI: 10.1186/s13030-017-0115-7
14. Lippke S, Ziegelmann JP. Theory-Based Health Behavior Change: Developing, Testing, and Applying Theories for Evidence-Based Interventions. *Appl Psychol* 2008;57(4):698-716. DOI: 10.1111/j.1464-0597.2008.00339.x
15. Prochaska JO, DiClemente CC. Stages and processes of self-change in smoking: Towards an integrative model of change. *J Consult Clin Psychol* 1983;51:390-5.
16. Flórez L. *Psicología Social de la Salud*. Bogotá D. C: El Manual Moderno; 2007.
17. Prochaska JO, Velicer WF, Rossi JS, Goldstein MG, Marcus BH, Rakowski W, et al. Stages of Change and Decisional Balance for 12 Problem Behaviors. *Heal Psychol* 1994;13(1):39-46. DOI: 10.1037/0278-6133.13.1.39.
18. Calvo R, Alva V, Serván I, Peláez S. Procesos de Cambio y Factores de Resistencia En Trastornos de La Alimentación Según El Modelo Trasteórico de Prochaska y Diclemente. *Clínica y salud* 2001;12(2):237-51.
19. Stoltz KB, Reysen RH, Wolff LA, Ker RM. Lifestyle and the Stages of Change in Weight Loss. *J Individ Psychol* 2009;65(1):69-85. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Rebekah_Reysen/publication/304011819_Lifestyle_and_the_Stages_of_Change_in_Weight_Loss/links/5a25973ba-ca2727dd880e10f/Lifestyle-and-the-Stages-of-Change-in-Weight-Loss.pdf
20. Khezeli M, Ramenzankhani A, Bakhtiyari M. Effect of education on nutrition knowledge and stages of fruit and vegetables intake in geriatrics according to stages of change model. *J Mazand Univ Med Sci* 2012;88-98.
21. Reis LC, Correia IC, Mizutani ES. Stages of Changes for Fruit and Vegetable Intake and Their Relation to the Nutritional Status of Undergraduate Students. *Einstein* 2014;12(1):48-54. DOI: 10.1590/S1679-45082014A02926
22. Prochaska JO, DiClemente CC, Norcross JC. In search of how people change: applications to addictive behaviors. *Am Psychol* 1992;47(9):1102-14. DOI: 10.1037/0003-066X.47.9.1102
23. Norcross JC, Krebs PM, Prochaska JO. Stages of change. *J Clin Psychol* 2011;67(2):143-52. DOI: 10.1002/jclp.20758
24. McConaughy EA, Prochaska JO, Velicer WF. Stages of change in psychotherapy: measurement and sample profiles. *Psychother Theory Res Pract* 1983;20(3):368-75. DOI: 10.1037/h0090198
25. Boff RDM, Segalla CD, Feoli AMP, Gustavo ADS, Oliveira MDS. The transtheoretical model to assist lifestyle modification in adolescents with overweight and obesity. *Temas em Psicologia* 2018;26(2):1055-67. DOI: 10.9788/TP2018.2-19Pt
26. Kristal AR, Glanz K, Curry SJ, Patterson RE. How can stages of change be best used in dietary interventions? *J Acad Nutr Diet* 1999;99(6):679. DOI: 10.1016/S0002-8223(99)00165-0
27. Ruiz EB, Maldonado SIM. El modelo transteórico aplicado al cambio de conductas relacionadas con la reducción del peso corporal. *Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social* 2018;4(2):153-70. DOI: 10.22402/j.rdiyps.unam.4.2.2018.165.153-170
28. Tam G, Yeung MP. A systematic review of the long-term effectiveness of work-based lifestyle interventions to tackle overweight and obesity. *Prev Med* 2018;107:54-60. DOI: 10.1016/j.ypmed.2017.11.011
29. McConaughy EA, DiClemente CC, Prochaska JO, Velicer WF. Stages of Change in Psychotherapy: A Follow-up Report. *Psychother Theory Res Pract Train* 1989;26(4):494-503. DOI: 10.1037/h0085468
30. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Calculadora del IMC para niños y adolescentes. Gobierno EUA. Disponible en: <https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/bmi/calculator.html>



Trabajo Original

Valoración nutricional

Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study

Perfil antropométrico, composición corporal y somatotipo en atletas internacionales de stand-up paddle (SUP): un estudio transversal

Arkaitz Castañeda-Babarro^{1,2}, Aitor Viribay-Morales³, Patxi León-Guereño¹, Aritz Urdanpilleta-Otegui⁴, Juan Mielgo-Ayuso⁵ and Aitor Coca¹

¹Health, Physical Activity and Sports Science Laboratory. Department of Physical Activity and Sports. Faculty of Psychology and Education. Universidad de Deusto. Bizkaia, Spain. ²Physiotherapy Department. Institute of Biomedicine (IBIOMED). Universidad de León. Leon, Spain. ³Physiology, Nutrition and Sport. Glut4Science.

Vitoria-Gasteiz, Spain. ⁴Nutrition, Innovation & Sport. Elikasport. Cerdanyola del Vallés, Barcelona, Spain. ⁵Department of Biochemistry, Molecular Biology and Physiology. Health Science Faculty. Universidad de Valladolid. Soria, Spain

Abstract

Introduction: the anthropometric characteristics of international stand-up paddle (SUP) boarders are relevant aspects when it comes to their performance. However, very little research has been carried out within this sport, almost none regarding the body composition and anthropometric characteristics of SUP practitioners. Therefore, the aim of this research will be to describe the anthropometric profile of international SUP boarders.

Material and methods: a cross-sectional design in thirty-one international SUP boarders (34.2 ± 12.4 years). Height, body mass, 8 skinfolds, 2 bone diameters, and 5 perimeters were measured, and corrected perimeters were calculated by the same two level-2 internationally certified anthropometrists. Anthropometric measurements were taken following the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol. Body fat mass (FM) was calculated using Carter, Faulkner, Yuhasz, and Withers equations, whereas muscle mass (MM) was estimated using the Lee 2000 equation. Somatotype was calculated by applying the Heath and Carter equation. Bioimpedance (BIA) measurements were also recorded.

Results: international SUP athletes had a body mass of 74.6 (6.6) kg, a body fat percentage of 7.6 % (2.1 %) (Carter), 11.3 % (3.5 %) (Faulkner), 7.6 % (2.1 %) (Yuhasz), and 9.0 % (3.6 %) (Whiters), and skinfold sums of 48.2 (20.6) mm for 6, and 57.8 (22.2) mm for 8 skinfolds. Muscle mass was 47.3 % (2.6 %) and somatotype was ecto-mesomorphic with values of 1.9 (0.9) for endomorphy, 5.4 (1.0) for mesomorphy, and 2.4 (0.9) for ectomorphy. BIA results for FM were 11.7 % (4.4 %), and for MM were 50.0 % (2.9 %).

Conclusion: these results suggest that a low body fat percentage and high muscle mass are representative characteristics of international stand-up paddlers, as well as a balanced mesomorphic somatotype. According to these, a low skinfold sum and high arm muscle mass may represent key factors for performance in this sport because of their relation to acceleration and stroke force.

Keywords:

Stand-up paddle boarding.
Anthropometry.
Body composition.
Somatotype.
International athletes.

Resumen

Introducción: las características antropométricas de los atletas internacionales de *stand-up paddle* (SUP) son aspectos relevantes para su rendimiento. Sin embargo, se han realizado muy pocas investigaciones dentro de este deporte, y casi ninguna cuando se trata de la composición corporal y las características antropométricas de los palistas de SUP. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación será describir el perfil antropométrico de los palistas internacionales de SUP.

Material y métodos: se reunieron treinta y un palistas internacionales de SUP (34,2 ± 12,4 años). Se midieron la altura, la masa corporal, 8 pliegues de piel, 2 diámetros de huesos y 5 perímetros, y se corrigieron otros 2 perímetros, por los mismos dos antropometristas certificados como ISAK 2. Las mediciones antropométricas se realizaron siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cinantropometría (ISAK). La masa grasa (FM) se calculó utilizando las ecuaciones de Carter, Faulkner, Yuhasz y Withers, mientras que la masa muscular (MM) se calculó utilizando la ecuación de Lee 2000. El somatotipo se obtuvo aplicando la ecuación de Heath y Carter. Se registraron también las mediciones mediante bioimpedancia (BIA).

Resultados: los atletas internacionales de SUP tenían una masa corporal de 74,6 (6,6) kg, un porcentaje de grasa corporal de 7,6 % (2,1 %) (Carter), 11,3 % (3,5 %) (Faulkner), 7,6 % (2,1 %) (Yuhasz) y 9,0 % (3,6 %) (Whiters) y sumas de pliegues cutáneos de 48,2 (20,6) mm para 6, y 57,8 (22,2) mm para 8 pliegues cutáneos. La masa muscular era del 47,3 % (2,6 %) y el somatotipo era ectomesomórfico con valores de 1,9 (0,9) para la endomorfia, 5,4 (1,0) para la mesomorfia y 2,4 (0,9) para la ectomorfia. Los resultados de la BIA fueron del 11,7 % (4,4 %) para la FM y del 50,0 % (2,9 %) para la MM.

Conclusión: estos resultados sugieren que un bajo porcentaje de grasa y un elevado porcentaje de masa muscular, junto a un somatotipo mesomórfico equilibrado, son características antropométricas representativas de los atletas internacionales de SUP. Así mismo, y de acuerdo con estos resultados, un bajo sumatorio de pliegues y una elevada masa muscular del brazo pueden ser factores clave en el rendimiento de este deporte, debido a su relación con la aceleración y la fuerza de la palada.

Palabras clave:

Stand-up paddle.
Antropometría.
Composición corporal.
Somatotipo. Atletas internacionales.

Received: 29/01/2020 • Accepted: 16/05/2020

Conflicts of interest: the authors declare no conflicts of interest and no external financial support.

Castañeda-Babarro A, Viribay-Morales A, León-Guereño P, Urdanpilleta-Otegui A, Mielgo-Ayuso J, Coca A. Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study. Nutr Hosp 2020;37(5):958-963

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03021>

Correspondence:

Arkaitz Castañeda-Babarro. Universidad de Deusto.
Unibertsitate Etorb., 24. 48007 Bilbao, Bizkaia, Spain
e-mail: arkaitz.castaneda@deusto.es

INTRODUCTION

Stand-up paddle boarding (SUP) originated in Hawaii in the 1950s and is a mixture of both surfing and paddling (1). In this new sport, the popularity of which has risen exponentially over the past decade (2), boarding involves a participant getting to their feet on a large board, similar to a surfboard, before using a long paddle for propulsion with strokes on either side of the body (3). However, SUP boards are longer in length (~8-15 ft, 2.4-4.6 m), thicker (4-8 in, 10-20 cm) and wider (26-31 in, 66-78 cm) than traditional surfboards (4). Propulsion of the board is through a long single-bladed paddle in which the athlete alternates sides randomly. The general disciplines of competitive SUP include technical racing, surfing, and marathon racing. Technical SUP racing consists of a 4-8 km sprint in which participants are limited to a maximum board length of 12'6" (3.81 m). Surfing events are held in heats of 20 minutes and 30-minute finals in which the top two scoring waves are counted toward the competitors total (5). Scoring is based upon performing maneuvers, creating power and speed, and getting through closing out sections in a similar manner to traditional surfing. SUP marathon races, normally over a distance of 10 km (6.21 miles), allow boards up to 14' in length with a fixed fin, and can be conducted in both open ocean and flat water. The subjects analyzed in our study are participants of an international SUP marathon race.

Taking into account the physical exigency of the tests, a high level of aerobic fitness appears to be required from elite participants (6). Anaerobic fitness is essential for short speed bursts and to catch waves. A high level of dynamic balance and trunk muscle endurance is required by participants, and are both considered important attributes of any SUP participant (4). Isometric contractions of the entire trunk, gluteals, and lower leg musculature are required to counter the rotational forces from the pull phase of each paddling stroke (7).

As SUP increases in popularity and competitiveness, the importance of testing SUP athletes to provide information for both coaches and athletes increases in parallel. Despite this global popularity, there is currently not much scientific literature available on the performance aspect of SUP.

Specific physiological and morphological parameters are important components of performance in many sports. It has been confirmed that certain physical characteristics such as body composition, weight, and height can significantly influence sports outcomes (8). Also, these parameters allow nutritionists and trainers to guide both diet and training so as to achieve the body composition athletes need to attain maximum performance. These parameters have been correlated with performance in elite sport, and have been associated in rowing and surfing with performance outcomes (9-11).

Body composition (BC) and athlete morphological characteristics have been associated with performance in different sports (8), i.e., surfing (12, 13) and different paddling sports like Olympic rowing (14-16), traditional rowing (17) or kayaking (18). Excessive fat mass in a rower, in particular, would act as deadweight, and would have adverse effects on speed, resulting in a diminished

ability to accelerate (13). Moreover, it is well established that greater fat-free mass and muscle mass in a high-intensity athlete leads to increased strength and endurance, hence to performance improvement (19). Likewise, in surfers moderate to large significant correlations were obtained between surfer ranking position and some skinfolds, the sum of skinfolds, and vertical jump (9). Finally, in kayaking, important values of body mass and muscle mass have been recorded, even comparable to values obtained in canoeists (20,21). It is not clear whether these high values of lean body mass may benefit or harm kayakers (18).

However, there is no study examining the anthropometrical profile of SUP boarders, which should allow coaches and sport scientists to better understand the physical profile of paddlers, and formulate appropriate training strategies (22,23). Therefore, the aims of this study are to describe the anthropometric characteristics (BC, FM, MM, and somatotype) of participants in an international SUP competition, in order to establish reference values within this population of SUP practitioners.

MATERIAL AND METHODS

SAMPLE

"The Europe Tour 2019" is recognized as the World SUP Cup. The Iberdrola Bilbao World SUP Challenge 2019 was part of this circuit and took place on June 7-9 of the same year. In this respect, for the cross-sectional design of this study, data were collected from 31 males (age, 34.2 ± 12.4 years) participating in the race. All participants were international level athletes.

Every participant received both oral and written information regarding the research objectives and methodology, and they signed an informed consent. This study was approved by the University of Deusto Ethics Committee (ETK-13/18-19).

EXPERIMENTAL DESIGN

In order to undergo the anthropometrics and bioimpedance analyses the participants reported to our conditioned area, situated close to the race registration area, on the day before the competition. All anthropometric measurements were performed in compliance with the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Level 1 protocol (before last update) (24) by the same two international level-2-certified anthropometrists, respecting the corresponding intrapersonal technical error of measurement (EMT): 5 % for skinfolds and 1 % for other measurements.

Height (cm) was measured using a SECA 220® measuring rod (Hamburg, Germany) with a precision to within 1 mm, and body mass (BM) (kg) was measured using an Inbody 770® (USA) device, with a precision to within 0.1 kg.

Body mass index (BMI) was calculated using both the Inbody and the BM/height (kg/m) equation. For bioimpedance measurements, Inbody instructions and previously validated techniques (25) were followed. Skinfolds (mm) (tricipital, bicipital, abdomi-

nal, suprailiac, subscapular, iliac crest, front thigh, and calf) were analyzed using a Holtain® skinfold caliper with a precision to within 0.5 mm. In order to obtain more information about body fat, the sums of 4 ($\Sigma 4$ SF), 6 ($\Sigma 6$ SF) and 8 ($\Sigma 8$ SF) skinfolds (mm) were examined following validated procedures (24). Muscle perimeters (cm) (arm, contracted arm, waist, hip, and calf muscles) were measured using a metal, non-extensible tape (Cercor® , Brazil) with a precision to within 1 mm. Contracted arm and calf perimeters were corrected via skinfolds by using the following formula: corrected perimeter = perimeter – ($\Pi \times$ skinfold area) (26). Bone diameters (femoral and humeral) were measured with a Cerscor® (Brail) pachymeter, accurate to within 1 mm.

FM and body fat percentage (BF%) were calculated using the Carter, Faulkner, Yuhasz, and Withers equations following the recommendations of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) and the Spanish Kinanthropometry Group (GREC) for athletes (27,28). Similarly, MM and MM% were calculated using the Lee (2000) equation (29). The Carter and Heath equation (30) was used to obtain somatotype values.

STATISTICAL ANALYSIS

All anthropometric data are presented as mean (standard deviation), and with the minimum and maximum value for each parameter. Body composition and somatotype values were calculated similarly. The statistical data analysis was carried out using the SPSS software package for Windows, version 24.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

The descriptive data for all studied parameters are displayed in table I and table II. Firstly, table I lists the basic anthropometric values, such as BM (74.6 (6.6) kg; range, 63.7-89.4 kg), height (175.0 (4.2) cm; range, 172.0-178.0 cm), and BMI (23.6 (2.0) kg/m²; range, 20.5-29.7 kg/m²). Secondly, all perimeters (cm) and the corrected values of two of them (arm and calf) are displayed. Thirdly, all skinfolds (mm) and the their sum are also included. Thus, $\Sigma 4$ SF was 34.2 (14.4) mm (range: 18.5-73.0 mm), $\Sigma 6$ SF was 48.2 (20.6) mm (range: 25.5-105.0 mm), and $\Sigma 8$ SF was 57.8 (22.2) mm (range: 33.0-125.0 mm). Lastly, bone diameters (cm) are shown, where the humerus was 7.1 (0.4) (range: 6.7-8) and the femur was 9.7 (0.5) (range: 8.8-10.5). BF %, FM, MM%, and MM (kg) as calculated using different specific equations, and somatotypes are expressed in table II. BF% was between 7.6 (2.1) % using the Carter equation, 11.3 (3.5) % using the Faulkner equation, 7.6 (2.1) % using the Yuhasz equation, and 9.0 (3.6) % according to the Withers equation. Table II also shows MM% using the Lee equation (47.3 (2.6) %; range: 42.3-51.6 %), and somatotype values such as endomorphy (1.9 (0.9); range: 1.0-4.0), mesomorphy (5.4 (1.0); range: 3.9-7.7), and ectomorphy 2.4 (0.9); range: 0.2-3.9). These data, represented in figure 1, show that SUP athletes are balanced mesomorphic in somatotype.

Table I. Basic anthropometry parameters, perimeters, skinfolds, and bone diameters

	Mean (SD)	Minimum	Maximum
Basic anthropometric parameters			
Body mass (kg)	74.6 (6.6)	63.67	89.4
Height (cm)	175 (4.2)	172.0	178.0
BMI (kg/m ²)	23.6 (2)	20.5	29.7
Skinfold (mm)			
Biceps	2.5 (0.7)	1.5	4.0
Triceps	6.2 (2.5)	3.0	13.0
Subscapular	7.6 (3.3)	5.0	17.5
Abdominal	13.2 (8.2)	5.0	31.5
Suprailiac	7.1 (3.8)	3.5	19.0
Iliac crest	9.5 (4.5)	5.5	22.5
Front thigh	8.7 (4.0)	4.0	21.5
Calf	5.3 (2.5)	2.5	16.0
Sum 4	34.2 (14.4)	18.5	73.0
Sum 6	48.2 (20.6)	25.5	105.0
Sum 8	57.8 (22.2)	33.0	125.0
Perimeters (cm)			
Relaxed arm	31.8 (2.6)	26.6	37.1
Contracted arm	34 (2.5)	28.5	38.6
Waist	80.2 (5.3)	70.0	92.8
Hips	95.1 (4.6)	87.6	106.6
Calf muscle	36.9 (1.9)	31.6	40.6
Corrected arm	31.2 (2.5)	25.9	36.0
Corrected calf	36.3 (1.8)	31.2	39.9
Diameters (cm)			
Humerus	7.1 (0.4)	6.7	8.0
Femur	9.7 (0.5)	8.8	10.5

BMI: body mass index; Sum: skinfold sum.

DISCUSSION

To our knowledge, this is the first study to describe SUP athletes anthropometric and somatotype characteristics. Because of that, we compared our results with data observed in similar sport disciplines such as rowing, surfing, and kayaking, in order to gain a better understanding of this sport (Table III).

Firstly, a mean height of 175.0 cm and BM of 74.6 kg were obtained. These results are similar to those observed in surfers by Sheppard et al. (9,29), who reported a mean height of 177.0 cm and a BM of 72.2 kg, and in accordance with the height data observed, also in surfers, by Fernández Gamboa et al. (10) (mean, 172.2 cm) and Fernández-López et al. (13) (mean, 174.3 cm).

Table II. Participant body composition with anthropometry and bioimpedance, and somatotype

	Mean (SD)	Minimum	Maximum
Body composition – anthropometry			
Carter body Fat (%)	7.6 (2.1)	5.2	13.6
Carter FM (kg)	5.8 (2)	3.4	11.5
Yuhasz body Fat (%)	7.6 (2.1)	5.3	13.6
Yuhasz FM (kg)	5.8 (2)	3.5	11.5
Whiters body fat (%)	9 (3.6)	4.9	18.9
Whiters FM (kg)	6.8 (3.2)	3.2	16.0
Faulkner body fat (%)	11.3 (3.5)	8.6	24.5
Faulkner FM (kg)	8.3 (2.4)	5.5	14.7
Avg equations (%)	8.9 (2.7)	6.0	15.7
Avg equations (kg)	6.7 (2.4)	4.0	13.4
Lee MM (%)	47.3 (2.6)	42.3	51.6
Lee MM (kg)	35.2 (2.4)	30.5	42.4
Body composition – bioimpedance			
FM (%)	11.7 (4.8)	3.7	24.8
FM (kg)	8.9 (4.2)	2.4	21.0
BIA MM (%)	50.0 (2.9)	42.4	55.9
BIA MM (kg)	37.2 (3.1)	32.3	45.5
Somatotype			
Endomorphy	1.9 (0.9)	1.0	4.4
Mesomorphy	5.4 (1)	3.9	7.7
Ectomorphy	2.4 (0.9)	0.2	3.9

FM: fat mass; MM: muscle mass; BIA: bioimpedance.

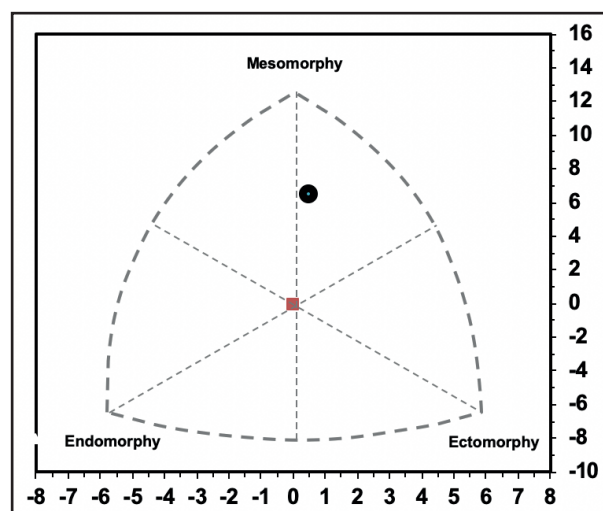


Figure 1.

However, the observed BM is not related to the results obtained in surfers by the same authors: 66.0 kg and 66.7 kg, respectively (30,31). Compared to data observed in rowers by Gutiérrez-Leyton et al. (16) and León-Guereño et al. (17), who reported a mean height of 182.2 cm and 182.5 cm, and a mean BM of 81.5 kg and 80.4 kg, respectively, SUP athletes are less high and heavy than rowers. Similarly, Michael et al. (18) reported a mean height of 184.0 cm and a mean BM of 85.2 kg in male kayakers, almost the same results obtained by Ackland et al. (20) in sprint canoe and kayak paddlers: 184.3 cm and 85.2 kg. These results suggest that SUP athletes have similar anthropometric characteristic with surfers, but different height and BM with rowers and kayakers. Probably, these characteristics are related with the standing position that athletes of both disciplines must maintain in their boards, and with the ability to accelerate in the water.

Table III. Comparison of anthropometric measurements in SUP, rowing, kayaking, and surfing according to the literature

Anthropometric measurement	SUP	Rowing	Kayaking	Surfing
Body mass (kg)	74.6	80.9	85.2	72.2
Height (cm)	175	182.3	184.2	175
Arm perimeter (relaxed)	31.8	30.8-32.5	-	33.3
Arm perimeter (contracted)	34.0	34.5-34.7	37.6	34
Body fat (%)	8.9	9.35	-	11.3-17.1
Sum 6	48.2	51.5	-	57.0-64.3
Sum 8	57.8	67.3	55.4	82.7
Muscle mass (%)	47.3	43.3-52.7	46.9	-
Somatotype	Ecto-mesomorphic	Endo-mesomorphic	Ecto/Endo-mesomorphic	Ecto-mesomorphic

Expressed as mean and/or range. Sum: skinfold sum.

Moreover, since arms represent a main determinant factor in surfing (12), rowing (17), and kayaking (18), assessing both relaxed (and corrected) and contracted arm perimeters could be essential. In this line, we observed a mean relaxed arm value of 31.8 cm and corrected perimeter of 31.2 cm, and a mean contracted arm perimeter of 34.0 cm. In rowing, data show that elite rowers have a mean relaxed arm perimeter within 30.8-32.5 cm, and a mean contracted arm of 34.5-34.7 cm (16,17). In addition, Ackland et al. (20) observed higher mean values of contracted arm (37.6 cm) in kayakers, with no data related to relaxed arm perimeter and corrected value. Similarly, Barlow et al. (12) reported a mean 33.3 cm for relaxed arm and 34.0 cm for contracted arm in 17 professional surfers. Understanding the difference between relaxed and contracted arm as a good indicator of muscle mass, and relating this parameter to power, SUP athletes have similar values than rowers and kayakers, but differences with surfers. This could be explained by the fact that stroke is not the main determinant movement in surfing, but it represents the primary factor in SUP, rowing, and kayaking performance.

Considering BF% as an important measurement to assess performance in any sport (8), previous researches in rowing demonstrated that elite traditional rowers have mean BF% values of 8.0 (Carter), 9.9 (Whiters), 8.6 (Yuhasz), and 10.9 (Faulkner), similar to those obtained by some equations in our study: 7.6 (Carter) and 9.0 (Whiters). In contrast, higher values of BF% (17.1 and 11.3) were reported in surfers by Furness et al. (31) and Barlow et al. (12), respectively. However, understanding the limitations of calculating BF% with body composition equations, primarily due to different arrays of results obtained, and in accordance with other authors (17), the sums of skinfolds are being used in this study to analyze and compare data with other references. Similarly to our observed data, a mean sum of 4 and 6 skinfolds of 33.7 and 51.5 mm, respectively, was observed in traditional elite rowers (17). However, the mean sum of 8 skinfolds (57.8 mm) observed in this study represents a lower value when compared to the 67.3 mm observed by León-Guereño, but a similar value when compared to what Gutiérrez-Leyton et al. (16) and both Michael et al. (18) and Ackland et al. (20) observed in male rowers (54.9 mm) and kayakers (55.4 mm), respectively. With regard to surfers, a range for the 6-skinfold sum within 57.0-64.29 (12,13) and a mean sum of 92.7 mm for 8 skinfolds were observed, which represent higher values as compared to the data observed in SUP athletes. These results could be explained by the fact that surf is not such a physiological demanding sport, but rather a more technical one (11). On the other hand, SUP data are more similar to those seen in sport disciplines like rowing and kayaking, where lower values of BF% and skinfold sum are desirable, primarily because of the negative impact of higher FM on acceleration and propulsion, especially in longer distances (17).

Muscle mass is an indicator of power in any sport, but as it also represents an important part of total BM, adequate values are necessary to optimize performance. There are only few references attending to MM% or MM (kg) in literature. Similar results to those of this study were observed in traditional rowers, representing a mean MM of 43.3 % (17), but higher values were reported also

in Chilean rowers (52.7%) (16). Similarly, López-Plaza et al. (21) reported a 46.9 % of MM in young mature elite kayakers. Moreover, somatotype provides information regarding the general shape of subjects, according to their anthropometric characteristics. Rowers are represented by León-Guerrero et al. (17) as endo-mesomorphic athletes, according to their moderate musculoskeletal development and relative adiposity, but like ecto-mesomorphic athletes by Leyton-Gutiérrez et al. (16). These last results are similar to those for kayaker somatotypes as described by Michael et al. (18) and Ackland et al. (20). In surfers, the same somatotype values (ecto-mesomorphic) were observed in one study (13), but different results were also obtained in other reference (12), which described these athletes as endo-mesomorphic. Relatively high musculoskeletal mass seems to be necessary to perform in SUP, as observed in rowers, kayakers, and surfers. Regarding adiposity and its relation with MM and total BM (somatotype), SUP athletes present several similarities with kayakers and professional surfers, but differences with some rowers and amateur surfers, presenting lower values of BF than rowers and surfers, and a little higher values of MM when compared with kayakers and professional surfers. These miscellaneous results could be explained by differences in the recruited sample in each study. Anyway, this information reveals that SUP athletes have a moderate-high musculoskeletal development and low subcutaneous adiposity.

This study has some limitations that are mainly related to the measurements that were not obtained. Firstly, we did not measure the thigh perimeter and corresponding corrected perimeter, which may represent an adequate indicator of leg muscle mass. Secondly, we missed wingspan in our measurement protocol and, considering it is one of the most directly involved anthropometric performance parameters in rowing and kayaking, it could have been interesting to measure. Finally, although our sample is representative of an international-level SUP race, we assume the current lack of professionalization in this sport and, therefore, the heterogeneity of some key measurements like BF% or skinfold sums.

The values reported in this study could be used as normative anthropometry and somatotype values for SUP athletes, representing the first model parameters in this sport discipline. This information is useful to acquire a better understanding of training and nutrition strategies in SUP athletes, and therefore for any trainer or nutritionist aiming to improve anthropometric composition, and to provide nutrition recommendations and training protocols.

CONCLUSION

Low body fat percentage (7-11 %) and high total (47 %) and upper muscle mass are representative anthropometric characteristics of international SUP athletes. As these results constitute reference values obtained from international level paddlers, a low skinfold sum and high arm muscle mass may represent key factors for performance in this sport, suggesting that less opposition to acceleration and high stroke force are two of the most important factors in SUP boarding. Moreover, the somatotype of international

SUP athletes is a balanced mesomorphic one, which represents the importance of an adequate relation between fat and muscle mass, and suggests that training and nutrition programs should be designed according to these characteristics. However, the present results should be interpreted with caution, as further research is needed to determine the relationships between anthropometric outcomes and performance in SUP athletes.

REFERENCES

- Ruess C, Kristen KH, Eckelt M, Mally F, Litzenberger S, Sabo A. Stand up paddle surfing -- an aerobic workout and balance training. *Procedia Eng* 2013;60:62-6. DOI: 10.1016
- Hammer S. Catch the wave of stand up paddling. *The Providence Journal* 2011;5:3.
- Walker C, Nichols A, Forman T. A survey of injuries and medical conditions affecting stand-up paddle surfboarding participants. *Clin J Sports Med* 2010;20:144-5.
- Schram B, Hing W, and Climstein M. Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J Sports Sci* 2016;34:937-44. DOI: 10.1080/02640414.2015.1079331
- <http://www.sup-australia.com/events/rules-sup-surfing>. [Accessed 26/08/2012]
- Schram B, Hing W, Climstein M. Laboratory-and field-based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 2016;11:28-32. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0076
- Schram B. Stand up paddle boarding : an analysis of a new sport and recreational activity. PhD Thesis. Gold Coast: Bond University; 2015.
- Duquet W, Carter J, In S, Eston R, Reilly T. Somatotyping. In: Eston, R. & Reilly, T. (Eds.). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual. Anthropometry*. 2nd ed. London, Routledge; 2001. pp. 47-64.
- Shephard RJ. Science and medicine of rowing: A review. *J Sports Sci* 1998;16(7):603-20. DOI: 10.1080/026404198366416
- Fernandez-Gamboa I, Yanci J, Granados C, Camara J. Comparison of Anthropometry and Lower Limb Power Qualities According to Different Levels and Ranking Position of Competitive Surfers. *J Strength Cond Res* 2017;31(8):2231-7. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001565
- Furness JW, Hing WA, Sheppard JM, Newcomer SC, Schram B, Climstein M. Physiological Profile of Male Competitive and Recreational Surfers. *J Strength Cond Res* 2018;32(2):372-8. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001623
- Barlow MJ, Findlay M, Gresty K, Cooke C. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci* 2014;14(Suppl 1):S171-7. DOI: 10.1080/17461391.2012.666268
- Fernández-López JR, Cámara J, Maldonado S, Rosique-Gracia J. The effect of morphological and functional variables on ranking position of professional junior Basque surfers. *Eur J Sport Sci* 2013;13(5):461-7. DOI: 10.1080/17461391.2012.749948
- Akça F. Prediction of rowing ergometer performance from functional anaerobic power, strength and anthropometric components. *J Hum Kinet* 2014;41:133-42. DOI: 10.2478/hukin-2014-0041
- Penichet-Tomás A, Pueo B. Performance conditional factors in rowing. *Retos* 2017;32:238-40.
- Gutiérrez-Leyton L, Zavala-Crichton J, Fuentes-Toledo C, Yáñez-Sepúlveda R. Características Antropométricas y Somatotipo en Seleccionados Chilenos de Remo. *International Journal of Morphology* 2020;38(1):114-9. DOI: 10.4067/S0717-95022020000100114
- León-Guereño P, Urdampilleta A, Zourdos MC, Mielgo-Ayuso J. Anthropometric profile, body composition and somatotype in elite traditional rowers: A cross-sectional study. *Revista española de nutrición humana y dietética* 2018;22(4):279-86. DOI: 10.14306/renhyd.22.4.605
- Michael JS, Rooney KB, Smith R. The metabolic demands of kayaking: a review. *J Sports Sci Med* 2008;7(1):1-7.
- Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, Urdampilleta A, Ostojic SM. Dietary intake habits and controlled training on body composition and strength in elite female volleyball players during the season. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015;40(8):827-34. DOI: 10.1139/apnm-2015-0100
- Ackland TR, Ong KB, Kerr DA, Ridge B. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *J Sci Med Sport* 2003;6(3):285-94. DOI: 10.1016/S1440-2440(03)80022-1
- López-Plaza D, Alacid F, Muyor JM, López-Miñarro PÁ. Differences in Anthropometry, Biological Age and Physical Fitness Between Young Elite Kayakers and Canoeists. *Journal of human kinetics* 2017;57:181-90. DOI: 10.1515/hukin-2017-0059
- Adhikari A, McNeely E. Anthropometric Characteristic, Somatotype and Body Composition of Canadian Female Rowers. *Am J Sports Sci* 2015;3(3):61. DOI: 10.11648/j.ajss.20150303.15
- Slater G, Rice A, Jenkins D, Hahn A. Body mass management of lightweight rowers: nutritional strategies and performance implications. *Br J Sports Med* 2014;48(21):1529-33. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093918
- International Society for the Advancement of Kinanthropometry, editor. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Glasgow: ISAK; 2016.
- Moon JR. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(Suppl 1):S54-9. DOI: 10.1038/ejcn.2012.165
- Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Med Esport* 2015;50(186):65-72. DOI: 10.1016/j.apunts.2015.01.002
- Alvero Cruz JR, Cabañas MD, Herrero de Lucas A, Martínez Ria za L, Moreno Pascual C, Porta Manzanillo J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte* 2009;XXVI(131):166-79.
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder H. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Lower Hutt, New Zealand: ISAK; 2011.
- Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000;72:796-803. DOI: 10.1093/ajcn/72.3.796
- Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping-development and applications*. Cambridge (England); New York: Cambridge University Press; 1990.
- Sheppard JM, McNamara P, Osborne M, Andrews M, Oliveira Borges T, Walshe P, et al. Association between anthropometry and upper-body strength qualities with sprint paddling performance in competitive wave surfers. *J Strength Cond Res* 2012;26(12):3345-8. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31824b4d78
- Furness JW, Hing WA, Sheppard JM, Newcomer SC, Schram BL, Climstein M. Physiological Profile of Male Competitive and Recreational Surfers. *J Strength Cond Res* 2018;32(2):372-8. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001623



Trabajo Original

Valoración nutricional

Loss of muscle strength in patients under hemodialysis evaluated by dynamometry in the Mexican population

Pérdida de fuerza muscular en pacientes en hemodiálisis evaluados mediante dinamometría en la población mexicana

Diana M. Hernández Corona¹, Tonatiuh González Heredia¹, Miriam Méndez del Villar¹, Leonardo Pazarín Villaseñor^{2,3}, Francisco G. Yanowsky Escatell⁴, Jorge F. Topete Reyes^{2,5} y Samanta Hernández García¹

¹Centro Universitario de Tonalá. Universidad de Guadalajara. Tonalá, Jalisco. México. ²Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Especialidad en Nefrología. Hospital General Regional No 46 del IMSS. ³Servicio de Nefrología. Hospital Civil de Guadalajara "Dr. Juan I. Menchaca". Guadalajara, Jalisco. México. ⁴Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca. Guadalajara, Jalisco. México. ⁵Hospital General Tercer Milenio del Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes. Mexico

Abstract

Introduction: chronic kidney disease contributes to decreased muscle strength and physical function through a decrease in muscle mass. Current evidence suggests that hemodialysis can accentuate this complication, as well as lead to deterioration of the patient's overall health. The aim of this study is to compare muscle strength in a group of Mexican patients undergoing hemodialysis, evaluated by dynamometry, with available reference values.

Materials and methods: a cross-sectional study was conducted in male and female patients between 20 and 81 years of age, with stage-5 chronic kidney disease, from the outpatient Hospital General Regional No 46 of the Mexican Social Security Institute. Muscle strength was assessed by means of a mechanical dynamometer. The average value classified by age and gender was compared with the 50th percentile of a reference study. Inter-group differences were calculated with the nonparametric Mann-Whitney U-test, and correlation using Pearson's test, logistic regression, and chi-squared test. All patients signed an informed consent form.

Results: a total of 150 patients, 97 (64.7 %) men and 53 (35.3 %) women, were included in the study. The mean dynamometric value for muscle strength was 21.5 ± 10.1 kg, and a significant correlation was found with age, weight, and hemoglobin concentration.

Conclusion: patients undergoing hemodialysis treatment for chronic kidney disease were found to be at the 10th percentile for muscle strength, as measured by dynamometry, thus demonstrating a marked decrease in muscle strength. This result could, however, also have been affected by different variables such as patient age, height, weight, glomerular filtration rate (GFR), hemoglobin concentration, serum creatinine, serum glucose, and the subjective global assessment, given that a significant association was also found between these and muscle strength.

Keywords:

Chronic kidney disease.
Hemodialysis.
Muscular strength.
Anthropometric measurements.

Received: 09/03/2020 • Accepted: 25/07/2020

Author's contribution: Diana M. Hernández Corona was involved in: conception and design of the study, data collection, data analysis and interpretation, and preparation of the draft manuscript. Tonatiuh González Heredia was involved in: conception and design of the study, data collection, data analysis and interpretation, and preparation of the draft manuscript. Miriam Méndez del Villar was involved in: data analysis and interpretation, and critical assessment of the manuscript. Leonardo Pazarín Villaseñor was involved in: clinical data collection, and critical assessment of the manuscript. Francisco G. Yanowsky Escatell was involved in: clinical data collection, and critical assessment of the manuscript. Jorge F. Topete Reyes was involved in: clinical data collection, and critical assessment of the manuscript. And Samanta Hernández García was involved in: data analysis and interpretation, and critical assessment of the manuscript.

Acknowledgments: we thank Assen Ognianov Iantchoulev for his editorial assistance in English.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest or funding support for this study.

Hernández Corona DM, González Heredia T, Méndez del Villar M, Pazarín Villaseñor L, Yanowsky Escatell FG, Topete Reyes JF, Hernández García S. Loss of muscle strength in patients under hemodialysis evaluated by dynamometry in the Mexican population. *Nutr Hosp* 2020;37(5):964-969

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03076>

Correspondence:

Tonatiuh González Heredia. Franz Schubert #5480.
Colonia La Estancia. 45030 Zapopan, Jalisco, México
e-mail: drtonatiuhgh@live.com.mx

Resumen

Introducción: la enfermedad renal crónica contribuye a disminuir la fuerza muscular y la función física a través de una disminución de la masa muscular. De acuerdo con la evidencia, la hemodiálisis puede acentuar esta complicación, así como llevar al paciente a un deterioro del estado general de salud. El objetivo de la investigación fue comparar la fuerza muscular de pacientes con hemodiálisis, evaluada mediante dinamometría en una población mexicana, con los valores de referencia.

Material y métodos: se realizó un estudio transversal en pacientes masculinos y femeninos de 20 a 81 años, con enfermedad renal crónica en estadio 5, del área de consulta externa del Hospital General Regional No 46 del Instituto Mexicano del Seguro Social. La fuerza muscular se evaluó por medio de un dinamómetro mecánico. El valor promedio clasificado por rango de edad y género se comparó con el percentil 50 de un estudio de referencia. Las diferencias intergrupales se calcularon con la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney y la correlación mediante la prueba de Pearson. Todos los pacientes firmaron la carta de consentimiento informado.

Resultados: la muestra del estudio fue de 150 pacientes, 97 (64,7 %) hombres y 53 (35,3 %) mujeres. De acuerdo con la dinamometría, la media fue de $21,5 \pm 10,1$ kg; se demostró una correlación significativa entre la edad, el peso y la hemoglobina.

Conclusión: se encontró que los pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis se encontraban en el percentil 10 de fuerza muscular, medido por dinamometría, lo que demuestra una disminución marcada de dicha fuerza muscular. Sin embargo, este resultado también podría verse afectado por diferentes variables, como la edad del paciente, la altura, el peso, la tasa de filtración glomerular (TFG), la concentración de hemoglobina, la creatinina sérica, la glucosa sérica y la evaluación global subjetiva, dado que se encontró una asociación significativa entre estos factores y la fuerza muscular.

Palabras clave:

Enfermedad renal crónica. Hemodiálisis. Fuerza muscular. Medidas antropométricas.

INTRODUCTION

Chronic kidney disease (CKD) is a pathology related to multiple etiologies; it can be defined as a structural or functional damage of the kidney (1). Studies indicate that there is no clear registry of the number of patients with kidney disease; however, diabetes has been reported as one of the most important predisposing factors for the development of this condition in Mexico, to such a degree that the number of people who suffer from CKD increases on a yearly basis. Diabetic nephropathy is currently the third most important cause of death in Mexico (2).

CKD is a condition characterized by a gradual loss of kidney function due to structural or functional abnormalities over the course of > 3 months. CKD is classified based on cause, GFR category (G1-G5), and albuminuria category (A1-A3), abbreviated as ACR. Stage 5 is the final stage, where patients require supportive therapy either by hemodialysis or peritoneal dialysis. This final stage is called kidney failure and occurs when the glomerular filtration rate (GFR) falls below $< 15 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ (2,3).

Although GFR is only one component of renal excretory function, it is commonly accepted as the best overall index of renal function, given that it usually decreases after some type of structural damage. In CKD, most kidney functions decrease in parallel with the decreasing GFR (4). In most cases, if hemodialysis treatment is not initiated, patients die within a period of one to two weeks, and this period may even be shortened to less than 3 days in older adults (5).

Advanced CKD is a proinflammatory condition in which chronic inflammation contributes to decreased muscle strength and physical function through a reduction in muscle mass (6). High ultrafiltration rates can lead to hypotension and poorer health overall, thus having also a negative impact on muscle strength (7).

Patients undergoing hemodialysis tend to develop muscle wasting, decreased cardiorespiratory capacity and malnutrition, all of which are also associated with chronic diseases such as systemic

arterial hypertension (SAH), anemia, dyslipidemia, type-2 diabetes mellitus (T2DM), coronary artery disease (CAD), and years of disease progression. These factors may also play some role in the reduction of muscle mass observed in these patients (8). Reduced exercise capacity is another factor which causes these individuals to be less active, and consequently to have poorer physical function (6).

Many factors may contribute to this decrease in muscle strength, such as muscle atrophy and a decreased ability to generate muscle strength or a decreased ability of the central nervous system to activate the necessary functional mechanisms. Observations show that patients who undergo dialysis treatment tend to have certain structural alterations in their muscle tissue when compared to the general population. These changes are especially evident in type-II fast-twitch fibers (contraction), which develop structural and mitochondrial anomalies comparable to those found in certain myopathies.

Decreased muscle strength, myopathy or uremic neuropathy are all consequences of elevated serum levels of calcium, urea, and hydrogen ions, as well as low levels of carnitine and/or secondary hyperparathyroidism. Chronic uremia is considered to be the factor that affects muscle function the most. Myopathy can also develop in the presence of vitamin D metabolism disorders, high serum calcium levels, prolonged inactivity, malnutrition, or inadequate dialysis (9,10).

OBJECTIVE

This study aimed to compare muscle strength, as measured by dynamometry, in a group of Mexican patients undergoing hemodialysis with available reference values, and to determine the association between dynamometry and age, height, weight, glomerular filtration rate, urea, creatinine, glucose, cholesterol, triglycerides, hemoglobin concentration, and subjective global assessment.

MATERIALS AND METHODS

STUDY DESIGN

A cross-sectional study was conducted with the participation of 150 patients with CKD, undergoing hemodialysis treatment. The sample size was obtained using convenience sampling, a non-probabilistic sampling technique, in order to recruit patients with stage-5 CKD. The participants in question, both men and women, were included if they were between 20 and 81 years of age and were attending the outpatient service of the Nephrology Department of Hospital General Regional No 46 of the Mexican Institute of Social Security, in Guadalajara, Jalisco, between January and July of 2018.

STUDY SUBJECTS

Any patient who met the selection criteria for stage-5 chronic kidney disease, and who was also currently undergoing hemodialysis, was recruited into the study ($\text{GFR} < 15 \text{ mL/min/1.73 m}^2$). Any patients with an active infection, an active neoplastic process, receiving nutritional support, consuming any type of supplement or who required intensive care were excluded from participating.

After the patient selection process, a member of the research team provided a detailed explanation of the study to the volunteers, along with the advantages of participating and information relating to their results at the end of the investigation.

The study was carried out on a date that did not overlap or interfere with the patient's hemodialysis treatment, and dynamometry was performed using the patient's right arm.

The study was approved by the Ethics Committee. The study conforms to the provisions set forth by the Declaration of Helsinki in 1995 (as revised in Fortaleza, 2013). Each patient received and signed an informed consent form, which contained all pertinent information related to the study.

VARIABLES

Clinical measurements

The medical history of each patient was reviewed by a researcher who obtained all the relevant clinical data. Glomerular filtration rate (GFR), creatinine, urea, hemoglobin concentration (male $\leq 13 \text{ g/dL}$ and female $\leq 12 \text{ g/dL}$, to rule out anemia) (17), glucose, total cholesterol, triglycerides, and subjective global assessment, which includes certain clinical manifestations such as dizziness, muscular weakness, vomiting, diarrhea and constipation, were obtained with the intention of identifying any associated comorbidities and any associated pharmacological treatment for each patient.

Anthropometric measurements

Body weight was measured using an Omron® brand bioelectric impedance scale. Height was evaluated with the subjects in

a standing position; their chin was elevated so that the lower edge of the orbital cavity was horizontally aligned with the upper part of the ear/Frankfurt plane. Height was measured using a Seca® stadiometer. Body mass index (BMI) was calculated as the body weight divided by the height squared (kg/m^2), which was classified according to the parameters of the 2005 Australian Guide, which states that BMI is considered to be 23-26 while undergoing dialysis (11).

Triceps skinfold thickness was measured with a Slim Guide® brand plicometer, according to the ISAK protocol. The average arm circumference was measured with a Seca® brand fiberglass tape measure.

Muscle strength was measured in the right arm before the hemodialysis session using a Smedley III hand-held dynamometer (mechanical), with a precision of 2 kg. The patients were instructed to stand with both arms extended towards the sides of the body with the dynamometer facing forward. They were then instructed to grasp the dynamometer with maximum strength for a sustained muscular contraction of 3 seconds to record the maximum value. Three similar tests were carried out with a rest period of at least one minute between each test. The mean of the 3 values was taken to be the final value. The 5th, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 95th percentiles were calculated for both men and women and were adjusted for age groups. The average values of each age group and for each sex was compared against the 50th percentile of a reference population (12).

STATISTICAL ANALYSIS

Results were analyzed using the SPSS statistical software, version 21 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Inter-group differences were calculated using the nonparametric Mann-Whitney U-test. The normal distribution of variables was analyzed with the Kolmogorov-Smirnov test. The associations between dynamometry and age, weight, height, BMI, triceps skinfold thickness, GFR, creatinine, urea, glucose, total cholesterol, triglycerides, SGA and hemoglobin were evaluated using Pearson's correlation coefficient for normal and non-normal variables. A multiple linear regression model was constructed to determine the factors related to muscular strength. A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant. The chi-squared test was used to evaluate the association between qualitative variables.

RESULTS

Initially, a total of 176 patients undergoing hemodialysis were considered for inclusion in the study, of whom 16 were excluded because they did not meet the inclusion criteria, and another 10 refused to participate. The remaining 150 patients were included in the study.

The characteristics of the study population were as follows: 97 (64.7 %) men and 53 (35.3 %) women, with an average age of 44 ± 16.8 years; average body weight was $67.9 \pm 16.9 \text{ kg}$,

with a GFR of 5.4 ± 2.3 mL/min/ 1.73 m² and with creatinine and urea values of 11.0 ± 3.9 and 114 ± 56.7 mmol/L, respectively. Table I shows the anthropometric and biochemical variables of the study population. The rest of the variables are shown in table I. The average date of diagnosis was 2010 ± 6 years, thus the time from diagnosis was approximately 8 years on average.

Table I. Anthropometric and biochemical variables

Variable	Measurement
Age (years)	44.1 ± 16.9
Weight (kg)	67.9 ± 16.9
Height (cm)	164.2 ± 10.5
Body mass index (kg/m ²)	24.8 ± 5.5
Dynamometry - Women (kg)	12.9 ± 4.9
Dynamometry - Men (kg)	26.2 ± 9.1
Triceps skinfold thickness (mm)	7.5 ± 5.0
Mid-upper arm circumference - Women (cm)	20.8 ± 11.5
Mid-upper arm circumference - Men (cm)	20.9 ± 11.2
Glomerular filtration rate (mL/min)	5.4 ± 2.3
Creatinine (μmol/L)	970 ± 340
Urea (mmol/L)	18.98 ± 9.44
Hemoglobin - male (g/dL)	10.4 ± 1.8
Hemoglobin - female (g/dL)	9.6 ± 2.1
Glucose (mmol/L)	5.62 ± 2.5
Total cholesterol (mmol/L)	3.57 ± 0.83
Triglycerides (mmol/L)	$1.27.0 \pm 0.6$

Patients were found to be taking the following pharmacological treatments: iron, 26 (17 %); erythropoietin, 51 (34 %); antihypertensive treatment, 134 (89 %); diuretics, 16 (10.6 %); proton-pump inhibitors, 23 (15 %); insulin, 18 (12 %); calcitriol, 17 (11 %); vitamin B complex, 116 (77 %); and folic acid, 63 (42 %). Only two (1.3 %) patients were treated with prednisone whereas only 4 (2.6 %) were receiving pravastatin.

Hemoglobin concentration tests revealed that 104 (69 %) patients had anemia, 71 men (68 %) and 33 women (32 %). The groups were further evaluated according to body composition and BMI, with 58 % of the population within the normal weight range while 25.3 % was considered overweight, 10.7 % obese and 6 % malnourished. Some of the most common comorbidities found in this population of patients were: SAH, which was found in 133 (88.7 %) of the patient sample; and T2DM, found in 51 (34 %) of the population. On the other hand, 17 (11.3 %) were found to have no comorbidities. Both patients with SAH and T2DM, however, showed signs of diminished muscular strength with no significant difference between these two groups.

Average muscle strength, as measured by dynamometry, was 26.2 ± 9.1 kg for men and 12.9 ± 4.9 kg for women. In all, 97.9 % of the evaluated men, and 100 % of the women presented a muscle strength which was lower than the 50th percentile of the reference values. These data are shown in table II.

Regarding the results of the muscular strength assessment, 92.3 % of the patients were within the 10th percentile. Table II shows the comparison between the reference dynamometric values (50th percentile) published by Schlüssel and collaborators (12), versus the average dynamometric values observed in this study. The results are categorized by age and sex. Statistically significant differences were found in both men and women, across all age ranges.

Dynamometric values correlated strongly and were statistically significant for age, weight, height, glomerular filtration rate,

Table II. Comparison of grip strength with mean reference values, categorized by age and sex

Age category (years)	Grip strength (kg)	Men			Women		
		n	Mean	p*	n	Mean	p*
20-29	p 50	27	45.1	< 0.001	16	27.4	< 0.001
	Measured value		30.4			15.7	
30-39	p 50	24	45.8	< 0.001	7	27.6	0.001
	Measured value		26.2			13.7	
40-49	p 50	8	42.5	< 0.05	10	26.9	< 0.001
	Measured value		29.4			11.7	
50-59	p 50	16	41.4	< 0.001	8	24.3	< 0.001
	Measured value		26.3			11.8	
60-69	p 50	12	37.0	< 0.001	8	21.7	< 0.001
	Measured value		21.6			11.9	
≥ 70	p 50	10	32.1	< 0.001	4	16.8	< 0.05
	Measured value		17.4			8.3	

*Mann-Whitney U-Test; p 50: percentile 50.

hemoglobin, creatinine, glucose and subjective global assessment; the results are shown in table III.

Table IV shows the results of the multiple linear regression. This model explains the results of 45.8 %, which demonstrates that height, glomerular filtration rate, creatinine, and hemoglobin have a significant impact on the dynamometric values of muscular strength.

Table V shows the qualitative variable analysis. Statistically significant correlations were found for the following variables: sex vs. BMI, diabetes vs. muscular weakness, glucose vs. muscular weakness, and dynamometry vs. hypertension.

Table III. Statistically significant correlations between dynamometry and the evaluated variables

Variables	Correlation coefficient	P
Age (years)	-0.279	0.001
Weight (kg)	0.357	0.000
Height (cm)	0.552	0.000
BMI (kg/m ²)	0.092	0.262
GFR (mL/min)	-0.226	0.005
Triceps skinfold thickness (mm)	-0.08	0.357
Creatinine (mmol/L)	0.468	0.000
Urea (μmol/L)	0.147	0.078
Hemoglobin (g/dL)	0.206	0.025
Glucose (mmol/L)	-0.217	0.01
Cholesterol (mmol/L)	-0.147	0.247
Triglycerides (mmol/L)	-0.057	0.654
SGA	0.269	0.001

BMI: body mass index; GFR: glomerular filtration rate; SGA: subjective global assessment.

DISCUSSION

The results of this study demonstrate that patients with advanced CKD show a decrease in muscle strength. The overwhelming majority (92.3 %) were found to be within the 10th percentile for muscular strength when compared to reference values; these results are similar to those found in a study conducted by Pinto AP et al. (12), who assessed muscle strength in patients undergoing hemodialysis by measuring grip strength before and after the hemodialysis session. Pinto AP et al. concluded that there was a significant decrease in muscle strength, with about half of the patients falling below the 30th percentile and one third of them below the 10th percentile; The study concluded that, after dialysis, more than fifty percent of the patients were below the 30th percentile for muscle strength.

On the other hand, the most prevalent comorbidities in the study were SAH and T2DM. Our results demonstrated that patients with either SAH or T2DM showed decreased muscle strength. These results are consistent with those found by Amaral C de A et al. (14), who observed that a decrease in muscle strength, measured by means of a survey and dynamometry, was associated with morbidity and multimorbidity among adults in Rio Branco, Acre, Brazil. The study showed that muscle strength in men decreases with age and that this process tends to begin around age 40, and that men with low muscle strength are more likely to develop hypertension, diabetes, skeletal muscle disorders and multimorbidity.

Our results regarding the relationship between muscular strength and age concur with those found in a study carried out by the Nutritional Evaluation Laboratory of the Simón Bolívar University in Caracas, Venezuela, which describes the association between aging and a decrease in muscular strength and motor ability.

Regarding the relationship that exists between muscular strength and height, taller subjects were found to have greater muscular strength, on average, than those of smaller height. This observation was also described in an article published in the Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, titled "Relationship between muscular strength and knee proprioception in asymptomatic patients."

Table IV. Results of multiple linear regression with dynamometry as dependent variable

Model	Non-standardized coefficients		Standardized coefficients	t	p
	B	Standard error	Beta		
Constant	-75.062	15.458		-4.856	0.000
Weight (kg)	0.038	0.063	0.058	0.614	0.541
Height (cm)	0.296	0.097	0.305	3.042	0.003
GFR (mL/min)	2.243	0.684	0.469	3.280	0.001
Creatinine (μmol/L)	1.712	0.387	0.642	4.424	0.000
Urea (mmol/L)	0.019	0.015	0.103	1.202	0.232
Hemoglobin (g/dL)	0.802	0.383	0.155	2.092	0.039
Glucose (mmol/L)	-0.022	0.020	-0.085	-1.098	0.275
SGA	1.065	0.902	0.097	1.181	0.240

BMI: body mass index; GFR: glomerular filtration rate; SGA: subjective global assessment.

A study carried out by the University of Chile medical school analyzed the grip strength of healthy, 20-year-old subjects, and compared the results between men and women of the same age group. Women were found, on average, to have lower grip strength than men in both hands.

Previous studies, such as the one conducted by Yorke AM et al. (15), have shown that both age and sex are some of the most important factors with the greatest influence on grip strength; however, chronic conditions can also contribute to muscle weakness and deterioration of muscle strength, as can be observed when comparing the grip strength of adults with multimorbidity, who demonstrated a lower grip strength, to those without any chronic conditions. These results are consistent with those found in the current study, where patients who suffered from the two most common comorbidities, SAH (88.7 %) and T2DM (34 %), were found to have lower muscular strength than those without them. It is worth mentioning, however, that hemodialysis and CKD seem to be the most important factors responsible for loss of strength and muscle mass in these patients, regardless of any comorbidities, age or sex.

The results of the correlation between dynamometry, hemoglobin, age, and weight of the current study concur with those discussed by Assun Garcia RS et al., in which muscle strength was analyzed via dynamometry in 102 patients with stage-5 CKD. The results showed that anemia, as a complication of CKD, could also have a significant negative impact on muscle strength and overall physical activity (16). This was of particular importance to our study given that 68 % of patients presented with anemia according to the clinical practice guidelines for anemia in chronic kidney disease (17). Anemia occurs frequently in patients with CKD and has been shown to have a negative impact on overall health.

One of the limitations that we found within our study was the lack of dynamometric reference values for a healthy Mexican population and for patients with kidney disease. Therefore, the current study compares the average dynamometric value of each group of patients, classified by age and sex, against the value of the 50th percentile of those reported by Schlüssel et al (13).

Statistically significant differences were found in all age ranges, both in men and in women, which supports the hypothesis that patients with CKD have impaired muscular strength due to their underlying disease. It would be necessary, however, to have reference values for a healthy Mexican population to better characterize these results and clearly establish this difference.

CONCLUSIONS

Patients with advanced chronic kidney disease undergoing hemodialysis treatment were observed to be within the 10th percentile for muscular strength, measured by dynamometry, thus demonstrating a marked decrease in muscle strength. These results could, however, also have been affected by different factors such as patient age, height, weight, glomerular filtration rate, hemoglobin concentration, serum creatinine, glucose, and the subjective global assessment, given that a significant association was also found between these and muscle strength. The results

of the current investigation support the routine assessment of grip strength, which can provide prognostic data and information about the functional limitations in patients with advanced CKD undergoing hemodialysis treatment.

REFERENCES

1. Karpenko Wilman ID, Taylor MF, Malinar LM, Maltas S, Sarco FD, Braslavsky GJ, et al. Usefulness of dynamometry in hemodialysis patients. *Rev Nefrol Dial Transpl* 2016;36(3):163-9.
2. National Institute of Statistics and Geography. Characteristics of deaths registered in Mexico in 2018; 2019 [Cited on January 21, 2020] Available at: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemograficas/DefuncionesRegistradas2019.pdf>
3. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Hepatitis C Work Group. KDIGO 2018 Clinical Practice Guideline for the Prevention, Diagnosis, Evaluation, and Treatment of Hepatitis C in Chronic Kidney Disease. *Kidney Int Suppl*. 2018;8:91-165.
4. Lorenzo V. Chronic Kidney Disease. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Available at: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-enfermedad-renal-crnica-136>.
5. Saralegui Reta I, Arrausi Larrea A, García Uriarte O, Montoya E, Martínez Y, Robledo C, et al. The suspension of Dialysis in patients with Advanced Chronic Renal Failure: What do patients think? *Enferm Nefrol* 2014;17(2):110-9. DOI: 10.4321/S2254-28842014000200005
6. Hiraki K, Yasuda T, Hotta C, Izawa KP, Morio Y, Watanabe S, et al. Decreased physical function in pre-dialysis patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol* 2013;17(2):225-31. DOI: 10.1007/s10157-012-0681-8
7. Leal V, Mafra D, Fouque D, Anjos L. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review. *Nephrology Dialysis Transplantation*. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26(4):1354-60. DOI: 10.1093/ndt/gfq487
8. Hernández A, Monguí K, Rojas Y. Description of body composition, muscle strength and physical activity in patients with chronic renal failure on hemodialysis in a renal unit in Bogotá, Colombia. *Rev Andaluza Med del Deporte* 2018;11(2):52-6. DOI: 10.1016/j.ram.2016.09.005
9. Scharfong J, Dipp T, Bozzeto CB, da Silva MG, Baldissera GL, Ribeiro RC, et al. Effects of Intradialytic Neuromuscular Electrical Stimulation on Strength and Muscle Architecture in Patients with Chronic Kidney Failure: Randomized Clinical Trial. *Artif Organs* 2017;41(11):1049-58. DOI: 10.1111/aor.12886
10. Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int* 2003;63(1):291-7. DOI: 10.1046/j.1523-1755.2003.00704.x
11. Ash S, Campbell K, MacLaughlin H, McCoy E, Chan M, Anderson K, et al. Evidence based practice guidelines for the nutritional management of chronic kidney disease. *Nutrition & Dietetics* 2006(S2):63:S33-S45. DOI: 10.1111/j.1747-0080.2006.00100.x
12. Schlüssel MM, Dos Anjos LA, Leite de Vasconcelos MT, Kac GA. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: A population-based study. *Clin Nutr* 2008;27(4):601-7. DOI: 10.1016/j.clnu.2008.04.004
13. Pinto AP, Ishikawa Ramos C, Schneider Meireles M, Ayako Kamimura M, Cuppari L. Impact of hemodialysis session on handgrip strength. *J Bras Nefrol* 2015;37(4):451-7. DOI: 10.5935/0101-2800.20150072
14. de Araújo Amaral C, Crisóstomo Portela M, Torres Muniz P, Santos Farias E, Santos de Araújo T, Florêncio de Souza O. Association of handgrip strength with reported morbidities in adults in Rio Branco, Acre, Brazil: a population-based study. *Cad Saude Publica* 2015;31(6):1-12. DOI: 10.1590/0102-311X00062214
15. Yorke AM, Curtis AB, Shoemaker M, Vangsnes E. Grip Strength Values Stratified by Age, Gender, and Chronic Disease Status in Adults Aged 50 Years and Older. *J Geriatr Phys Ther* 2015;38(3):115-21. DOI: 10.1519/JPT.0000000000000037
16. Assun Garcia RS, Fonseca Lucinda LM, Amaral Ramos F, de Souza Bueno G, Ribeiro de Oliveira GM, Sant'Ana Bonisson L, et al. Factors Associated with Functional Capacity in Hemodialysis Patients. *Artif Organs* 2017;41(12):1121-6. DOI: 10.1111/aor.12938
17. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Anemia Work Group. KDIGO clinical practice guideline for anemia in chronic kidney disease. *Kidney International Supplements* 2012;2:283-7. DOI: 10.1038/kisup.2012.41



Trabajo Original

Valoración nutricional

The relationship between weight change history and 25(OH)D concentrations in adults *La relación entre la historia del cambio ponderal y las concentraciones de 25(OH)D en los adultos*

Carlos H. Orces

Department of Medicine. Laredo Medical Center. Laredo, Texas. USA

Abstract

Background: although obesity has been consistently associated with lower 25-OH hydroxyvitamin D-25(OH)D-levels, little is known about the effect of weight change on serum 25(OH)D levels.

Methods: the present analysis was based on data from the National Health and Nutrition Examination Survey. Percent weight changes were calculated from participant-reported maximum lifetime weight and weight in the past year and 10 years ago. Subsequently, general linear models adjusted for potential confounders were assembled to examine 25(OH)D concentrations across percent weight change categories.

Results: a total of 6,237 participants with a mean age of 57.5 (SE, 0.2) years comprised the study sample. After adjustment for potential confounders, subjects who have gained weight $\geq 5\%$ in the past year and 10 years before had on average 4.5 and 5.1 nmol/L lower 25(OH)D levels than those with a stable weight, respectively. Moreover, this association persisted even among participants with adequate vitamin D intake. Notably, subjects who lost weight $> 5\%$ from their maximum reported weight had significantly higher 25(OH)D levels than those who did not.

Conclusion: subjects with a stable weight and those who lost weight $\geq 5\%$ from their maximum reported lifetime weight had significantly higher 25(OH)D concentrations than those who did not. Thus, maintaining a healthy weight over time may be an effective strategy to reach optimal serum 25(OH)D levels.

Keywords:

Weight change.
Vitamin D. Maximum weight. NHANES.

Resumen

Antecedentes: aunque la obesidad se ha asociado consistentemente con niveles más bajos de 25-OH-vitamina D (25(OH)D), poco se sabe sobre el efecto del cambio de peso en los niveles de 25(OH)D.

Métodos: el presente análisis se basó en datos de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición. Los cambios porcentuales en el peso se calcularon a partir del peso medido actual y el peso máximo reportado, peso en el último año, y hace 10 años. Se usaron modelos lineales generales ajustados por posibles cofactores para examinar las concentraciones de 25(OH)D de acuerdo con el porcentaje de cambio ponderal.

Resultados: un total de 6.237 participantes con una edad promedio de 57,5 años constituyen la muestra del estudio. Los sujetos que aumentaron de peso $\geq 5\%$ en el año anterior y en los 10 años previos tuvieron en promedio 4,5 y 5,1 nmol/L menos de 25(OH)D que aquellos con peso estable, respectivamente. Además, esta asociación persistió incluso entre los participantes con una ingesta adecuada de vitamina D. Por el contrario, los sujetos que perdieron $\geq 5\%$ de su peso máximo reportado tuvieron niveles más altos de 25(OH)D comparados con aquellos que no perdieron peso.

Conclusión: los sujetos con un peso estable y aquellos que perdieron $\geq 5\%$ de su peso máximo reportado tuvieron concentraciones significativamente más altas de 25(OH)D frente a aquellos que aumentaron de peso. Por lo tanto, mantener un peso saludable con el tiempo puede ser una estrategia eficaz para alcanzar niveles óptimos de 25(OH)D.

Palabras clave:

Cambio ponderal.
Vitamina D. Peso máximo. NHANES.

Received: 27/04/2020 • Accepted: 27/06/2020

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

Orces CH. The relationship between weight change history and 25(OH)D concentrations in adults. Nutr Hosp 2020;37(5):970-976

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03133>

Correspondence:

Carlos H. Orces. Department of Medicine. Laredo Medical Center. 1700 East Saunders. Laredo, Texas 78041, United States of America
e-mail: corces07@yahoo.com

INTRODUCTION

The prevalence of obesity is increasing worldwide and accounts for the expanding prevalence of chronic comorbidities (1). Although low serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) concentrations have been consistently reported among obese subjects across different races and latitudes, the precise mechanism of this association has not been fully elucidated (2-6). However, previous studies have concluded that limited sun exposure, inadequate use of vitamin D supplements, decreased bioavailability of vitamin D once in fat tissue, or simply dilution of ingested or synthesized vitamin D in fat mass may explain low vitamin D status in subjects with obesity (7-9).

Clinical trials of restricted calories and exercise interventions among children and women with overweight and obesity have reported increasing serum 25(OH)D concentrations among those who achieved moderate weight loss. Similarly, a recent systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized weight-loss trials reported that 25(OH)D concentrations were marginally increased with weight loss in comparison with weight maintenance under similar conditions of supplemental vitamin D intake (10-14).

Despite these facts, no previous population-based study has reported the effect of weight history on serum 25(OH)D and its metabolites concentrations. Therefore, the present study aimed to examine the relationship between short- and long-term weight change and weight loss from the maximum reported weight, and 25(OH)D concentrations in a nationally representative sample of adults.

METHODS

STUDY PARTICIPANTS

The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) is a biannual cross-sectional study conducted by the National Center for Health Statistics of the Centers for Disease Control and Prevention. The purpose of the NHANES is to collect data about the health, nutritional status, and health of the noninstitutionalized civilian resident population of the U.S. Information about the analysis and reporting guidelines of the NHANES are described elsewhere (15).

WEIGHT HISTORY

In the Weight History section, participants aged 40 years and older were asked "How much did you weigh in pounds a year and 10 years ago? If you don't know your exact weight, please make your best guess." In the mobile examination center, body mass index (BMI) was calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared, and then rounded to one decimal place. For this analysis, weight in pounds was converted to kg. Weight change was calculated by subtracting baseline measured weight from self-reported weight in the past year and 10 years ago.

Then, this result was divided by the baseline weight and reported as percent weight change. As previously described, weight change was defined as weight loss $\geq 5\%$, stable weight as a change of $< 5\%$, and weight gain as an increase of $\geq 5\%$ (16).

Weight change from subjects who reported their maximum weight was calculated based on the following question: "Up to the present time, what is the most you ever weighed?" Percent change in weight from the patients' reports of their maximum reported lifetime weight was calculated, and weight loss was categorized as previously defined ($< 5\%$ loss, $5\%-10\%$ loss, and $> 10\%$ loss). Percent change from reported maximum weight was corrected to 0% if maximum weight was observed at the current evaluation (17). Obesity history was also categorized according to the subject's baseline BMI and estimated BMI 10 years ago, which was calculated by using subjects baseline measured height and reported weight 10 years ago. Subjects were then classified as never obese, previously obese and presently non-obese, previously non-obese and presently obese, and always obese (18).

COVARIATES

In the demographic file, data on the following variables were obtained: examination period, age, gender, race/ethnicity, education, and ratio of family income to poverty threshold as a measure of socioeconomic status. Moreover, participants reported their smoking status and general health, which was grouped as good to excellent or fair to poor. Based on the 2018 Physical Activity Guidelines for Americans, the participants' leisure-time physical activity was classified as physically active, insufficiently active, or inactive (19). The NHANES dietary data were used to estimate vitamin D intake from the types and amounts of foods and beverages consumed during the 24-hour period prior to the interview. Similarly, the 30-day dietary supplement file was used to provide a summary record of the mean daily vitamin D intake from all supplements and antacids. Data were routinely examined for discrepancies and erroneous entries.

25(OH)D CONCENTRATIONS

The CDC developed the standardized liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) to measure 25(OH)D₃, 25(OH)D₂, and total 25(OH)D. For the LC-MS/MS method, total 25(OH)D (in SI units of nmol/L) was defined as the sum of 25(OH)D₃ and 25(OH)D₂ and excluded the C3 epimer of 25(OH)D₃. The LC-MS/MS method has better analytical specificity and sensitivity compared to immunoassay methods, and fixed analytical goals for imprecision ($\leq 10\%$) and bias ($\leq 5\%$) (20).

STATISTICAL METHODS

The characteristics of participants were reported as weighted percentages and mean values with their corresponding standard

errors. General linear models adjusted for possible confounders were used to examine the associations between percent weight change categories ($\geq 5\%$ weight loss, loss or gain weight $< 5\%$, and gain weight $\geq 5\%$) in the past year and 10 years, and 25(OH)D concentrations. Similarly, 25(OH)D and its metabolites levels, stratified according to age groups, were compared by obesity history status in the previous 10 years. Moreover, the effect of progressive weight loss ($> 10\%$, 5 to 10 %, $< 5\%$, and 0 %) from the participants' maximum lifetime weight on 25(OH)D concentrations was also examined. Statistical analyses were performed using the SPSS Complex Sample software, V.17 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) to incorporate constructed weights and obtain unbiased, national estimates. A p -value < 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS

A total of 6,237 participants with a mean age of 57.5 (SE, 0.2) years comprised the study sample. As shown in table I, the majority of participants were examined between May 1st to Oct 31th, were non-Hispanic whites, had some college education, and reported a sedentary lifestyle. Notably, 21 % and 47 % of participants had gained weight $\geq 5\%$ in the past year and 10 years, respectively. In contrast, an estimated 56 % of subjects had lost weight $\geq 5\%$ from their maximum weight, which was reported on average at 90.2 kg. Overall, 47.5 % (SE, 1.0) and 19.7 % (SE, 1.4) of adults aged 40 years and older reported taking vitamin D supplements and had evidence of vitamin D deficiency, respectively.

As shown in table II, participants who had gained weight $\geq 5\%$ in a year and in the past 10 years had considerably lower 25(OH)D₃ and 25(OH)D concentrations than those with a stable weight. Indeed, mean 25(OH)D level differences between subjects who gained weight and those with stable weight in the previous year and 10 years were 4.5 and 5.1 nmol/L, respectively. As expected, 25(OH)D concentrations were higher among participants with vitamin D intake ≥ 400 IU/day than among those without it. However, subjects who gained weight $\geq 5\%$ in the past year had significantly lower mean 25(OH)D levels than those with stable weight, irrespective of their daily vitamin D intake. In fact, the lowest mean 25(OH)D level was seen among participants who gained weight and had a vitamin D intake < 400 IU/day (Fig. 1).

Table III shows 25(OH)D and its metabolites concentrations according to obesity history in the previous 10 years and stratified by age groups. In general, mean 25(OH)D and its metabolites levels were lower among middle-aged than in older adults. After adjustment for potential confounders, participants defined as always obese and those previously non-obese but presently obese had significantly lower 25(OH)₃ and 25(OH)D levels compared with their never obese counterparts. Notably, mean 25(OH)D₃ and 25(OH)D levels were 10.6 and 10.0 nmol/L lower among subjects with obesity in the previous 10 years than among those never obese, respectively.

Table I. Demographic characteristics of participants in the NHANES 2011-2014

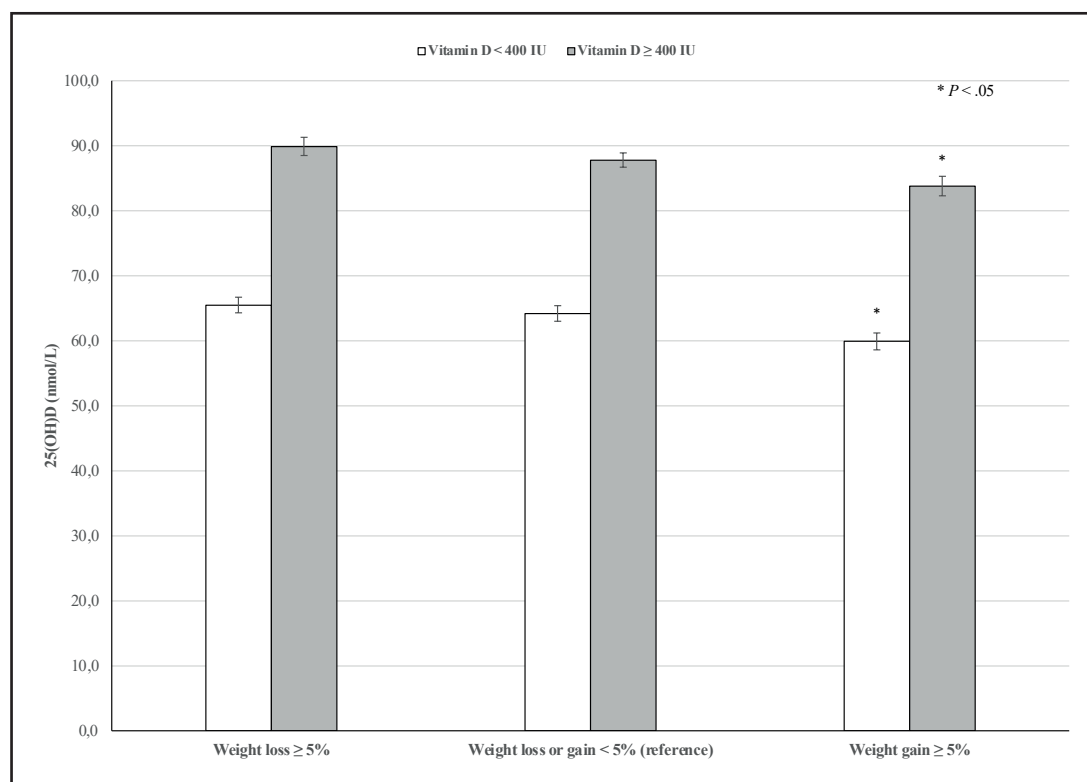
	No. participants	Weighted % (SE)
<i>Six-month period</i>		
Nov 1 st to Apr 30 th	2,952	42.9 (4.7)
May 1 st to Oct 31 th	3,285	57.1 (4.7)
<i>Age (years)</i>		
40-59	3,280	59.6 (0.8)
≥ 60	2,957	40.4 (0.8)
<i>Gender</i>		
Male	3,048	48.9 (0.7)
Female	3,189	51.1 (0.7)
<i>BMI (kg/m²)</i>		
Normal-weight	1,677	25.7 (0.7)
Overweight	2,134	35.5 (0.8)
Obese	2,426	38.8 (1.0)
<i>Race/ethnicity</i>		
Hispanic	1,261	10.5 (1.4)
Non-Hispanic white	2,682	73.0 (2.3)
Non-Hispanic black	1,451	10.0 (1.3)
Other races	843	6.6 (0.6)
<i>Education</i>		
Less than high school	2,218	26.9 (1.6)
High school graduate	1,597	26.1 (1.1)
Some college or AA degree	1,679	31.6 (1.3)
College graduate or above	740	15.5 (1.4)
<i>RIP</i>		
< 1.00	1,125	11.9 (1.1)
≥ 1.00	4,648	88.1 (1.1)
<i>Smoking status</i>		
Never	3,285	52.0 (1.1)
Former	1,795	29.7 (0.9)
Current	1,153	18.2 (0.9)
<i>Physical activity status</i>		
Inactive	3,387	50.2 (1.4)
< 150 min/week	1,001	16.6 (0.9)
≥ 150 min/week	1,845	33.2 (1.2)
<i>Self-reported health status</i>		
Good to excellent	4,586	80.4 (1.0)
Fair to poor	1,649	19.6 (1.0)
<i>Vitamin D intake</i>		
< 400 IU	3,571	53.3 (1.0)
≥ 400 IU	2,666	46.7 (1.0)
<i>25(OH)D level</i>		
< 50 nmol/L	1,646	19.7 (1.4)
> 50 nmol/L	4,591	80.3 (1.4)

SE: standard error. AA: Associates of Arts; RIP: ratio of family income to poverty

Table II. Serum 25(OH)D and metabolite levels across weight change history among adults

Weight change in one year			
Vitamin D (nmol/L)	Weight loss ($\geq 5\%$) (n = 1,475)	Stable weight a (n = 3,382)	Weight gain ($\geq 5\%$) (n = 1,380)
25(OH)D ₃	71.7 (1.4)	70.9 (1.0)	65.9 (1.0)*
25(OH)D ₂	5.5 (0.8)	4.4 (0.4)	4.9 (0.8)
25(OH)D	77.2 (1.0)	75.4 (0.9)	70.9 (1.1)*
Weight change in 10 years			
Vitamin D (nmol/L)	Weight loss ($\geq 5\%$) (n = 1,473)	Stable weight ^a (n = 1,812)	Weight gain ($\geq 5\%$) (n = 2,952)
25(OH)D ₃	77.7 (1.1)	73.2 (1.1)	67.1 (1.0)*
25(OH)D ₂	5.2 (0.8)	4.0 (0.3)	5.1 (0.6)
25(OH)D	76.9 (0.9)	77.3 (1.1)	72.2 (0.9)*

Models adjusted for six-month study period, age, gender, race/ethnicity, education, poverty level, smoking status, physical activity, self-reported health, and vitamin D intake. ^a: Reference category (loss or gain weight < 5 %); *: p-value < 0.05

**Figure 1.**

25(OH)D levels according to vitamin D intake and percent weight change in the past year.

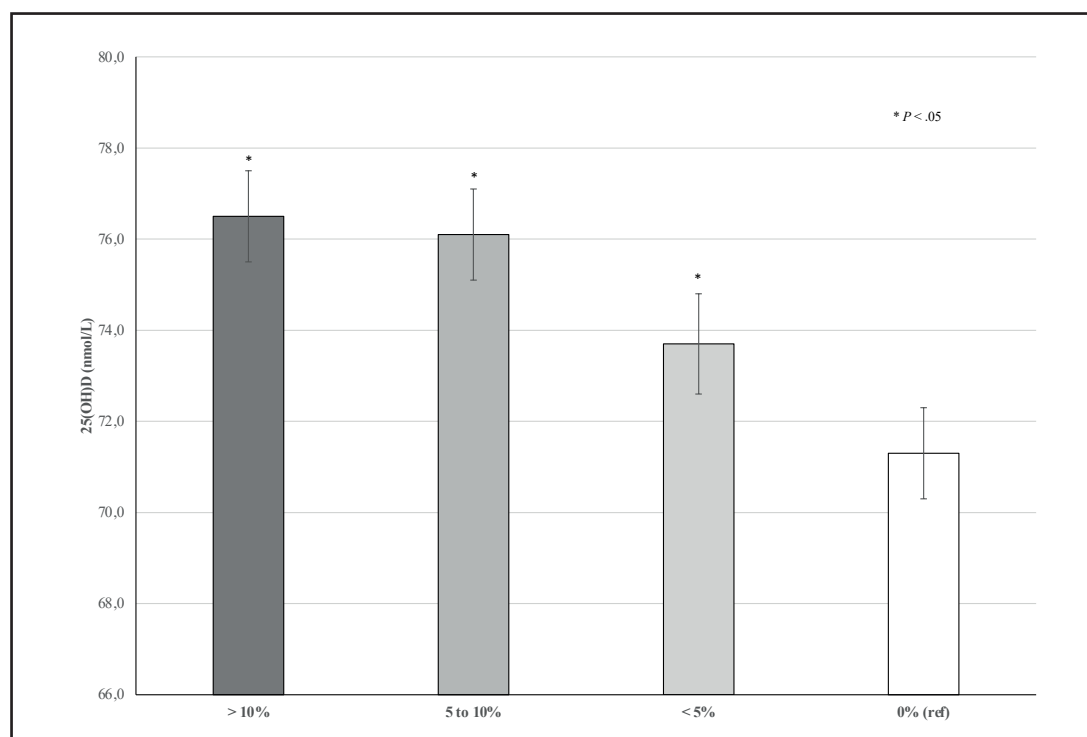
Figure 2 shows adjusted 25(OH)D levels across the participants' percent weight change categories from their maximum weight. Notably, participants who lost weight had significantly higher total 25(OH)D levels than those with a present maximum

weight. For instance, participants who lost weight > 10 %, 5 to 10 % or < 5 % from their maximum had on average 5.2, 4.8, and 2.4 nmol/L higher 25(OH)D levels than those who did not, respectively.

Table III. The association between obesity status in the previous 10 years and 25(OH)D concentrations among middle-aged and older adults

	Never obese (reference)	Previously obese and presently non- obese	Previously non- obese and presently obese	Always obese
<i>40-59 years^a</i>				
25(OH)D ₃	70.1 (1.0)	68.0 (3.5)	61.7 (1.7)*	60.1 (1.1)*
25(OH)D ₂	3.3 (0.3)	3.2 (0.8)	4.4 (0.7)	4.1 (0.6)
Total 25(OH)D	73.4 (0.9)	71.3 (3.1)	66.1 (1.5)*	64.2 (1.1)*
<i>≥ 60 years^a</i>				
25(OH)D ₃	79.4 (1.3)	74.8 (1.7)	71.4 (1.9)*	68.6 (1.4)*
25(OH)D ₂	6.4 (1.0)	5.8 (1.2)	6.2 (1.2)	6.8 (1.0)
Total 25(OH)D	85.9 (1.2)	80.7 (3.0)	77.6 (2.3)*	75.5 (1.2)*
<i>Total^b</i>				
25(OH)D ₃	73.9 (1.0)	70.7 (2.1)	65.7 (1.4)*	63.3 (1.0)*
25(OH)D ₂	4.5 (0.5)	5.2 (0.6)	4.3 (0.8)	5.2 (0.6)
Total 25(OH)D	78.5 (0.8)	74.9 (1.4)	70.9 (1.4)*	68.5 (1.0)*

^a: Model 1 adjusted for six-month study period, gender, race/ethnicity, education, poverty level, smoking status, leisure-time physical activity, self-reported health, and vitamin D intake; ^b: Model 2 adjusted for age and all variables in model 1; *: *p*-value < 0.05.

**Figure 2.**

Percent weight change from self-reported maximum weight and 25(OH)D levels.

DISCUSSION

The present findings suggest that adults who maintained a stable weight over time had significantly higher 25(OH)D₃ and

25(OH)D concentrations than their counterparts who gained weight. Notably, 25(OH)D and its metabolites concentrations were similarly distributed across weight change in the past year and over the past 10 years. For instance, 25(OH)D levels were 4.5 and

5.1 nmol/L lower among participants who gained weight $\geq 5\%$ in the previous year and since 10 years ago when compared with those with stable weight, respectively. In contrast, 25(OH)D levels were marginally increased in participants who had lost weight $\geq 5\%$ in the previous year.

The study results are consistent with those from a recent systematic review and meta-analysis of 4 randomized and 11 nonrandomized clinical trials of caloric restriction and exercise in which 25(OH)D levels slightly improved with weight loss in comparison with weight maintenance under similar conditions of supplemental vitamin D intake (14). Likewise, Pannu et al., in a meta-regression analysis of clinical trials, reported a small increase in 25(OH)D levels after weight loss in obese subjects not taking vitamin D supplements (21). Moreover, participants who gained weight $\geq 5\%$ in the past year had significantly lower 25(OH)D levels than their counterparts with stable weight, irrespective of their daily vitamin D intake. However, subjects who gained weight and reported taking vitamin D ≥ 400 IU/d had on average 23.9 nmol/L higher 25(OH)D levels than those who did not.

Notably, participants who lost weight from their maximum reported weight had significantly higher 25(OH)D levels than those who did not, which was more marked among subjects who lost weight $\geq 5\%$. The present findings are consistent with the results from the diabetes prevention program, in which participants in the lifestyle intervention who lost a mean body percent of 7.3% in the first 6 months had mean 25(OH)D levels 0.8 ng/mL higher than those in the placebo group who lost only 0.4% (22). Thus, the study findings suggest that adipose tissue is a storage site for vitamin D, which may be slowly released into the circulation in subjects who lose weight through lifestyle interventions. Since exercise is a powerful stimulus for lipolysis, it is feasible that the vitamin D deposited in adipocytes may be mobilized by increasing physical activity (23). Moreover, the increased 25(OH)D levels across weight loss categories from the subjects' maximum reported weight found in the present study do not support the hypothesis of sequestration of dietary or endogenous synthesis of cholecalciferol in the fatty tissue in subjects with obesity (7). For instance, a recent study conducted to examine the association between leisure-time physical activity and 25(OH)D concentrations among older adults demonstrated that obese subjects physically active had on average 9.2 nmol/L higher 25(OH)D₃ levels than their counterparts with a sedentary lifestyle (24).

The study results are in agreement with the vitamin D dilutional model previously described by Drincic et al., in which any given increment of cholecalciferol would be distributed not only in the serum, but also in the totality of body fat. Accordingly, if the fat mass is twice as much in an obese subject as compared to a normal-weight subject, then the induced rise in serum cholecalciferol would be roughly predicted as half as much (8). Similarly, a cross-sectional study designed to compare vitamin D concentrations in subcutaneous and omental adipose tissue between women with obesity and those without obesity scheduled for surgery concluded that the enlarged adipose mass in subjects with obesity serves as reservoir for vitamin D, and that the increased amount of vitamin D required to saturate this compartment may predispose

individuals with obesity to inadequate serum 25(OH)D levels (25). Of relevance, Ganfloff et al., in a 1-year lifestyle interventional study among men with obesity not taking vitamin D supplementation, described that the visceral adipose tissue was the adipose depot most correlated with increasing 25(OH)D levels (26).

Several limitations should be mentioned while interpreting the results. First, percent weight change over time was calculated from participants' self-reported weight, which may have been a source of recall bias. Nevertheless, a recent report from the Finnish twin study demonstrated high correlations between self-reported and measured anthropometric values (27). Second, sunlight exposure and sun protection measures were not included in the present analysis, which may have affected the synthesis of vitamin D. Third, the effect of latitude on subject 25(OH)D levels was undetermined. Despite these limitations, the present population-based study is the first to demonstrate a significant relationship between weight change history and 25(OH)D concentrations.

In conclusion, subjects with a stable weight or those who lost weight $\geq 5\%$ from their maximum lifetime weight had significantly higher 25(OH)D concentrations than their counterparts who gained weight over time. Thus, maintaining a healthy weight may be an effective strategy to reach optimal serum 25(OH)D levels.

REFERENCES

1. Bovet P, Chiolerio A, Gedeon J. Health effects of overweight and obesity in 195 countries. *N Engl J Med* 2017;377:1495-6. DOI: 10.1056/NEJMc1710026
2. Liel Y, Ulmer E, Shary J, Hollis BW, Bell NH. Low circulating vitamin D in obesity. *Calcif Tissue Int* 1988;43:199-201.
3. Palacios C, Gil K, Pérez CM, Joshupura K. Determinants of vitamin D status among overweight and obese Puerto Rican adults. *Ann Nutr Metab* 2012;60:35-43. DOI: 10.1159/000335282
4. Savastano S, Barrea L, Savanelli MC, Nappi F, Di Somma C, Orio F, et al. Low vitamin D status and obesity: Role of nutritionist. *Rev Endocr Metab Disord* 2017;18:215-25. DOI: 10.1007/s11154-017-9410-7
5. Samuel L, Borrell LN. The effect of body mass index on optimal vitamin D status in U.S. adults: The National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2006. *Ann Epidemiol* 2013;23:409-14. DOI: 10.1016/j.annepidem.2013.05.011
6. Arunabh S, Pollack S, Yeh J, Aloia JF. Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:157-61.
7. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr* 2000;72:690-3.
8. Drincic AT, Armas LA, Van Diest EE, Heaney RP. Volumetric dilution, rather than sequestration best explains the low vitamin D status of obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:1444-8. DOI: 10.1038/oby.2011.404
9. Orces C. The Association between Body Mass Index and Vitamin D Supplement Use among Adults in the United States. *Cureus* 2019;11(9):e5721. DOI: 10.7759/cureus.5721
10. Reinehr T, de Sousa G, Alexy U, Kersting M, Andler W. Vitamin D status and parathyroid hormone in obese children before and after weight loss. *Eur J Endocrinol* 2007;157:225-32.
11. Tzotzas T, Papadopoulou FG, Tziomalos K, Karras S, Gastaris K, Perros P, et al. Rising serum 25-hydroxy-vitamin D levels after weight loss in obese women correlate with improvement in insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:4251-7. DOI: 10.1210/jc.2010-0757
12. Rock CL, Emond JA, Flatt SW, Heath DD, Karanja N, Pakiz B, et al. Weight loss is associated with increased serum 25-hydroxyvitamin D in overweight or obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:2296-301. DOI: 10.1038/oby.2012.57
13. Mason C, Xiao L, Imayama I, Duggan CR, Bain C, Foster-Schubert KE, et al. Effects of weight loss on serum vitamin D in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2011;94:95-103. DOI: 10.3945/ajcn.111.015552

14. Mallard SR, Howe AS, Houghton LA. Vitamin D status and weight loss: a systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized controlled weight-loss trials. *Am J Clin Nutr* 2016;104:1151-9.
15. <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/analyticguidelines.aspx> [Accessed March 2020].
16. Ensrud KE, Ewing SK, Stone KL, Cauley JA, Bowman PJ, Cummings SR; Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Intentional and unintentional weight loss increase bone loss and hip fracture risk in older women. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1740-7.
17. Baker JF, Ziolkowski SL, Long J, Leonard MB, Stokes A. Effects of Weight History on the Association Between Directly Measured Adiposity and Mortality in Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2019;74:1937-43. DOI: 10.1093/gerona/glz144
18. Stenholm S, Sallinen J, Koster A, Rantanen T, Sainio P, Heliövaara M, et al. Association between obesity history and hand grip strength in older adults--exploring the roles of inflammation and insulin resistance as mediating factors. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66:341-8. DOI: 10.1093/gerona/glq226
19. Physical Activity Guidelines for Americans 2nd edition. [Accessed March 2020]. Available at: https://health.gov/sites/default/files/2019-09/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf
20. https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/vitamind/analyticalnote.aspx?h=/Nchs/Nhanes/2013-2014/VID_H.htm&t=VID_H%20Doc [Accessed March, 2020].
21. Pannu PK, Zhao Y, Soares MJ. Reductions in body weight and percent fat mass increase the vitamin D status of obese subjects: a systematic review and metaregression analysis. *Nutr Res* 2016;36:201-13. DOI: 10.1016/j.nutres.2015.11.013
22. Ceglia L, Nelson J, Ware J, Alysandratos KD, Bray GA, Garganta C, et al. Association between body weight and composition and plasma 25-hydroxyvitamin D level in the Diabetes Prevention Program. *Eur J Nutr* 2017;56:161-70. DOI: 10.1007/s00394-015-1066-z
23. Hengist A, Perkin O, Gonzalez JT, Betts JA, Hewison M, Manolopoulos KN, et al. Mobilising vitamin D from adipose tissue: The potential impact of exercise. *Nutrition Bulletin* 2019;44:25-35.
24. Orces CH. Association between leisure-time aerobic physical activity and vitamin D concentrations among US older adults: the NHANES 2007-2012. *Aging Clin Exp Res* 2019;31:685-93. DOI: 10.1007/s40520-018-1031-9
25. Carrelli A, Bucovsky M, Horst R, Cremers S, Zhang C, Bessler M, et al. Vitamin D Storage in Adipose Tissue of Obese and Normal Weight Women. *J Bone Miner Res* 2017;32:237-42. DOI: 10.1002/jbmr.2979
26. Gangloff A, Bergeron J, Pelletier-Beaumont E, Nazare JA, Smith J, Borel AL, et al. Effect of adipose tissue volume loss on circulating 25-hydroxyvitamin D levels: results from a 1-year lifestyle intervention in viscerally obese men. *Int J Obes (Lond)* 2015;39:1638-43. DOI: 10.1038/ijo.2015.118
27. Tuomela J, Kaprio J, Sipilä PN, Silventoinen K, Wang X, Ollikainen M, et al. Accuracy of self-reported anthropometric measures - Findings from the Finnish Twin Study. *Obes Res Clin Pract* 2019;13:522-8. DOI: 10.1016/j.orcp.2019.10.006



Trabajo Original

Valoración nutricional

Post-menopausal osteoporosis: do body composition, nutritional habits, and physical activity affect bone mineral density?

Osteoporosis posmenopáusica: ¿afectan a la densidad mineral ósea la composición corporal, los hábitos nutricionales y la actividad física?

Özlem Özpak-Akkuş and Betül Gülşen-Atalay

Department of Nutrition and Dietetics. Faculty of Health Sciences. Toros Üniversitesi. Mersin, Turkey

Abstract

Objective: to evaluate the effect of body composition, nutritional habits (NH), and physical activity (PA) levels on bone mineral density (BMD) in osteoporotic postmenopausal women (OPW).

Subjects and method: the demographic characteristics, anthropometric measurements, PA status, information on NH, some biochemical findings, and BMD measurements of 100 OPWs were evaluated.

Results: in this study, 48 % of the women were classified as obese. The obese women were found to have lower vitamin D levels and higher parathyroid hormone levels than those of the over-weight women. A positive correlation was found between body mass index and L_1L_4 , L_2L_4 , and femur BMD ($r = 0.268$, $p < 0.001$; $r = 0.241$, $p < 0.01$; $r = 0.369$, $p < 0.001$, respectively). There was a significant decrease in L_1L_4 and femur BMD with increasing age ($r = -0.224$, $p < 0.05$; $r = -0.366$, $p < 0.001$, respectively). Femur BMD showed a positive correlation with duration (hours/week) and frequency of PA (days/week). According to the logistic regression analysis, body weight, daily tea consumption, and PA were positively associated with femur BMD, while advanced age, the age of menarche, salt and coffee consumption, and postmenopausal fracture status were negatively associated.

Conclusion: we observed that body weight, some nutritional factors, and active lifestyle have seemed to effect BMD in OPWs. An adequate, balanced nutrition maintaining the ideal weight, and regular physical activity may improve bone health in OPWs.

Keywords:

Osteoporosis.
Post-menopause.
Nutritional habits.
Bone mineral density.
Physical activity.

Resumen

Objetivo: evaluar el efecto de la composición corporal, los hábitos nutricionales (NH) y los niveles de actividad física (PA) sobre la densidad mineral ósea (BMD) en mujeres posmenopáusicas osteoporóticas (OPW).

Sujetos y método: se evaluaron las características demográficas, mediciones antropométricas, estado de PA, información sobre NH, algunos hallazgos bioquímicos y datos de BMD de 100 OPW.

Resultados: en este estudio, el 48 % de las mujeres se clasificaron como obesas. Se encontró que las mujeres obesas tenían niveles más bajos de vitamina D y niveles más altos de hormona paratiroidea que los de las pacientes con sobrepeso. Se encontró una correlación positiva entre el índice de masa corporal y L_1L_4 , L_2L_4 y la BMD del fémur ($r = 0.268$, $p < 0.001$; $r = 0.241$, $p < 0.01$; $r = 0.369$, $p < 0.001$, respectivamente). Hubo una disminución significativa de los valores de L_1L_4 y BMD femoral con el aumento de la edad ($r = -0.224$, $p < 0.05$; $r = -0.366$, $p < 0.001$, respectivamente). La BMD del fémur mostró una correlación positiva con la duración (horas/semana) y la frecuencia (días/semana) de la PA. Según el análisis de regresión logística, el peso corporal, el consumo diario de té y la PA se asociaron positivamente con la BMD del fémur, mientras que la edad avanzada, la edad de la menarquia, el consumo de sal y café, y la presencia o no de fracturas posmenopáusicas se asociaron negativamente.

Conclusión: observamos que el peso corporal, algunos factores nutricionales y el estilo de vida activo parecen haber afectado la BMD en las OPW. Una nutrición adecuada y equilibrada, el mantenimiento del peso ideal y la actividad física regular pueden mejorar la salud ósea de las OPW.

Palabras clave:

Osteoporosis.
Posmenopausia.
Hábitos nutricionales.
Densidad mineral ósea.
Actividad física.

Received: 15/06/2020 • Accepted: 18/07/2020

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest.

Özpak-Akkuş Ö, Gülşen-Atalay B. Post-menopausal osteoporosis: do body composition, nutritional habits, and physical activity affect bone mineral density? Nutr Hosp 2020;37(5):977-983

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03214>

Correspondence:

Özlem Özpak-Akkuş, Department of Nutrition and Dietetics. Faculty of Health Sciences. Toros Üniversitesi. Bahçelievler Kampüsü, 1857 Sokak, No 12. Yenışehir 33140. Mersin, Turkey
e-mail: ozlem.akkus@toros.edu.tr

INTRODUCTION

Bone loss and osteoporosis are considered to be among the most important complications of the postmenopausal period (1). Osteoporosis is defined by the World Health Organization (WHO) as a progressive systemic skeletal disease characterized by decreased bone mass and bone tissue degradation, resulting in increased bone brittleness and fracture susceptibility (2). The decrease in bone mass, which is the physiological result of aging, continues with a 0.3 %-0.5 % loss of cortical bone in the slow phase, and 2 %-3 % in the fast phase after the age of 40. While the slow phase takes place in the first 6-10 post-menopausal years, the transition to the fast phase is proportional to sedentary life (3). It is estimated that 40 % of post-menopausal women have osteoporosis, more than 15 % have hip fractures, and 50 % have osteoporosis fractures in their lifetime (4).

Post-menopausal osteoporosis primarily stems from three main causes: deficiency of estrogen hormone, lack of physical activity, and poor nutrition (3).

A healthy lifestyle, staying physically active, maintaining the ideal body weight, and especially keeping a balanced nutrition play an important role in preventing chronic diseases such as osteoporosis (5). However, it is difficult to assess the effect of nutrition on bone health because diet is a combination of nutrients and the impact of individual nutrients is difficult to assess (5,6). The effect of nutritional status on bone mineral density in women with post-menopausal osteoporosis remains unknown (6). It has been suggested that healthy eating habits with high vegetable/fruit content may prevent osteoporosis, and an unbalanced diet, rich in processed foods, may cause a decrease in bone mineral density (BMD) (5). It has also been suggested in several studies that calcium intake is important for skeletal development and bone mass development. On the other hand, only few studies have investigated the effect of other nutrients on bone mass. The effects of protein, sodium, and caffeine on calcium metabolism are known, but their effects on bone mineral density have not been reported (6).

The aim of this study was to evaluate the effects of body composition, nutritional habits (NH), and physical activity (PA) levels on BMD in post-menopausal osteoporotic women (OPWs).

SUBJECTS AND METHOD

This study was conducted in Mersin City Hospital, between November 2019 and January 2020, in 100 Turkish women who were 40-75 years old, had been diagnosed with osteoporosis (BMD measurement, T score < -2.5), and were determined to be in the post-menopausal period (amenorrhea over one year). Exclusion criteria included: pregnancy or lactation, chronic kidney or liver disease, bowel disease (Crohn's disease, irritable bowel syndrome, short bowel syndrome), age outside the 40-75 year range, rejection to participate in the study. Data were collected using a questionnaire via face-to-face interviews.

The women's demographic characteristics, namely health status (menopause status and medication used, etc.), anthropometric measurements (height, weight, body mass index (BMI)), PA status, information about NH, biochemical data (serum calcium, phosphorus, parathyroid hormone levels), and BMD measurements were evaluated.

BMD measurements of the women were performed using the dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) technique. Vertebral DEXA examinations were performed in the posterior-anterior direction, including the L₁L₄ and L₂L₄ vertebrae. Bone mineral density was recorded for vertebrae, femoral neck, and whole body. Body weights were measured and recorded by a dietitian using a weighing instrument with ± 0.1 kg precision. Women's height was measured and recorded by the dietitian with a stadiometer. During height measurements, the women stood with both feet side by side, touching each other, and on the Frankfurt plane (a plane passing through the eyes and the upper margin of the auricle) (7). BMI was calculated with the formula of body weight (kg)/height (m)². BMI values are classified by WHO as underweight for those below 18.5 kg/m², normal for those between 18.5 and 24.9 kg/m², overweight for those between 25 and 29.9 kg/m², and obese for those over 30 kg/m² (8). In order to determine food consumption status in participants, daily food consumption and daily dietary energy and nutrient intake records were obtained via the 24-hour recall method, and the data were then analyzed by the "Computer Aided Nutrition Program, Nutrition Information Systems Package Program (BeBIS)", which was developed to be used in Turkey. In order to determine the NH of women, the Food Frequency Questionnaire (FFQ) form was administered (9).

In order to establish PA levels, information about exercise type (walking, running, swimming, yoga, Pilates, etc.), frequency (weekly, day), and duration was obtained.

This study was approved by the Ethics Committee, Scientific Research and Publication Board of Toros University (#80706068.02-050/22 and date: 25/09/2019/37).

STATISTICAL ANALYSIS

The data obtained in the study were evaluated with the SPSS 15.0 package program. Appropriate descriptive values are presented for qualitative and quantitative variables. Qualitative variables are presented as number (n) and percentage (%), and quantitative variables are presented as mean and standard deviation ($\bar{X} \pm SD$).

The suitability of the variables to normal distribution was examined using visual (histogram and probability graphs) and analytical methods (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk tests). For continuous variables, the difference between two means test (Student-t test or non-parametric test) was used between two independent groups, and a one-way variance analysis or non-parametric Kruskal-Wallis analysis test was used in groups of 3 or more. A logistic regression analysis test was used to evaluate the variables considered to have an effect on femur BMD measurements. Any p value less than 0.05 was considered statistically significant.

Table I. Demographic characteristics, anthropometric measurements, physical activity status, and clinical features of osteoporotic postmenopausal women

Variable	Value
Age, ($\bar{X} \pm SD$), year	54.73 $\pm$ 6.14
Body mass index, $\bar{X} \pm SD$ kg/m ²	30.36 $\pm$ 4.73 (20.20-44.12)
Body mass index category, kg/m ² (%)	
Underweight (< 18.5 kg/m ²)	-
Normal (18.5 - < 24.99 kg/m ²)	11
Overweight (25 - < 29.99 kg/m ²)	41
Obese ($\geq$ 30 kg/m ²)	48
Current smokers, (%)	18
Duration of smoking ($\bar{X} \pm SD$), year	18.76 $\pm$ 10.10
Frequency of smoking ($\bar{X} \pm SD$), piece/day	14.83 $\pm$ 10.07
Physically active, (%)	16
Duration of activity, ($\bar{X} \pm SD$), hour/week	5.88 $\pm$ 1.45
Frequency of activity, ($\bar{X} \pm SD$), day/week	1.28 $\pm$ 1.34
Age of amenorrhea onset, ($\bar{X} \pm SD$), year	44.99 $\pm$ 5.24
Age of menopause onset, ($\bar{X} \pm SD$), year	45.16 $\pm$ 5.21
Number of pregnancies, ($\bar{X} \pm SD$)	5.25 $\pm$ 3.26
Prescription medication use, (%)	60
Vitamin-mineral supplementation, (%)	73
Postmenopausal fracture	24
Chronic diseases at baseline	
Diabetes mellitus	13
Hypertension	27
Cardiac disease	60
Other	8

Values are presented as mean $\pm$ SD or number (%).

RESULTS

In this study, 48 % of post-menopausal women who were diagnosed with osteoporosis were obese. The demographic and clinical features of these women are shown in table I.

According to the BMI classification, mean femoral BMD values in obese women were higher than those of overweight women ($p = 0.004$) (Table II).

Mean vitamin D levels were lower in obese women than in overweight women ($p = 0.04$), and mean PTH levels were higher in obese women than in overweight women ($p = 0.01$). In order to evaluate the relationship of low vitamin D and high PTH levels with NH in obese women, the differences in 24-hour food consumption were assessed. According to the BMI classification, there was a difference between daily energy (kcal/day) ($p = 0.002$),

CHO (g/day) ($p = 0.007$) and fat (g/day) ($p = 0.003$) intakes, and there was no difference in terms of ingestion of the other nutrients (fat and water-soluble vitamins, minerals, pulp, and cholesterol). According to the post-hoc analysis, energy (kcal/day) ($p = 0.002$), CHO (g/day) ($p = 0.004$) and fat (gr/day) ($p = 0.004$) intakes in obese women were higher than in overweight women (Table II).

A positive correlation was found between BMI values and L_1L_4 , L_2L_4 and femur BMD measurements ($r = 0.268$, $p < 0.001$; $r = 0.241$, $p < 0.01$; $r = 0.369$, $p < 0.001$, respectively) (Fig. 1). There was a significant decrease in L_1L_4 and femur BMD with increasing age ($r = -0.224$, $p < 0.05$; $r = -0.366$, $p < 0.001$, respectively). Femur BMD showed a positive correlation with PA duration (hours/week) and frequency (days/week) ($r = 0.214$, $p = 0.03$; $r = 0.231$, $p = 0.02$, respectively). There was no correlation between biochemical parameter measurements (serum calcium, vitamin D, and PTH) and BMD measurements (femur, L_1L_4 and L_2L_4) ($p > 0.05$).

According to the logistic regression analysis, body weight, daily tea consumption, and PA were positively associated with femur BMD, while advanced age, age at menarche, salt and coffee consumption, and post-menopausal fracture status were negatively associated (Table III).

DISCUSSION

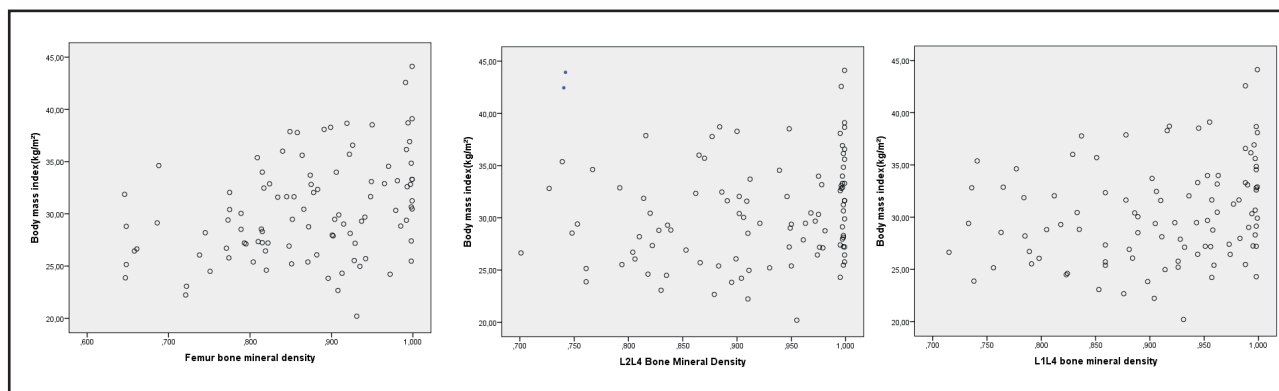
As a result of this study, it was observed that body composition was associated with lumbar vertebrae and total femoral BMD in OPWs, and BMD increased as BMI increased. Głogowska-Szeląg (10) found a positive correlation between BMI and BMD in post-menopausal women diagnosed with osteoporosis, which is in accordance with the results of the present study. Barrera et al. (11) confirmed that high BMI values had a protective effect on the femoral neck bone BMD values of 845 healthy elderly individuals with low socioeconomic level.

Many studies in recent years have suggested that high BMI values may be protective for osteoporosis and fracture risk in men and in pre- and post-menopausal women (12-15). This dilemma between bone metabolism and obesity is a complex relationship known as the obesity paradox—the higher the values in bone mineral density, the less the risk for fractures in obese individuals (16). As reported in the NHANES 2005-2008 (The National Health and Nutrition Examination Survey conducted in the USA) after evaluating 3,296 adults, aged 50 years and over, the BMD value increased by 0.0082 g/cm² for each one-unit increase in BMI value (17). In contrast, some studies have shown a negative effect of obesity on BMD (18,19). It has been reported that the different results obtained in these studies may be due to differences between men, pre-menopausal women, and post-menopausal women in terms of lifestyle, obesity, and fat distribution. It has been reported that high levels of estrogen, leptin, and adiponectin contained in the subcutaneous adipose tissue, which are found in women more often than in men, may be protective for osteoporosis in women (16). Researchers have

Table II. Biochemical parameters and BMD measurements evaluated according to the BMI classification of osteoporotic postmenopausal women

BMD measurement values and Biochemical parameters	Values			
BMI (kg/m^2)	18.5 - < 24.99 (n = 11)	25 - < 29.99 (n = 41)	≥ 30 (n = 48)	p
L ₁ -L ₄ BMD	0.88 ± 0.07	0.89 ± 0.08	0.92 ± 0.07	> 0.05
L ₂ -L ₄ BMD	0.88 ± 0.06	0.91 ± 0.08	0.93 ± 0.07	> 0.05
Femur BMD	0.83 ± 0.11	0.84 ± 0.09^c	0.90 ± 0.08^c	$0.004^†$
Serum calcium	9.70 ± 0.34	9.66 ± 0.42	9.60 ± 0.46	> 0.05
Serum phosphor	4.33 ± 0.72	3.97 ± 0.82	3.85 ± 0.53	> 0.05
Serum PTH	64.2 ± 36.83	53.04 ± 23.63^a	71.09 ± 30.65^a	0.01^*
Serum vitamin D	26.59 ± 20.21	27.08 ± 14.03^b	19.80 ± 12.36^b	0.04^*
Daily food consumption, calculated via 24-hour food consumption	Values			
BMI (kg/m^2)	18.5 - < 24.99 (n = 11)	25 - < 29.99 (n = 41)	≥ 30 (n = 48)	p
Energy (kcal/day)	1543.75 ± 248.32	1493.99 ± 374.95^c	1774.98 ± 390.84^c	$0.002^†$
Protein (g/day)	57.40 ± 13.35	59.44 ± 16.41	63.06 ± 17.35	> 0.05
CHO (g/day)	192.93 ± 42.28	177.17 ± 43.15^c	210.23 ± 52.47^c	$0.007^†$
Fat (g/day)	57.22 ± 17.73	58.25 ± 21.37^c	72.72 ± 20.96^c	$0.003^†$

*Differences were tested with one-way ANOVA or Kruskal-Wallis analysis for continuous variables. Significant difference was set at $^*p < 0.05$, $^†p < 0.01$. Mann-Whitney U-test or post hoc test was used for the analysis of further differences; $^ap < 0.01$, $^bp < 0.05$, $^cp < 0.005$.

**Figure 1.**

Correlations between total femur and lumbar vertebrae bone mineral density and body mass index (kg/m^2) in postmenopausal osteoporotic women.

reported that, despite the harmful effects of obesity on the body, the increase in BMI can prevent the reduction of BMD with advancing age, but there are no clear data regarding what is the ideal weight to prevent systemic diseases caused by osteoporosis and obesity in post-menopausal women (16). Skrzek et al. (20) reported the appropriate BMI value as $26.0\text{--}27.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ for the lowest risk of osteoporosis in post-menopausal women. In contrast, in another study, it was reported that the optimal BMI

interval value was $23.0\text{--}24.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ for Korean men over 50 years of age and post-menopausal women to minimize the risk of osteoporosis and type-2 diabetes simultaneously (21).

In this study, we observed that obese women had higher femoral BMD values than overweight women. When the nutritional status of the women and the distribution of the nutrients they received were evaluated, it was found that the energy, CHO, and fat consumption of these obese women was significantly higher.

Table III. Regression analysis between bone mineral density and other determinants of postmenopausal osteoporotic women

Determinants	Regression analysis (Adjusted R ² value = 0.465, p = 0.001 [†])		
	Coeff.	95 % CI	p
Age, (year)	-0.004	-0.006 to -0.001	0.002 [†]
Weight (kg)	0.003	0.002 to 0.004	0.001 [†]
Age of menarche, (year)	-0.011	-0.020 to -0.002	0.01*
Salt consumption behavior, n No (19) Yes (81)	-0.023	-0.041 to -0.005	0.01*
Coffee consumption behavior, n No (48) Yes (52)	0.048	0.016 to 0.079	0.003 [†]
Tea consumption behavior (count/day), n None (5) 1-4 cups of tea (47) 5-10 cups of tea (34) ≥ 10 cups of tea (14)	0.019	0.008 to 0.030	0.001 [†]
Postmenopausal fracture, n No (76) Yes (24)	0.041	0.004 to 0.078	0.02*
Physical activity, n No (84) Yes (16)	0.109	0.018 to 0.200	0.01*
Duration of physical activity (n), None (84) ≥ 5 hours/ week (16)	-0.015	-0.033 to 0.002	0.08

Significant difference was set at *p < 0.05, [†]p < 0.01.

However, there was no relationship between calcium and vitamin D intakes (as obtained from FFQ data) and BMD, which could explain the high BMD in obese women. In contrast, obese women had lower levels of vitamin D and higher levels of PTH than those of overweight women. It is known that vitamin D deficiency causes osteopenia and osteomalacia, and negatively affects the prognosis of osteoporosis (22). In our study, vitamin D deficiency (plasma levels < 20 ng/mL) was found especially in obese women. Lee et al. (22) studied vitamin D deficiency in post-menopausal women, and found that the vitamin D deficiency rate in post-menopausal women with similar BMI values was 61.8 %. In the present study, higher femoral BMD measurements in obese women suggested that obesity had a protective effect on osteoporosis. However, this situation is complicated by low vitamin D and high PTH levels in these obese women.

According to the logistic regression analysis, body weight, daily tea consumption, and PA were positively associated with femur BMD, while advanced age, age of menarche, salt and coffee consumption, and post-menopausal fracture status were negatively associated. Cavkaytar et al. (23) studied 170 osteopenic and 224

osteoporotic post-menopausal women and reported that BMI values higher than 32 kg/m² were protective for post-menopausal osteoporosis according to the logistic regression analysis, and that advanced age is an independent risk factor for post-menopausal osteoporosis.

Caffeine is a naturally occurring plant xanthine alkaloid that is widely consumed worldwide and found in many beverages, including tea, coffee, and cocoa. Although moderate caffeine intake is generally thought to have positive effects on human health, its effect on bone metabolism is controversial (24). In rats with osteoporosis due to ovariectomy, medium or high doses of caffeine have been shown to have no detrimental effect on the skeletal system (24). In a study conducted in post-menopausal women in China, it was shown that the frequency of osteoporosis was higher in women who did not consume coffee regularly (25). In the 4th and 5th Korean National Health and Nutrition Survey (2008-2011), moderate coffee consumption in post-menopausal women was reported to have protective benefits on bone health (26). However, in accordance with our data, epidemiological studies have found that caffeine might contribute to loss of bone by

increased urinary calcium excretion and decreased efficiency in calcium intestinal absorption (27,28). In post-menopausal women, caffeine intake can lead to a decrease in calcium absorption, and high doses of caffeine (> 300 mg/g or ≥ 4 cups/day) can speed up bone loss in the lumbar vertebrae (29). Because the conceivable effect of high coffee consumption on fracture risk and bone density is probably modest, large, long-term studies are needed to assess this (28). The increase in sodium intake due to increased salt consumption is associated with increased urinary calcium in men and women of all ages (30). However, there is no evidence that increased salt intake may result in any consistent effect on bone health or irreversible changes in bone loss when considering lifestyle, dietary habits, and hormonal factors (30). In our study, salt consumption was found to be an independent variable that affected BMD negatively.

Studies in recent years have shown that tea consumption can be a promising approach to reducing bone loss and reducing the risk for osteoporotic fractures in older adults (31). Tea polyphenols increase osteoblast genesis and suppress in vitro osteoclast genesis. Bone is resorbed by osteoclast cells and then new bone is formed by osteoblast cells. During bone remodeling, excessive osteoclastic activity and inadequate osteoblastic activity are the main reasons for osteoporosis development (31). Animal studies have shown that the intake of tea polyphenols has a positive effect on bone. This effect is manifested by increased bone mass and trabecular bone volume, number, and thickness, and lower trabecular separation, which results in stronger bones (32).

It is extremely important to exercise regularly and to be physically active by avoiding a sedentary lifestyle for healthy bones. In physically inactive individuals, mechanical receptors (osteocytes) cannot receive signals pertaining to the need for repairing/remodeling the damaged bone, or the need for synthesis of new bone. Thus, a gradual decrease in the total BMD occurs (33). In a study that investigated the risk factors of osteoporosis in post-menopausal women, regular PA was reported to be protective for osteoporosis, as in our study (34). The current study has several limitations. First, we have only analyzed OPWs and did not have corresponding data for a pre-menopausal younger population. Second, we had a small and heterogeneous study population. For further investigations, larger sample sizes including pre- and post-menopausal women are required, preferably using a longitudinal design.

In summary, our data show that weight, daily tea consumption, and PA levels may have a positive influence on BMD in OPWs, whereas age, age at menarche, salt and coffee consumption, and post-menopausal fracture status were observed to have negative effects on BMD. An active lifestyle and nutritional factors should not be ignored in the prevention of osteoporosis during the post-menopausal period. The importance of adequate, balanced nutrition throughout life is a known fact. As a result, it is thought that in order to increase the quality of life of women in the post-menopausal period more randomized studies should be conducted about PA, maintenance of ideal weight, avoidance of excessive salty foods, and consumption of coffee and tea.

REFERENCES

- Atik Ş. Osteoporoz, Türkiye Eklem Hastalıkları Tedavi Vakfı Yayımı, Birinci Baskı, Ankara; 1998.
- Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1994;9:1137-41. DOI: 10.1002/jbmr.5650090802
- Tang G, Ma HK. Menopausal Osteoporosis. *Int J Gynecol Obstet* 1994;46:203-7. DOI: 10.1016/0020-7292(94)90236-4
- Black DM, Rosen CJ. Clinical Practice Postmenopausal Osteoporosis. *N Engl J Med* 2016;374:254-62. DOI: 10.1056/NEJMcP1513724
- Lanyan A, Marques-Vidal P, Gonzalez-Rodriguez E, Hans D, Lamy O. Postmenopausal women with osteoporosis consume high amounts of vegetables but insufficient dairy products and calcium to benefit from their virtues: the CoLaus/OsteoLaus cohort. *Osteoporos Int* 2020;31:875-86. DOI: 10.1007/s00198-019-05225-x
- New SA, Bolton-Smith C, Grubb DA, Reid DM. Nutritional influences on bone mineral density: a cross-sectional study in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1831-9. DOI: 10.1093/ajcn/65.6.1831
- Baysal A, Aksoy M, Besler HT, Bozkurt N, Keçecioglu S, Merdol TK, et al. *Diyet el kitabı*, 5. Baskı, Ankara, Hatiboğlu yayınevi; 2008.
- WHO. [Accessed April 27, 2016]. Available at: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html
- Gunes FE, Imeryuz N, Akalin A, Bekiroglu N, Alphan E, Oguz A, et al. Development and validation of a semi-quantitative food frequency questionnaire to assess dietary intake in Turkish adults. *J Pak Med Assoc* 2015;65(7):756-63.
- Glogowska-Szeląg J. Assessment of the relationship between bmd and body mass index bmi in women with postmenopausal osteoporosis. *Wiad Lek* 2018;71(9):1714-8.
- Barrera G, Bunout D, Gattás V, de la Maza MP, Leiva L, Hirsch S. A high body mass index protects against femoral neck osteoporosis in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2004;20(9):769-71. DOI: 10.1016/j.nut.2004.05.014
- Fawzy T, Muttappallymyalil J, Sreedharan J, Ahmed A, Alshamsi SO, Al Ali MS, et al. Association between body mass index and bone mineral density in patients referred for dual-energy X-ray absorptiometry scan in Ajman, UAE. *J Osteoporos* 2011;2011:876309. DOI: 10.4061/2011/876309
- Wee J, Sng BY, Shen L, Lim CT, Singh G, Das De S. The relationship between body mass index and physical activity levels in relation to bone mineral density in premenopausal and postmenopausal women. *Arch Osteoporos* 2013;8:162. DOI: 10.1007/s11657-013-0162-z
- Montazerifar F, Karajibani M, Alamian S, Sandoughi M, Zakeri Z, Dashipour AR. Age, weight and body mass index effect on bone mineral density in postmenopausal women. *Health scope* 2014;3(2). DOI: 10.17795/jhealthscope-14075
- Shayganfar A, Ebrahimian S, Masjedi M, Daryaei S. A study on bone mass density using dual energy X-ray absorptiometry: Does high body mass index have protective effect on bone density in obese patients? *J Res Med Sci* 2020;25:4. DOI: 10.4103/jrms.JRMS_1066_18
- Fassio A, Idolazzi L, Rossini M, Gatti D, Adami G, Giollo A, et al. The obesity paradox and osteoporosis. *Eat Weight Disord* 2018;23(3):293-302. DOI: 10.1007/s40519-018-0505-2
- Lloyd JT, Alley DE, Hawkes WG, Hochberg MC, Waldstein SR, Orwig DL. Body mass index is positively associated with bone mineral density in US older adults. *Arch Osteoporos* 2014;9:175. DOI: 10.1007/s11657-014-0175-2
- Gnudi S, Sitta E, Lisi L. Relationship of body mass index with main limb fragility fractures in postmenopausal women. *J Bone Miner Metab* 2009;27:479-84. DOI: 10.1007/s00774-009-0056-8
- Greco EA, Fornari R, Rossi F, Santemma V, Prossomariti G, Annoscia C, et al. Is obesity protective for osteoporosis? Evaluation of bone mineral density in individuals with high body mass index. *Int J Clin Pract* 2010;64:817-20. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2009.02301.x
- Skrzek A, Koziel S, Ignasiak Z. The optimal value of BMI for the lowest risk of osteoporosis in postmenopausal women aged 40-88 years. *Homo* 2014;65:232-9. DOI: 10.1016/j.jchb.2014.01.003
- Hyun LJ, Kim JH, Hong AR, Kim SW, Shin CS. Optimal body mass index for minimizing the risk for osteoporosis and type 2 diabetes. *Korean J Intern Med* 2019. doi: 10.3904/kjim.2018.223. [Epub ahead of print]
- Lee JS, Kim JW. Prevalence of vitamin D deficiency in postmenopausal high- and low-energy fracture patient. *Arch Osteoporos* 2018;10;13(1):109. DOI: 10.1007/s11657-018-0524-7
- Cavkaytar S, Seval MM, Atak Z, Findik RB, Ture S, Kokanali D. Effect of reproductive history, lactation, first pregnancy age and dietary habits on bone mineral density in natural postmenopausal women. *Aging Clin Exp Res* 2015;27(5):689-94. DOI: 10.1007/s40520-015-0333-4

24. Xu H, Liu T, Hu L, Li J, Gan C, Xu J, et al. Effect of caffeine on ovariectomy-induced osteoporosis in rats. *Biomed Pharmacother* 2019;112:108650. DOI: 10.1016/j.biopha.2019.108650
25. Yang P, Zhang XZ, Zhang K, Tang Z. Associations between frequency of coffee consumption and osteoporosis in Chinese postmenopausal women. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(9):15958-66.
26. Choi E, Choi KH, Park SM, Shin D, Joh HK, Cho E. The Benefit of Bone Health by Drinking Coffee among Korean Postmenopausal Women: A Cross-Sectional Analysis of the Fourth & Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. *PLoS One* 2016;27:11(1):e0147762. DOI: 10.1371/journal.pone.0147762
27. Rapuri PB, Gallagher JC, Kinyamu HK, Ryschon KL. Caffeine intake increases the rate of bone loss in elderly women and interacts with vitamin D receptor genotypes. *Am J Clin Nutr* 2001;74(5):694-700.
28. Wolk A, Glynn A, Warensjö E, Byberg L, Michaëlsson K. Coffee consumption in relation to osteoporotic fracture risk and bone mineral density: a prospective longitudinal cohort study. *Bone* 2012;50:S36.
29. Shuai L, Zhipeng D, Qiang W. Effect of coffee intake on hip fracture: a meta-analysis of prospective cohort. *Nutr J* 2015;14:38.
30. Cohen AJ, Roe FJ. Review of risk factors for osteoporosis with particular reference to a possible aetiological role of dietary salt. *Food Chem Toxicol* 2000;38(2-3):237-53.
31. Shen CL, Chyu MC, Wang JS. Tea and bone health: steps forward in translational nutrition. *Am J Clin Nutr* 2013 98(Suppl 6):1694S-9S. DOI: 10.3945/ajcn.113.058255
32. Das AS, Mukherjee M, Mitra C. Evidence for a prospective anti-osteoporosis effect of black tea (*Camellia Sinensis*) extract in a bilaterally ovariectomized rat model. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004;13:210-6.
33. Branković S, Vukojević P, Vujasinović-Stupar N, Palić- Obradović S. Role of exercise program on bone mass in patients with osteoporosis. *Acta Rheuma Belgrade* 2009;30:34-8.
34. Bijelic R, Milicevic S, Balaban J. Risk Factors for Osteoporosis in Postmenopausal Women. *Med Arch* 2017;71(1):25-8. DOI: 10.5455/medarh.2017.71.25-28.



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Comparación de las recomendaciones de expertos sobre nutrición clínica en pacientes hospitalizados con COVID-19

Comparison of expert recommendations on clinical nutrition for hospitalized patients with COVID-19

Jéssica Martínez Rodríguez^{1,2} y Maria Roca Fontbona¹

¹Hospital de Mataró. Mataró, Barcelona. ²Centro Sociosanitario Antic Hospital Sant Jaume i Santa Magdalena. Mataró, Barcelona

Resumen

Introducción: la infección por SARS-CoV-2 implica riesgo nutricional debido a la dificultad de cubrir los requerimientos nutricionales aumentados en presencia de una sintomatología que dificulta la ingesta y la absorción de nutrientes. Por otro lado, las complicaciones respiratorias agudas requieren estancias prolongadas en unidades de cuidados intensivos (UCI) y esto predispone a una mayor desnutrición y a pérdida de masa y función del músculo esquelético, que a su vez puede conducir a una mala calidad de vida, discapacidad y morbilidad mucho después del alta. Por este motivo, las principales sociedades y asociaciones de nutrición clínica del mundo consideran que la terapia nutricional debe considerarse parte del tratamiento básico de los pacientes con COVID-19.

Métodos: se han revisado y comparado 9 recomendaciones de expertos (RE) publicadas por sociedades y asociaciones de nutrición clínica de China, España, Brasil, Europa, Colombia, Australia, América y Reino Unido, a raíz de la pandemia por COVID-19, en relación a los pacientes hospitalizados críticos y no críticos.

Conclusiones: las 9 RE revisadas coinciden en la importancia del tratamiento nutricional en los pacientes hospitalizados críticos y no críticos con COVID-19, así como en la detección precoz del riesgo nutricional, la intervención y el seguimiento. Aun así, cada documento publicado tiene sus propias particularidades e incide especialmente en algún aspecto.

Palabras clave:

COVID-19. Terapia nutricional. Pandemias. Soporte nutricional. Requerimientos nutricionales. Malnutrición.

Abstract

Introduction: in SARS-CoV-2-infected patients nutritional requirements are increased. These patients present symptoms that make food intake and nutrient absorption difficult, therefore involving nutritional risk. On the other hand, acute respiratory complications require prolonged ICU stays, and this predisposes to increased malnutrition and loss of skeletal muscle mass and function, which can lead to poor quality of life, disability and morbidity long after discharge. For this reason, the world's leading nutrition societies and associations believe that nutritional therapy should be considered a part of the basic treatment of patients with COVID-19.

Methods: we have reviewed and compared 9 expert recommendations (ER) published by nutrition societies and associations from China, Spain, Brazil, Europe, Colombia, Australia, America, and the United Kingdom, in relation to critical and non-critical hospitalized patients due to the COVID-19 pandemic.

Conclusions: the 9 ERs reviewed agree on the importance of nutritional management in critical and non-critical hospitalized patients with COVID-19, as well as on the early detection of nutritional risk, the intervention, and subsequent follow-up. Even so, each published document has its own particularities and puts a special stress on some specific aspect.

Keywords:

COVID-19. Nutrition therapy. Pandemics. Nutritional support. Nutritional requirements. Malnutrition.

Recibido: 01/06/2020 • Aceptado: 14/07/2020

Conflictos de interés: Las autoras declaran no tener ningún conflicto de interés.

Martínez Rodríguez J, Roca Fontbona M. Comparación de las recomendaciones de expertos sobre nutrición clínica en pacientes hospitalizados con COVID-19. Nutr Hosp 2020;37(5):984-998

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03194>

Correspondencia:

Jéssica Martínez Rodríguez. Hospital de Mataró.
Carretera de Cirera, 230. 08304 Mataró, Barcelona
e-mail: jmartinezro@csdm.cat

INTRODUCCIÓN

Las observaciones clínicas muestran que las personas con peor pronóstico y mayor mortalidad por COVID-19 son las inmunocomprometidas, principalmente adultos mayores, individuos multimórbidos y malnutridos en general. La infección por SARS-CoV-2 implica en sí misma un riesgo nutricional debido a la dificultad de cubrir los requerimientos nutricionales aumentados en presencia de una sintomatología que dificulta la ingesta y la absorción de nutrientes (anosmia y ageusia, hiporexia, náuseas, vómitos, diarreas, fiebre, dificultades respiratorias, etc.). Por otro lado, las complicaciones respiratorias agudas requieren estancias prolongadas en unidades de cuidados intensivos (UCI) y esto predispone a una mayor desnutrición y a pérdida de masa y función del músculo esquelético, que a su vez puede conducir a mala calidad de vida, discapacidad y morbilidad mucho después del alta. Por este motivo, las principales sociedades y asociaciones de nutrición clínica del mundo consideran que la terapia nutricional debe considerarse parte del tratamiento básico de los pacientes con COVID-19. El objetivo es prevenir, diagnosticar y tratar la malnutrición de forma precoz para mejorar no solo el pronóstico de la enfermedad sino también el proceso de recuperación.

MÉTODO

Se han revisado las recomendaciones de expertos (RE) publicadas por las siguientes sociedades y asociaciones de nutrición clínica a raíz de la pandemia por COVID-19 (por orden de publicación): Sociedad China de Nutrición Parenteral y Enteral (CSPEN) (1), Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición

(SEEN) (2), Sociedad Brasileira de Nutrición Parenteral y Enteral (BRASPEN) (3), Asociación Británica de Dietética (BDA) (4), Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo (ESPEN) (5), Asociación Colombiana de Nutrición Clínica (ACNC) (6), Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (ASPEN) (7), Sociedad Australiana de Nutrición Parenteral y Enteral (AuSPEN) (8) y Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) (9). El objetivo de este artículo es describir y comparar las recomendaciones que ofrece cada documento en relación a los pacientes hospitalizados no críticos y críticos con COVID-19.

RESULTADOS

Las recomendaciones de cada documento se detallan a continuación, y cada uno de ellos será referenciado mencionando la sociedad o asociación que lo ha publicado: CSPEN (China), SEEN (España), BRASPEN (Brasil), BDA (Reino Unido), ESPEN (Europa), ACNC (Colombia), ASPEN (América), AuSPEN (Australia) y SEMICYUC (España). Pueden consultarse las tablas I y II a modo de resumen de los contenidos.

PACIENTES HOSPITALIZADOS CON COVID-19 NO CRÍTICOS

Cribado nutricional

La ESPEN, la ACNC, la AuSPEN y la BRASPEN recomiendan emplear un método validado de cribado nutricional al ingreso.

Tabla I. Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación con los pacientes hospitalizados no críticos

	CSPEN	SEEN	BRASPEN	ESPEN	ACNC	AuSPEN
Cribado nutricional	Considera el diagnóstico nutricional como una forma de cribado	-	En las 48 h del ingreso	Realizar de forma temprana pero no concreta tiempo	En las 48 h del ingreso	En las 24 h del ingreso
Diagnóstico de malnutrición	Considera el uso de los criterios GLIM	-	-	Considera el uso de los criterios GLIM. Iniciar tratamiento nutricional a las 24-48 h	Considera el uso de los criterios GLIM, puntuando el criterio etiológico de inflamación en todos los pacientes con COVID-19. Valoración nutricional en las 24 h posteriores a recibir la interconsulta	Valoración nutricional a las 24-72 h de la interconsulta

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación con los pacientes hospitalizados no críticos

	CSPEN	SEEN	BRASPEN	ESPEN	ACNC	AuSPEN
Dieta	Primera estrategia de la intervención nutricional	Sistemáticamente dieta de elevada densidad nutricional	-	Evitar restricciones innecesarias	Primera estrategia: adaptar y fortificar dieta. Promover el consumo de 5 raciones de frutas y verduras, así como de lácteos. Monitorizar ingesta e hidratación	Menú de elección. Dieta HC HP a todos los pacientes de riesgo nutricional moderado (ver tabla IV). Monitorizar ingesta
SNO	Segunda estrategia de la intervención nutricional	Valorar SNO HC HP en 2-3 tomas, aportando ≥ 18 g en cada toma. Si no se tolera, pautar módulo proteico	Si se cubren < 60 % de requerimientos. Evitar los módulos por la mayor manipulación	Para cubrir requerimientos. Aportar al menos 400 kcal y 30 g de proteínas. Pautar durante al menos 1 mes y mantener después del alta hospitalaria, reevaluando	Ingestas < 70 % de los requerimientos estimados pese a adaptar y fortificar la dieta. Precoz (24-48 h) en pacientes malnutridos o con riesgo de malnutrición. Aportar al menos 400 kcal y 30 g de proteínas. Considerar la continuidad al alta hospitalaria	A todos los pacientes de riesgo nutricional moderado (ver tabla IV). Por ejemplo: 2 suplementos de 1,5 kcal/mL o 2 kcal/mL al día
NE	Tercera estrategia de la intervención nutricional. Principio del 50 %: se reducirá y retirará la NE cuando la dieta consiga cubrir el 50 % de los requerimientos	Si no se cubren los requerimientos con dieta oral y SNO. Fórmula HP HC según requerimientos. Puede ser complementaria o completa	Precoz en pacientes graves (a las 24-48 h)	Si no es posible la ingesta oral durante ≥ 3 días. Si se cubren < 50 % de los requerimientos durante > 1 semana	Si no se cubren los requerimientos con dieta oral y SNO	Si se cubren < 50 % requerimientos durante $\geq 5-7$ días. Si las ingestas son < 65 % de los requerimientos en pacientes malnutridos, a pesar de adaptar dieta y pautar SNO
NP	Cuarta estrategia de la intervención nutricional. Principio del 50 %: se reducirá y retirará la NP cuando la NE consiga cubrir el 50 % de los requerimientos	Si la vía enteral no es posible o no se cubren los requerimientos	Precoz en caso de contraindicación de la vía oral/enteral. Considerar la NP complementaria si no se cubren > 60 % requerimientos durante $> 5-7$ días	Cuando la NE no esté indicada o no pueda alcanzar los objetivos nutricionales	Si no cubren los requerimientos o no se ha conseguido tolerancia a la vía enteral en la 1.ª semana de intervención	Si la vía enteral no es posible o no se cubren los requerimientos

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación con los pacientes hospitalizados no críticos

	CSPEN	SEEN	BRASPEN	ESPEN	ACNC	AuSPEN
Calorías	20-30 kcal/kg/día, según gravedad del paciente. Cada grado que aumenta la temperatura corporal supone +10 % del gasto energético	25-30 kcal/kg/día	25 kcal/kg/día. Evitar síndrome de realimentación	27-30 kcal/kg/día. Evitar síndrome de realimentación	25-30 kcal/kg/día. Evitar síndrome de realimentación	-
Proteínas	1-2 g/kg/día. Asegurar BCAA y valorar HMB (3 g/día)	1,5 g/kg/día	1,5-2 g/kg/día, incluso en caso de disfunción renal	≥ 1 g/kg/día	1,3 g/kg/día. 1-1,5 g/kg/día en polimórbidos y ancianos	-
HdC/L	Según problemas respiratorios. 50-70/50-30	Recomienda el uso de fórmulas específicas en caso de distrés respiratorio	Desaconseja las fórmulas específicas para pacientes con disfunción respiratoria por falta de evidencia	70/30 en pacientes sin problemas respiratorios. 50/50 en pacientes ventilados	70/30 en pacientes sin problemas respiratorios. 50/50 en pacientes ventilados	-
Agua	30-40 mL/kg/día Cada grado que aumenta la temperatura corporal supone +4 mL/kg/día	-	-	-	30-40 mL/kg/día o 2,2 L en mujeres y 3 L en hombres	-
Vitaminas y minerales	Suplementación rutinaria con el aporte de la ingesta de nutrientes recomendada. Valorar inmunonutrientes	-	-	No hay evidencia para suplementar de forma rutinaria con dosis elevadas que excedan los requerimientos	No hay evidencia para suplementar de forma rutinaria con dosis elevadas que excedan los requerimientos	-
Probióticos y prebióticos	-	-	-	-	Falta evidencia	-

GLIM: Global Leadership Initiative on Malnutrition; HC: hipercalórico; HP: hiperproteico; SNO: suplementación nutricional oral; NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; BCAA: aminoácidos de cadena ramificada; HMB: hidroximetilbutirato; HdC: hidratos de carbono; L: lípidos.

Si bien la ESPEN no concreta exactamente el momento en el que este debería realizarse, el resto de las guías recomiendan que sea a las 24-48 h del ingreso. En el caso de la CSPEN, no hace referencia al cribado sino al diagnóstico nutricional para identificar a los pacientes que precisan una intervención nutricional.

Tanto la CSPEN y la ESPEN como la ACNC inciden en que los pacientes con mayor riesgo de malnutrición son los adultos mayores, los individuos multimórbidos (≥ 2 enfermedades crónicas) y las personas con obesidad. En este sentido, la AuSPEN propone un protocolo de intervención basado precisamente en

el riesgo nutricional (leve, moderado o alto) según el resultado del cribado y otros criterios establecidos (Tabla III). Este protocolo permitiría el inicio precoz del soporte nutricional y que los dietistas-nutricionistas prioricen los casos de mayor riesgo y complejidad, teniendo en cuenta la capacidad de alcance de cada equipo de nutrición. Por otro lado, se hace especial hincapié en trabajar con la colaboración del personal asistencial para monitorizar el peso y la ingesta de forma semanal en todos los pacientes, independientemente del riesgo nutricional al ingreso, con el fin de valorar la interconsulta a la Unidad de Nutrición en caso de que fuera necesario (Tabla IV).

Tabla II. Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación a los pacientes hospitalizados críticos

	ESPEN	ASPEN	ACNC	AUSPEN	BDA	BRASPEN	SEMICYUC
Valoración nutricional	Utilizar la escala NUTRIC como método de cribado nutricional	Detectar los pacientes que ya ingresan con malnutrición o presentan otros factores de riesgo de síndrome de realimentación	Se consideran en riesgo nutricional los pacientes con una estada en UCI > 48 h. La valoración nutricional debe incluir anamnesis, valoración clínica, antropometría y marcadores bioquímicos. Los criterios GLIM no están validados para pacientes de UCI. Continuar seguimiento nutricional al alta de UCI	Identificar y valorar a las 24-72 h a los pacientes de alto riesgo nutricional (ver tabla III) y a los 3-5 días de ingreso en UCI a los de bajo riesgo nutricional. Continuar el seguimiento al alta de UCI	-	-	Identificar pacientes con desnutrición previa: PP > 10 % ingreso > 1 semana o ingesta pobre > 5 días
Vía oral	Es la vía de elección en pacientes no intubados, pautando SNO cuando no se cubren requerimientos y controlando estrechamente la ingesta. Después de la extubación, valorar la necesidad de dieta de textura adaptada	-	-	Dieta HC/HP + SNO (1,5-2 kcal/kg/día)	En pacientes con ventilación no invasiva, controlar ingesta y pautar SNO si es necesario	-	Si la ingesta oral es pobre o nula, dar SNO 3-4 veces/día
NE Indicaciones	Indicada en pacientes no intubados que no cubren requerimientos a través de dieta y SNO, pacientes intubados y ventilados. Después de la extubación, si la deglución no es segura debe mantenerse la NE	Precoz en las primeras 24-36 h de ingreso en la UCI o en las 12 h siguientes a la intubación o el inicio de la ventilación mecánica. La enfermedad COVID-19 con shock no debería ser una contraindicación para NE a dosis tróficas	Precoz en pacientes intubados	Iniciar en los primeros 5 días de ingreso en UCI. Indicada si no se cubren el 50 % de los requerimientos con dieta y SNO. Mantener la NE después de la extubación siempre que sea posible para asegurar que se cubren requerimientos	Indicada si a través de la dieta y la SNO se cubren < 65 % de los requerimientos. Mantener después de la retirada de ventilación no invasiva para asegurar requerimientos	Mantener en caso de hipercapnia compensada o permisiva	-

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación a los pacientes hospitalizados críticos

	ESPEN	ASPEN	ACNC	AUSPEN	BDA	BRASPEN	SEMICYUC
NE Contraindicaciones	La NE debe retrasarse o suspenderse en casos de shock no controlado, hipoxemia, hipercapnia o acidosis potencialmente mortal. Durante el período de estabilización temprana se puede iniciar la NE a dosis bajas	La NE debe retrasarse o suspenderse en pacientes con inestabilidad hemodinámica que requieren soporte vasopresor a dosis altas o crecientes, pacientes con múltiples agentes vasopresores o niveles crecientes de lactato. Es posible que la NE precoz no esté indicada en pacientes que presentan síntomas gastrointestinales asociados a la enfermedad	-	-	-	La NE debe retrasarse o suspenderse en caso de hipoxemia descompensada, hipercapnia o acidosis severa	No indicada si el tubo digestivo no es funcional
NE Tipo de sonda de alimentación	Priorizar la vía gástrica pero según el VRG puede requerirse sonda duodenal. Se recomienda la NE post-pilórica en pacientes con intolerancia a la NE gástrica que no mejora con procinéticos o elevado riesgo de broncoaspiración	Priorizar la vía gástrica y utilizar procinéticos si es necesario. Reservar la sonda post-pilórica como último recurso	Priorizar la vía gástrica. Reservar la NE post-pilórica en pacientes con intolerancia a la NE gástrica que no mejora con procinéticos; elevado riesgo de broncoaspiración o posición prono	Priorizar la vía gástrica. Se recomienda la sonda post-pilórica si no se tolera la NE a nivel gástrico o no se cubren el 50 % de los requerimientos en 5-7 días	-	-	-
NE Tipo de administración	-	Preferir la administración por infusión continua. Si es posible, colocar la bomba y la NE fuera de la habitación	Preferir la administración por infusión continua	-	-	-	-
NE Tipo de fórmula	No hay una clara evidencia para el uso de fórmulas con omega 3	Fórmula polimérica hiperproteica ($\geq 20\%$ de proteínas). Introducir fibra según evolución del paciente. No hay una clara evidencia para el uso de fórmulas con aceite de pescado	-	Fórmula hipercalórica (1,25-1,5 kcal/mL). Se desaconsejan las fórmulas de 2 kcal/mL, excepto si se requiere restricción hídrica	Ajustar el volumen de la NE o NP en caso de restricción hídrica. Fórmulas con restricción de volumen y bajas en electrolitos en caso de insuficiencia renal. Suplementos de proteínas para cubrir los requerimientos	-	Fórmula hipercalórica e hiperproteica más suplementos proteicos. Evitar fórmulas de alto contenido lipídico en caso de hipertrigliceridemia (> 400 mg/dL)

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación a los pacientes hospitalizados críticos

	ESPEN	ASPEN	ACNC	AUSPEN	BDA	BRASPEN	SEMICYUC
NE Monitorizar tolerancia	Si el VRG > 500 mL recomienda colocar sonda duodenal	La intolerancia a la NE es habitual en los pacientes críticos agudos. No utilizar el VRG para evaluar tolerancia a la NE debido a su poca utilidad. Se aconseja realizar exámenes físicos diarios y evaluar deposiciones y gases	Algunos protocolos hacen seguimiento de manera intermitente (< 200 mL cada 3-6 h) considerando VRG elevado > 500 mL	Medir el VRG cada 8 h y evitar que sobrepase los 300 mL. En pacientes que no están en prono, se puede dejar de controlar el VRG si se mantiene < 300 mL durante 48 h	Tener en cuenta que muchos pacientes ya tienen síntomas gastrointestinales al ingreso. Se recomiendan procinéticos en pacientes con elevación del VRG		No atribuir sistemáticamente a la NE todas las complicaciones gastrointestinales. Valorar medicación pautada
NE Posición prono	No está contraindicada	Se recomienda iniciar la NE precoz. Evitar el uso de sondas post-pilóricas, siempre que sea posible. Eleva el cabezal de la cama 10-25 grados	Control del residuo gástrico cada 3-6 h, considerando elevado > 500 mL. Por prevención, usar posición Trendelenburg invertida con elevación de la cabecera 25 grados + procinéticos	Antes de hacer la movilización a prono, se recomienda parar la NE y aspirar el contenido gástrico. Reiniciar lo antes posible la NE y monitorizar el residuo gástrico cada 8 h	Residuo gástrico c/4 h, considerando como máximo aceptable 300 mL. En casa contrario, utilizar procinéticos. Si a las 48-72 h se mantiene elevado, valorar sonda post-pilórica, fórmulas semi-elementales o NP. Para evitar un aumento del residuo gástrico, se recomiendan fórmulas de 1,3-1,5 kcal/mL. Evitar fórmulas de 2 kcal/mL cuando sea posible, excepto si se requiere restricción de fluidos o de potasio. Si el equipo se muestra reticente a la NE en posición prono, es importante asegurar la posibilidad de NP	Pausar la NE antes de movilizar al paciente y aspirar el contenido gástrico 2 h antes. Fórmulas HP HC sin fibra en volúmenes tróficos (hasta 20 mL/h) durante el período prono o los primeros 6 días. Pautar la NE en administración continua con bombas de infusión. Mantener la cabecera de la cama elevada a 25-30 grados. Prescribir procinéticos fijos	Mantener la NE. Eleva el cabezal de la cama 25 grados

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación a los pacientes hospitalizados críticos

	ESPEN	ASPEN	ACNC	AUSPEN	BDA	BRASPEN	SEMICYUC
Síndrome de realimentación	Cubrir los requerimientos calóricos y proteicos evitando la sobrerealimentación	Iniciar la NE o NP con el 25 % de los requerimientos y aumentar al 70-80% en la primera semana. Monitorizar fosfato, magnesio y potasio, principalmente en las primeras 72 h				Monitorizar fosfato, potasio y magnesio	Aumentar progresivamente la nutrición cada 72-96 h. Monitorizar fosfato, magnesio y potasio Suplementar con tiamina
NP	NP complementaria si no se consigue tolerancia a la NE completa durante la primera semana. Indicada si existe elevado riesgo de broncoaspiración después de la extubación y la NE post-pilórica no es posible, mientras se hace RHB de la deglución	Precoz: en pacientes de alto riesgo cuando la NE no sea posible, isquemia intestinal o síntomas gastrointestinales debidos a la enfermedad. Es posible que la NP en pacientes con COVID-19 deba implantarse de forma más precoz	Si no se cubren requerimientos o no se logra tolerancia de la NE durante la primera semana	NP complementaria si la NE post-pilórica no se considera segura o si con la NE no se cubren el 50 % de los requerimientos durante 5-7 días	Es posible que el uso de la NP se vea incrementado en pacientes con COVID-19 debido a la intolerancia digestiva y la restricción de las sondas post-pilóricas		NP complementaria si a través de la NE no se cubren el 60 % de los requerimientos al 4.º día
Calorías	Recomienda el uso de la calorimetría indirecta. Iniciar el aporte con el 30% de los requerimientos y aumentar de forma progresiva. Si no se dispone de calorimetría indirecta, calcular 20 kcal/kg/día. Aportar el 50-70 % de los requerimientos al 2.º día y alcanzar el 80-100 % al 4.º día	15-20 kcal/kg/día (70-80 % de los requerimientos). Contabilizar el aporte calórico y lipídico del propofol	25-30 kcal/kg /día. No exceder el 70 % de los requerimientos durante los 3 primeros días. Aumentar posteriormente hasta alcanzar el 100 % de los requerimientos	Alcanzar las 25-30 kcal/kg/día como muy tarde el 5.º día de ingreso. En caso de fiebre, los requerimientos aumentan un 10-13 % por cada grado de temperatura. Contabilizar el aporte calórico del propofol y ajustarla NE si aporta > 10 % de los requerimientos calóricos	Cálculos según la práctica habitual del centro. Contabilizar el aporte calórico de propofol, glucosa y citrato	Iniciar con 15-20 kcal/kg/día y progresar a 25 kcal/kg/día al 4.º día.	Ajustar los cálculos según la fase de la enfermedad. 20 kcal/kg/día (día 1-3). 25 kcal/kg/día (> 4 días). 30 kcal/kg/día (en fase de recuperación). Si existe riesgo de realimentación, iniciar con la mitad del aporte calórico. Tener en cuenta calorías no nutricionales (glucosa, propofol y citrato)

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (Cont.). Tabla comparativa de las principales recomendaciones de cada Sociedad y Asociación de Nutrición Clínica en relación a los pacientes hospitalizados críticos

	ESPEN	ASPEN	ACNC	AUSPEN	BDA	BRASPEN	SEMICIYC
Proteínas	1,3 g/kg/día. Cubrir requerimientos entre el 3.º y el 5.º día	1,2-2 g/kg/día	1,3 g/kg/día. Administración progresiva	1,2 g/kg/día	Cálculos según la práctica habitual del centro	1,5-2 g/kg/día, incluso en caso de disfunción renal. Aumentar de forma progresiva: < 0,8 g/kg/día en los primeros 2 días, 0,8-1,2 g/kg/día en el 3.º-5.º día y > 1,2 g/kg/día a partir del 5.º día	Ajustar los cálculos según la fase de la enfermedad. 0,8 g/kg/día si existe riesgo de síndrome de realimentación. En caso contrario, 1,2 g/kg/día (día 1-3). 1,5 g/kg/día (> 4 días). 1,8 g/kg/día (en fase de recuperación)

NUTRIC: Nutrition Risk in the Critically ill; UCI: unidad de cuidados intensivos; GLIM: Global Leadership Initiative on Malnutrition; PP: pérdida de peso; SNO: suplementación nutricional oral; HC: hipercalórico; HP: hiperproteico; NE: nutrición enteral; VRG: volumen residuo gástrico; NP: nutrición parenteral; RHB: rehabilitación.

Valoración nutricional

Si el cribado nutricional es positivo, estaría indicada la interconsulta a la Unidad de Nutrición de cada centro. Se recomienda que la intervención nutricional se realice de forma temprana, en un margen de 24 h según la ACNC, de 24-48 h según la ESPEN y de 24-72 h según la AuSPEN. Además, la AuSPEN recomienda realizar la valoración nutricional completa únicamente en aquellos pacientes que consideran de “alto riesgo”, instaurando una intervención por protocolo en los pacientes de “riesgo moderado” (Tablas III y IV).

Tanto la CSPEN y la ESPEN como la ACNC incluyen los criterios *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM) como método para realizar el diagnóstico de malnutrición. A este respecto, la ACNC considera que cualquier paciente con COVID-19 cumple el criterio etiológico de inflamación debido a la gravedad de la enfermedad.

Las recomendaciones de la ESPEN, la AuSPEN y la BRASPEN coinciden en que la valoración nutricional debería realizarse a distancia (teléfono, videoconferencia, etc.), a través de los pacientes, los familiares y el personal asistencial, con el objetivo de minimizar el riesgo de contagio y evitar el uso innecesario de equipos de protección individual (EPI).

Intervención nutricional

Dieta

Las recomendaciones de las distintas sociedades y asociaciones revisadas coinciden en que la primera estrategia de intervención nutricional debe ser la adaptación de la dieta hospitalaria (textura, preferencias y aversiones alimentarias, etc.) para favorecer y aumentar las ingestas. En este sentido, la ESPEN indica que deben evitarse las restricciones innecesarias y la AuSPEN recomienda ofrecer un menú de elección. Por otro lado, estas últimas RE insisten en que el personal asistencial monitorice la ingesta en todos los casos para realizar la interconsulta a la Unidad de Nutrición en caso de que sea < 50 %.

La SEEN recomienda pautar sistemáticamente a todos los pacientes ingresados por COVID-19 una dieta de elevada densidad nutricional, mientras que la AuSPEN lo indica solo en los pacientes de “riesgo moderado” (Tabla IV).

Suplementación nutricional oral (SNO)

Hay consenso también en cuanto a que deberá pautarse la SNO cuando no se consigan cubrir los requerimientos nutricionales después de adaptar y enriquecer la dieta hospitalaria.

La ACNC recomienda iniciar la SNO si las ingestas cubren < 70 % de los requerimientos o bien de forma precoz (24-48 h) en los pacientes malnutridos o con riesgo de malnutrición al ingreso.

La BRASPEN reduce el porcentaje al 60 % de los requerimientos y la AuSPEN recomienda iniciar la SNO por protocolo cuando

Tabla III. Pacientes considerados de alto riesgo nutricional según el documento de la AuSPEN

Pacientes no críticos de alto riesgo nutricional	Pacientes críticos de alto riesgo nutricional
– Requieren NE o NP – Malnutridos o en riesgo de malnutrición: según MST o MUST, IMC < 18,5 kg/m², pérdida de peso reciente ≥ 10 % – Reacción alérgica anafiláctica – Alto riesgo de síndrome de realimentación – DM1 – Fibrosis quística – Errores innatos del metabolismo	– Pacientes que requieren NP – Existencia o sospecha de malnutrición: peso inferior a 50 kg, IMC < 18,5 kg/m², pérdida de peso reciente ≥ 5 % – Peso > 120 kg o IMC > 40 kg/m² – Reacción alérgica anafiláctica – Alto riesgo de síndrome de realimentación – DM1 – Fibrosis quística – Errores innatos del metabolismo

NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; MST: Malnutrition Screening Tool; MUST: Malnutrition Universal Screening Tool; DM1: diabetes mellitus tipo 1.

Tabla IV. Protocolo de actuación nutricional en pacientes hospitalizados con COVID-19 no críticos que recomienda el documento de la AuSPEN

Pacientes de bajo riesgo (MST ≤ 1, MUST = 0 o PP < 5 %)	Pacientes de riesgo moderado (MST = 2, MUST = 1 o PP = 5-10 %)	Pacientes de alto riesgo nutricional (pacientes de la tabla III o MST ≥ 3, MUST ≥ 2)
– El personal asistencial debería monitorizar ingesta y hacer control de peso semanal – Avisar a D-N en caso de PP ≥ 5 % (3-4 kg) o ingestas < 50 %	– El personal asistencial o D-N deberían implantar intervenciones establecidas según protocolo • Dieta hipercalórica hiperproteica • SNO predeterminados (por ejemplo: 2 suplementos de 1,5 kcal/mL o 2 kcal/mL al día) • Control de ingesta • Menú de elección – Monitorizar ingesta y hacer control de peso semanal – Avisar a D-N en caso de PP ≥ 5 % (3-4 kg) o ingestas < 50 %	– Avisar a D-N para evaluación completa y personalizar intervención nutricional – Revalorar cada 2-7 días en función del riesgo – “Escalar” la terapia nutricional en caso de pérdida de peso o no cubrir el 50 % de los requerimientos durante 5-7 días

MST: Malnutrition Screening Tool; MUST: Malnutrition Universal Screening Tool; PP: pérdida de peso; D-N: dietista-nutricionista.

el paciente presente “riesgo moderado” de malnutrición (Tabla IV), con o sin supervisión por la Unidad de Nutrición.

Tanto la ESPEN como la ACNC recomiendan fórmulas hipercalóricas e hiperproteicas que aporten al menos 400 kcal y 30 g de proteínas. La SEEN concreta que deberían repartirse en 2-3 tomas, aportando ≥ 18 g de proteínas en cada una, y en caso de mala tolerancia pautar módulos de proteínas en polvo. A este respecto, la BRASPEN desaconseja el uso de módulos para evitar la manipulación de los productos. La AuSPEN recomienda pautar, por ejemplo, 2 suplementos de 1,5-2 kcal/mL al día. La BRASPEN indica que la suplementación sea hipercalórica, especialmente en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda y/o renal para limitar el aporte hídrico.

En cuanto a la duración de la pauta de SNO, la ESPEN indica que, una vez iniciada, debe mantenerse por lo menos durante 1 mes, evaluando la eficacia y el beneficio esperado como mínimo de forma mensual. Además, tanto la ESPEN como la ACNC seña-

lan que la prescripción de la SNO debería continuarse al alta como parte de un plan nutricional individualizado.

Inciendo en la importancia de la educación nutricional, la SEEN aconseja añadir a las bandejas un tríptico informativo sobre la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) y la SNO.

Nutrición enteral (NE)

Todas las sociedades y asociaciones recomiendan iniciar la NE por sonda nasogástrica (SNG) en caso de no cubrir los requerimientos nutricionales a través de la dieta y la SNO. La ESPEN especifica que la NE se debería valorar si la ingesta oral no es posible durante ≥ 3 días o bien si no se consigue cubrir el 50 % de los requerimientos durante > 1 semana. La AuSPEN coincide con la ESPEN en la indicación de la NE si se cubren < 50 % de los requerimientos durante ≥ 5-7 días o bien

< 65 % en los pacientes con malnutrición a pesar de adaptar dieta y pautar SNO. La BRASPEN únicamente refiere que debería instaurarse de forma precoz (24-48 h) en pacientes graves.

En relación a las SNG, la SEEN especifica que, debido a que la solución oral *Kaletra* tiene alcohol, no se recomienda su uso con sondas de alimentación de poliuretano y deben utilizarse sondas de silicona o polivinilo.

Nutrición parenteral (NP)

La NP solo está indicada si la vía digestiva no es posible o si no se consiguen cubrir los requerimientos a través de la NE. La BRASPEN recomienda instaurarla de forma precoz cuando se considere necesario y valorar la NP complementaria si el paciente no cubre por vía enteral el 60 % de los requerimientos durante ≥ 5 -7 días.

La CSPEN hace referencia al “principio del 50 %”: se reducirá y retirará la NP cuando la NE consiga cubrir el 50 % de los requerimientos y se reducirá y retirará la NE cuando la dieta consiga cubrir el 50 % de los requerimientos.

Requerimientos nutricionales

Calorías

La CSPEN recomienda un rango de 20-30 kcal/kg/día en función de la gravedad de la enfermedad, teniendo en cuenta que cada grado aumentado en la temperatura corporal supone un 10 % extra de consumo de energía. La ACNC y la SEEN recomiendan 25-30 kcal/kg/día, la ESPEN 27-30 kcal/kg/día y la BRASPEN 25 kcal/kg/día.

Tanto la ESPEN como la ACNC y la BRASPEN inciden en evitar el riesgo de síndrome de realimentación (ver más adelante).

Proteínas

La ESPEN recomienda ≥ 1 g/kg/día. La ACNC aumenta el requerimiento a 1,3 g/kg/día de media, con un margen de 1-1,5 g/kg/día en los pacientes polymórbidos y ancianos, mientras que la SEEN recomienda 1,5 g/kg/día para todos los pacientes. La BRASPEN es la que propone un mayor rango proteico: entre 1,5 g y 2 g/kg/día, incluso en pacientes con insuficiencia renal.

La CSPEN señala que ajustar el aporte proteico es clave en los pacientes con COVID-19 y recomienda 1-2 g/kg/día. Insiste en que debe asegurarse el aporte de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), así como valorar la suplementación con 3 g diarios de hidroximetilbutirato (HMB), ya que puede aumentar significativamente la síntesis muscular e inhibir la degradación muscular.

Hidratos de carbono y lípidos (HdC/L)

La CSPEN, la ESPEN, la ACNC y la SEEN recomiendan adaptar la proporción de estos macronutrientes (HdC/L) para controlar el coeficiente respiratorio y reducir la producción de CO₂ en los pacientes críticos con insuficiencia respiratoria: 70/30 si no tienen problemas

respiratorios y 50/50 si están con ventilación. El resto de sociedades no hacen ninguna recomendación a este respecto excepto la BRASPEN, que, por el contrario, desaconseja el uso de este tipo de fórmulas específicas. Incide en que el uso de fórmulas con omega 3, aceite de borraja y/o antioxidantes en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) no está indicado. La CSPEN señala el uso preferencial de ácidos grasos de cadena media y larga para aumentar la proporción de ácidos grasos omega 3 y omega 9.

Hidratación

La CSPEN aconseja el mismo aporte hídrico indicado para la población general: 30-40 mL/kg/día, añadiendo 4 mL/kg/día por cada grado de aumento de la temperatura corporal. La ACNC es la que más incide en la importancia de la ingesta hídrica debido al riesgo de deshidratación por fiebre, dificultad respiratoria, vómitos y diarreas. Recomienda también 30-40 mL/kg/día o 2,2-3 L para mujeres y hombres, respectivamente.

Vitaminas y minerales

La ESPEN y la ACNC coinciden en la importancia de cubrir los requerimientos y tratar las deficiencias de forma individualizada, pero no hay evidencia suficiente de que la suplementación rutinaria y empírica con dosis suprafisiológicas o supraterapéuticas pueda prevenir o mejorar los resultados clínicos de la COVID-19. La CSPEN sí aconseja la suplementación de rutina pero señala que debe ser en las cantidades de ingesta de nutrientes recomendadas. También recomienda valorar en cada caso la indicación de los diferentes tipos de inmunonutrientes.

Seguimiento nutricional

La CSPEN, la ACNC y la AuSPEN inciden en la importancia del seguimiento regular de los pacientes. La CSPEN indica que se revaloren 1-2 veces por semana y la AuSPEN recomienda revisar al menos semanalmente las pautas de los pacientes de “bajo riesgo” nutricional y 2 veces por semana las de aquellos de “alto riesgo” (Tablas III y IV). La ESPEN simplemente recomienda un seguimiento frecuente si se duda del correcto cumplimiento de los objetivos nutricionales (por ejemplo, semanal).

La CSPEN aconseja también mantener el seguimiento al alta, aunque sea telefónicamente, al menos cada 3 meses.

PACIENTES HOSPITALIZADOS CON COVID-19 CRÍTICOS

Cribado nutricional

Aunque todas las RE coinciden en que los pacientes críticos con COVID-19 son susceptibles de presentar riesgo nutricional, los criterios recomendados para identificar a los individuos de mayor riesgo son diversos en cada documento.

Según la SENPE, la identificación del riesgo y la presencia de malnutrición debe constituir una conducta temprana y recomienda emplear la escala específica NUTRIC (*Nutrition Risk in the Critically Ill*).

La AuSPEN aconseja clasificar a los pacientes en “alto o bajo” riesgo nutricional (Tabla III) y actuar según el protocolo de actuación propuesto para cada caso, el cual será revalorado por la Unidad de Nutrición los días posteriores. En cambio, la ACNC considera en riesgo nutricional a todo paciente con más de 48 h de estancia en la UCI.

Por otro lado, la ASPEN incide en que es muy importante detectar a los pacientes que ya ingresan con malnutrición o presentan otros factores de riesgo de síndrome de realimentación. En este sentido, la SEMICYUC define que hay desnutrición previa si se cumple alguno de estos criterios: pérdida de peso > 10 %, ingreso > 1 semana o ingesta pobre durante > 5 días.

Valoración nutricional

La ACNC recomienda realizar una valoración nutricional completa que incluya anamnesis, valoración clínica, antropometría y marcadores bioquímicos. Aun así, las RE coinciden en que es necesario evitar la entrada en la UCI para minimizar el riesgo de contagio y evitar el gasto de EPI, de manera que tendrá que obtenerse la información contactando con la familia y con el personal asistencial. A diferencia de lo recomendado para los pacientes no críticos, la ACNC desaconseja utilizar los criterios GLIM, ya que no se han validado en relación con los pacientes ingresados en la UCI.

Según el protocolo de la AuSPEN, para los pacientes de “alto riesgo” nutricional (Tabla III) está indicada la interconsulta a la Unidad de Nutrición en las primeras 24-72 h con el objetivo de que se valore si el algoritmo estándar de actuación es el adecuado en cada caso. En cambio, los pacientes que no están en riesgo de malnutrición pueden valorarse a los 3-5 días de su ingreso en la UCI.

Intervención nutricional

Con la información disponible actualmente, la ASPEN y la BDA refieren que el manejo nutricional de los pacientes críticos con COVID-19 debería ser muy similar al de los otros pacientes con compromiso pulmonar. De hecho, las recomendaciones toman de referencia lo establecido para pacientes críticos en general, con sepsis y SDRA.

La ASPEN, la AuSPEN y la BDA inciden especialmente en la importancia de una correcta planificación de las unidades de nutrición y de los recursos disponibles ante una muy previsible sobrecarga de trabajo. Por una parte, tanto la ASPEN como la BDA recomiendan prever el mayor número de bombas de nutrición que se necesitará y que deberán priorizarse en la UCI en los pacientes con alimentación intestinal o síntomas de intolerancia. Por otra parte, cabe destacar que la BDA recomienda aumentar la plantilla de dietistas siempre que sea posible y formar correctamente a los profesionales que no tengan experiencia de trabajo en la UCI.

Vía oral

Es la vía de elección en los pacientes no intubados ni ventilados que toleran la ingesta de forma segura. En el caso de los pacientes extubados, la ESPEN aconseja valorar la necesidad de una dieta de textura adaptada. La ESPEN y la BDA inciden en la importancia de controlar estrechamente la ingesta y, junto con la AuSPEN y la SEMICYUC, recomiendan pautar una SNO si no se cubren los requerimientos a través de la dieta. La AuSPEN propone una dieta hipercalórica e hiperproteica, así como una SNO de 1,5-2 kcal/mL. La SEMICYUC únicamente recomienda suministrarla 3-4 veces al día (sin especificar el aporte nutricional).

La ACNC es la única guía que menciona la nutrición de confort para aquellos pacientes en estado crítico que tienen mal pronóstico y no son candidatos ni a la NE, ni a la NP.

NE

Indicaciones

La NE está indicada por la ESPEN, la AuSPEN y la BDA en los pacientes que no cubren los requerimientos a través de la dieta y la SNO (< 50 % según la AuSPEN y < 65 % según la BDA).

En el caso de los pacientes intubados y ventilados, la ESPEN, la ASPEN, la ACNC y la AuSPEN recomiendan la NE precoz. La ASPEN indica que debería iniciarse dentro de las primeras 24-36 h de ingreso en la UCI o dentro de las 12 h siguientes a la intubación o la colocación de la ventilación mecánica. En cambio, la AuSPEN deja como margen de inicio los primeros 5 días de ingreso.

Una vez que se realiza la extubación y se retira la ventilación no invasiva, la ESPEN y la BDA son las únicas que recomiendan mantener la NE si la deglución no es segura y con el objetivo de asegurar que el paciente cubra los requerimientos.

Contraindicaciones

Las contraindicaciones son descritas por la ESPEN, la ASPEN y la BRASPEN. Por un lado, la ESPEN indica que la administración de la NE debe retrasarse o suspenderse en caso de shock no controlado, hipoxemia, hipercapnia o acidosis potencialmente mortal. La ASPEN hace referencia a los pacientes con inestabilidad hemodinámica que requieren soporte vasopresor a dosis altas o crecientes y a los pacientes con múltiples agentes vasopresores o niveles crecientes de lactato. Aun así, a diferencia de la ESPEN, indica que la enfermedad COVID-19 con shock no debería verse como una contraindicación para administrar la NE a dosis bajas o tróficas. En cuanto a la BRASPEN, recomienda retrasar o suspender la NE en caso de hipoxemia descompensada, hipercapnia o acidosis severa, aunque puede mantenerse en caso de hipercapnia compensada o permisiva. Por otro lado, la ASPEN refiere que la NE probablemente no sea la vía de alimentación más adecuada en los pacientes que presenten síntomas gastrointestinales asociados a la enfermedad, y que es posible que sea preferible recurrir antes a la NP.

Tipo de sonda de alimentación

La ESPEN, la ASPEN, la ACNC y la AuSPEN coinciden en que debe priorizarse la vía gástrica. La ASPEN incide especialmente en reservar la sonda pospilórica como último recurso en los pacientes que no toleren la NE gástrica a pesar de pautar procinéticos, ya que su colocación supone un mayor riesgo de contagio para el personal asistencial. Sin embargo, la ESPEN y la ACNC no solo la indican en los pacientes que no toleran la NE gástrica sino también cuando estos presenten elevado riesgo de broncoaspiración o estén en pronación. La AuSPEN también la recomienda si no se cubren el 50 % de los requerimientos durante 5-7 días.

Tipo de administración

Solo lo detallan la ASPEN y la ACNC, y ambas recomiendan que sea la infusión continua y no mediante emboladas con el objetivo de evitar el tiempo de exposición de los profesionales. La ASPEN va más allá e incluso recomienda colocar la bomba de infusión y la NE fuera de la habitación para no tener que acceder al interior.

Tipo de fórmula

Por un lado, la ASPEN recomienda en la fase aguda una fórmula estándar polimérica hiperproteica (≥ 20 % de proteínas) e introducir fibra cuando la evolución del paciente lo permita. La AuSPEN indica fórmulas hipercalóricas de 1,25-1,5 kcal/mL y desaconseja las de 2 kcal/mL para evitar el enlentecimiento del vaciado gástrico, excepto si se requiere restricción hídrica. La SEMICYUC hace referencia a las fórmulas hipercalóricas e hiperproteicas más suplementos proteicos, algo que también indica la BDA si con la NE no se cubren los requerimientos debido al aporte de calorías no nutricionales. Por último, en cuanto a los lípidos, la SEMICYUC recomienda un aporte del 25-40 %, evitando fórmulas de alto contenido lipídico en caso de hipertrigliceridemia (> 400 mg/dL) relacionada con la grave inflamación. Tanto la ESPEN como la ASPEN consideran que el uso de fórmulas con omega 3 podría ser beneficioso, pero no hay ninguna evidencia clara al respecto. La proporción de HdC/L también ha sido comentada por algunas sociedades y queda reflejada en el apartado anterior de *Hidratos de carbono y lípidos*.

Monitorización de la tolerancia

La BDA refiere que muchos pacientes presentan problemas gastrointestinales ya en el momento del ingreso (diarreas, dolor abdominal, vómitos) y que, por este motivo, puede incrementarse la frecuencia de la intolerancia a la NE. Aun así, cabe destacar que la SEMICYUC aconseja no atribuir sistemáticamente este tipo de complicaciones a la terapia nutricional sin descartar antes posibles reacciones adversas a la polimedicación. Por otro lado, la ASPEN refiere que la intolerancia a la NE es habitual

en los pacientes críticos agudos y que la experiencia clínica reciente de pacientes con COVID-19 sugiere que los síntomas gastrointestinales se asocian a una mayor severidad de la enfermedad. La ASPEN es precisamente la única sociedad que desaconseja utilizar el volumen de residuo gástrico (VRG) para evaluar la tolerancia a la NE, debido a su poca utilidad, y aconseja realizar exámenes físicos diarios, así como controlar las deposiciones y los gases. Por el contrario, la ESPEN, la ACNC, la AuSPEN y la BDA sí que recomiendan su monitorización, así como el uso de procinéticos. En el caso de la ESPEN, esta indica la sonda duodenal si el VRG es > 500 mL. La AuSPEN recomienda medir el VRG cada 8 h y evitar que sobrepase los 300 mL. En los pacientes que no están en decúbito prono, se puede dejar de controlar el residuo gástrico si se mantienen < 300 mL durante 48 h.

Por otro lado, cabe destacar la importancia que se le atribuye al control glucémico. La SEMICYUC insiste en evitar al máximo la variabilidad glucémica y la hipoglucemia. El objetivo debe ser mantener unos niveles < 180 mg/dL y, si es posible, cercanos a 150 mg/dL. La ESPEN aconseja valores entre 108 y 144 mg/dL. La BDA solo refiere que los pacientes con diabetes pueden requerir altas dosis de insulina, que se deben tener en cuenta para las pautas de NE y NP.

Posición de decúbito prono

Es importante mencionar que el SARS-CoV-2 puede provocar SDRA y que algunos pacientes desarrollan hipoxemia refractaria a pesar de la ventilación mecánica invasiva, de manera que es necesario colocarlos en posición de decúbito prono para mejorar la oxigenación y aumentar el aclaramiento de las secreciones bronquiales. Las 7 RE para pacientes críticos coinciden en que la pronación no es una contraindicación para la administración de la NE, aunque deben tomarse algunas medidas especiales para minimizar el riesgo de aspiración. Cabe destacar que la SEEN es la única que recomienda directamente la NP en estos pacientes. La ACNC, la AuSPEN, la BDA y la BRASPEN aconsejan el control del VRG. La AuSPEN únicamente indica que este debe realizarse cada 8 h, mientras que la ACNC refiere que cada 3-6 h y que debe considerarse elevado si es > 500 mL. La BDA considera que debería medirse cada 4 h y que el VRG máximo aceptable es el de 300 mL. Si a las 48-72 h persiste elevado pese al uso de procinéticos, hay que valorar la colocación de una sonda pospilórica, usar fórmulas semielementales o pasar a la NP. La ASPEN, por el contrario, aconseja evitar las sondas pospilóricas siempre que sea posible. La AuSPEN y la BRASPEN consideran importante pausar la administración de la NE antes de hacer la movilización a prono y aspirar el contenido gástrico 2 h antes, aproximadamente. La BDA y la BRASPEN detallan también las características de la fórmula de NE para los pacientes en prono. La BDA recomienda fórmulas de 1,3-1,5 kcal/mL y evitar las de 2 kcal/mL, mientras que la BRASPEN hace referencia a fórmulas hipercalóricas e hiperproteicas sin fibra, a volúmenes tróficos (hasta 20 mL/h), con bombas de infusión continua. La BRASPEN también recomienda pautar procinéticos fijos y mantener

la cabecera de la cama elevada, algo que también indican la mayoría de las RE.

NP

La BDA y la ASPEN reconocen que es posible que la NP deba utilizarse de forma más frecuente y precoz en los pacientes con COVID-19, debido a su intolerancia digestiva multifactorial y a la restricción de las sondas pospilóricas. Aun así, las RE coinciden en que antes de instaurarla deben agotarse las estrategias para favorecer la tolerancia digestiva a la NE. La ASPEN recomienda la NP precoz en los pacientes de alto riesgo cuando la NE no sea posible y en caso de isquemia intestinal o síntomas gastrointestinales. La ACNC la indica si no se cubren los requerimientos o no se logra la tolerancia de la NE durante la primera semana. En el caso de la NP complementaria, la ESPEN la aconseja si no se consigue la tolerancia a la NE completa durante la primera semana; la SEMICYUC, si no se cubren el 60 % de los requerimientos al cuarto día; y la AuSPEN, si no se cubren el 50 % de los requerimientos durante 5-7 días o la NE pospilórica no se considera segura. La ESPEN también refiere que la NP está indicada si existe un riesgo elevado de broncoaspiración después de la extubación y la NE pospilórica no es posible, mientras se hace la rehabilitación de la deglución.

Síndrome de realimentación

La ESPEN, la ASPEN, la BRASPEN y la SEMICYUC inciden en la prevención del síndrome de realimentación. Recomiendan monitorizar los niveles de fosfato, magnesio y potasio, especialmente en las primeras 72 h, y la SEMICYUC recuerda que también deben suplementarse los pacientes con tiamina. La ASPEN recomienda iniciar la NE o NP con el 25 % de los requerimientos y aumentar al 70-80 % en la primera semana. La SEMICYUC recomienda iniciarla con un bajo aporte calórico-proteico y aumentar progresivamente la nutrición cada 72-96 h.

Requerimientos nutricionales

La ESPEN aconseja usar idealmente la calorimetría indirecta (CI) para el cálculo de los requerimientos. La ASPEN coincide en que es el método de elección, pero en el contexto epidémico recomienda el uso de ecuaciones predictivas para limitar el tiempo de exposición y minimizar el riesgo de contagio. Por estos mismos motivos, la AuSPEN y la ACNC desaconsejan el uso de la CI. La SEMICYUC insiste en la importancia de ajustar regularmente los cálculos según la fase de la enfermedad.

Calorías

La ASPEN y la BRASPEN recomiendan un aporte de 15-20 kcal/kg/día y la BRASPEN recomienda progresar hasta las 25 kcal/kg/

día al cuarto día. La ESPEN y la SEMICYUC proponen empezar con 20 kcal/kg/día y aumentar la cantidad de forma progresiva. La ESPEN aconseja cubrir el 50-70 % de los requerimientos al segundo día para alcanzar el 80-100 % en el cuarto día. La SEMICYUC, en cambio, recomienda mantener las 20 kcal/kg/día durante 3 días, subir a partir del cuarto día a 25 kcal/kg/día y alcanzar las 30 kcal/kg/día en la fase de recuperación. La ACNC y la AuSPEN recomiendan alcanzar las 25-30 kcal/kg/día. La ACNC indica no exceder el 70 % de los requerimientos en los primeros 3 días, incrementando posteriormente el aporte de forma progresiva hasta el 100 %.

La ASPEN, la AuSPEN, la BDA y la SEMICYUC inciden en tener en cuenta también los aportes calóricos no nutricionales del propofol, la glucosa y el citrato. La AuSPEN recomienda que, si el propofol aporta más de un 10 % de las calorías diarias, se debe reducir el aporte calórico de la NE.

Proteínas

La AuSPEN recomienda 1,2 g/kg/día mientras que la ESPEN y la ACNC indican 1,3 g/kg/día, que deben aportarse de forma progresiva para cubrir los requerimientos entre el tercer y el quinto día. La ASPEN propone un margen de 1,2-2 g/kg/día y la BRASPEN de 1,5-2 g/kg/día, detallando esta última el aumento progresivo (< 0,8 g/kg/día en los primeros 2 días, 0,8-1,2 g/kg/día en los días 3 a 5 y > 1,2 g/kg/día a partir del quinto día). La SEMICYUC aconseja iniciar el aporte con 0,8 g/kg/día si existe riesgo de síndrome de realimentación. En caso contrario, se pueden aportar inicialmente 1,2 g/kg/día, subir a 1,5 g/kg/día a partir del cuarto día y hasta 1,8 g/kg/día en la fase de recuperación. En los pacientes con hemofiltro o IMC > 40 kg/m² se recomienda una dosis mayor a partir del cuarto día: 2-2,2 g/kg/día.

Seguimiento nutricional

Todas las RE insisten en que es esencial monitorizar el soporte nutricional durante la estancia en la UCI. La AuSPEN contempla que, debido a la falta de personal y al aumento de pacientes ingresados, se debe priorizar la reevaluación de los que presenten un alto riesgo nutricional, luego de los que tengan complicaciones nutricionales y, por último, de los de bajo riesgo.

Finalmente, tanto la AuSPEN como la ACNC inciden en mantener la continuidad del cuidado nutricional cuando el paciente reciba el alta y se traslade a la planta, traspassando la información a la dietista-nutricionista correspondiente en un margen de 24 h según la AuSPEN.

CONCLUSIONES

Las 9 RE revisadas coinciden en la importancia del tratamiento nutricional en los pacientes hospitalizados críticos y no críticos con COVID-19, así como en la detección precoz

del riesgo nutricional, la intervención y el seguimiento. Aun así, cada documento publicado se caracteriza por incidir especialmente en algo:

- La SEEN incide en concienciar a los pacientes sobre la importancia de la alimentación para evitar la DRE y propone la incorporación de trípticos informativos en las bandejas para fomentar la adherencia a las pautas. Es la única que aconseja directamente la NP en pacientes en posición de decúbito prono.
- La CSPEN es la única que aconseja la suplementación rutinaria de vitaminas y minerales, aunque solo a dosis que permitan cubrir los requerimientos. Por otro lado, incide en asegurar el aporte de proteínas y BCAA, así como en valorar el HMB.
- La BRASPEN es la sociedad que recomienda un rango mayor de aporte proteico y destaca por ser la única que desaconseja el uso de fórmulas específicas para el distrés respiratorio por falta de evidencia científica.
- La ESPEN detalla el tiempo que debe mantenerse la SNO. Aconseja el uso de la calorimetría indirecta, pese al riesgo de contagio.
- La ACNC incide especialmente en la importancia de la hidratación y el seguimiento de los pacientes (“detectar, nutrir y vigilar”).
- El documento de la AuSPEN es en realidad una propuesta de protocolo hospitalario para unidades de nutrición e incide en monitorizar de forma regular las ingestas y el peso, trabajando estrechamente con el personal asistencial.
- La ASPEN incide especialmente en minimizar el riesgo de contagio del personal. Por otro lado, es la única que desaconseja la medición del VRG por su poca fiabilidad para detectar el enlentecimiento del vaciado gástrico y el riesgo de aspiración.
- La BDA, al igual que la AuSPEN, destaca la importancia de la planificación de la unidad de nutrición y de los recursos disponibles ante la previsión de la sobrecarga de trabajo.
- La SEMICYUC ofrece recomendaciones concisas para que los profesionales de la medicina intensiva dispongan de claves para un rápido y correcto abordaje del tratamiento nutricional de los pacientes críticos, minimizando el riesgo de ocasionar un perjuicio (concepto “nutritrauma”).

BIBLIOGRAFÍA

1. Yu KY, Shi HP. Explanation of expert recommendations on medical nutrition for patients with novel coronavirus pneumonia]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2020; 17;100:724-8. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200205-00196
2. Ballesteros MD, Rubio-Herrera MA, Breton-Lesmes I, Comité gestor del Área de Nutrición de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Abordaje de la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) en pacientes hospitalizados con COVID-19 [Internet]. Madrid. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición; 2020 March [citado 01 junio 2020]. Disponible en: https://www.seen.es/ModulGEX/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/923/260320_040233_1452207369.pdf
3. Fuganti L, Alves P, Duprat G, Costa R, Brescovich L, Figueira CM, et al. BRASPEN's Nutritional Statement for Coping with COVID-19 in Hospitalized Patients. *BRASPEN J* 2020;35:3-5.
4. Terblanche E, Bear D. Critical Care Specialist Group (CCSG) of the BDA Guidance on management of nutrition and dietetic services during the COVID-19 pandemic. [Internet] Birmingham. British Dietetic Association; 2020 March [citado 01 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bda.uk.com/uploads/assets/f5215258-7a34-4426-83620ba89f87c638/b4ec8d2c-156e-4e30-a8920619ca6e3a4d/CCSG-Guidance-for-COVID-19-Formatted.pdf>
5. Barazzoni R, Bischoff SC, Breda J, Wickramasinghe K, Krznaric Z, Nitzan D, et al. ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection. *Clin Nutr* 2020;1:S0261-5614(20)30140-0. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.03.022
6. Bermúdez C, Pereira F, Trejos-Gallego D, Pérez A, Puentes M, López LM, et al. Recomendaciones nutricionales de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica para pacientes hospitalizados con infección por SARS-CoV-2. *Nutr Clin Metab* 2020;3(1):1-12. DOI: 10.35454/nmcm.v3n1.066
7. Martindale R, Patel JJ, Warren M, McClave SA. Nutrition Therapy in the Patient with COVID-19 Disease Requiring ICU Care. [Internet]. Society of Critical Care Medicine and the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; April 1, 2020. [citado 01 junio 2020]. Disponible en: <https://www.sccm.org/getattachment/Disaster/Nutrition-Therapy-COVID-19-SCCM-ASPEN.pdf?lang=en-US>
8. Chapple L-A, Fetterplace K, Ridley E. Nutrition management for critically and acutely unwell hospitalised patients with COVID-19 in Australia and New Zealand. [Internet]. Mornington. AuSPEN; April 6, 2020. [citado 01 junio 2020]. Disponible en: <https://custom.cvent.com/FE8ADE3646EB4896BCE-A8239F12DC577/files/93ecb5eadf7244faa98d9848921428a8.pdf>
9. Ballesteros Sanz MÁ, Hernández-Tejedor A, Estella Á, Jiménez Rivera JJ, González de Molina Ortiz FJ, Sandiumenge Camps A, et al. Recommendations of the Working Groups from the Spanish Society of Intensive and Critical Care Medicine and Coronary Units (SEMICYUC) for the management of adult critically ill patients in the coronavirus disease (COVID-19). *Med Intensiva* 2020;44(6):361-78. DOI: 10.1016/j.medin.2020.04.001
10. Bordeje L, Lorenzo C, Gonzalez-Iglesias C, Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la SEMICYUC. Algoritmo del tratamiento nutricional en pacientes con COVID-19 del grupo de trabajo de metabolismo y nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). [Internet]. Madrid. SEMICYUC; 2020 [citado 01 junio 2020]. Disponible en: <https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2020/04/SEMICYUC-ALGORITMO-PAC-NUTRIC-COVID-19.pdf>



Trabajo Original

Otros

Evaluation of the acceptability of low glycaemic index preparations, formulated by replicating traditional Chilean culinary preparations with a high glycaemic index

Evaluación de la aceptabilidad de preparaciones de bajo índice glicémico, formuladas como réplicas de preparaciones típicas chilenas de alto índice glicémico

Claudia Vega, Kathleen Priken, Elizabeth Venegas, Paola Vera, Daniela Pincheira and Marcela Alviña

School of Nutrition and Dietetics. Facultad de Farmacia. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile

Abstract

The aim of this study was to determine the acceptability of low glycaemic index (GI) preparations, equivalent to the traditional high GI ones in Chile, elaborated with minimal changes in the ingredients and culinary techniques that significantly diminish the GI and maintain acceptability level. Twelve high-GI traditional lunches and their low GI counterparts were prepared. For 12 days, 20 apparently healthy women randomly tasted 2 paired preparations per day (low and high GI). The attributes of appearance, taste, smell, and texture of salads, main course, and desserts, as well as those of the full lunch, were evaluated using a hedonic scale of 7 and 9 points. Lunches with a high GI ($90 \pm 20.5\%$) were modified by changing types of food ingredients, and/or by using culinary techniques to provide a low-GI counterpart with $47 \pm 5.9\%$ GI ($p < 0.001$). All the preparations were classified as optimal, exceeding the established cut-off point. The "Legume with CHO" lunch had a higher acceptability level in its low GI version ($p = 0.006$), while the "Chicken with corn" lunch had it in its high GI version ($p = 0.004$). There was a preference for low-GI salad appearance ($p = 0.003$) and dessert flavour ($p = 0.024$), while high-GI main dishes were better praised for flavour ($p = 0.034$) and texture ($p = 0.012$). It is therefore possible to prepare low-GI menus equivalent to their traditional counterparts that are received as generally acceptable, with components and sensory attributes equal to, or even better than typical Chilean cuisine dishes.

Keywords:

Glycaemic index.
Acceptability. Sensory
evaluation. Typical
meals. Ingredients.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la aceptabilidad de preparaciones de bajo índice glicémico (IG) diseñadas a partir de aquellas de alto IG de consumo habitual en Chile, elaboradas con mínimos cambios en sus ingredientes y basándose en técnicas culinarias que disminuyen el IG. Doce preparaciones tradicionales de alto IG se eligieron para preparar sus homólogos de bajo IG. Durante 12 días, 20 mujeres en buen estado de salud probaron, de forma aleatoria, 2 preparaciones equivalentes por día (de bajo y alto IG), y evaluaron la aceptabilidad promedio de las ensaladas, los platos principales y los postres, así como el almuerzo completo, a través de una escala hedónica de 7 puntos y una de 9 puntos para evaluar aceptabilidad de los atributos: apariencia, sabor, olor y textura. Los almuerzos de alto IG ($90 \pm 20,5\%$) se modificaron cambiando los tipos de ingredientes y/o las técnicas culinarias, formulando preparaciones homólogas de bajo IG ($47 \pm 5,9\%$, $p < 0,001$). Todas las nuevas preparaciones se calificaron de óptimas, excediendo el punto de corte establecido. La preparación "legumbres con cereales" obtuvo la más alta aceptabilidad en su versión de bajo IG ($p = 0,006$), mientras que la preparación "Pollo con choclo" lo hizo en su versión de alto IG ($p = 0,004$). Hubo mayores preferencias por la apariencia de las ensaladas ($p = 0,003$) y el sabor de los postres de bajo IG ($p = 0,024$), mientras que los platos principales fueron mejor valorados en cuanto a sabor ($p = 0,034$) y textura ($p = 0,012$) en su versión de alto IG. Por lo tanto, es posible preparar menús de bajo IG equivalentes a sus homólogos tradicionales que son considerados generalmente como aceptables, con componentes y atributos iguales o mejores que las preparaciones tradicionales chilenas.

Palabras clave:

Índice glicémico.
Aceptabilidad.
Análisis sensorial.
Preparaciones típicas.
Ingredientes.

Received: 29/11/2019 • Accepted: 18/07/2020

Conflict of interests: The authors have no conflict of interests to declare.

Funding: this work was supported by the Research Department, Universidad de Valparaíso [DIUV 06-13].

Vega C, Priken K, Venegas E, Vera P, Pincheira D, Alviña M. Evaluation of the acceptability of low glycaemic index preparations, formulated by replicating traditional Chilean culinary preparations with a high glycaemic index. Nutr Hosp 2020;37(5):999-1006

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02963>

Correspondence:

Marcela Alviña. Facultad de Farmacia. Universidad de Valparaíso. Avda. Gran Bretaña N° 1093. Playa Ancha, Valparaíso, Chile
e-mail: marcela.alvina@uv.cl

INTRODUCTION

Carbohydrates (CHO) are the main nutrients in diets across the world. Their primary function is to act as energy fuel, and according to their structure vary in their palatability, digestion, absorption, release of hormones, and oxidation (1,2). Glycaemic index (GI) is an indicator of the healthy quality of CHO present in food, and is defined as the increase in the area under the blood glucose curve that is produced by the intake of a fixed amount of available CHO from a given food, usually 50 g, in relation to the same amount of CHO from a standard food (glucose or white bread) (3). Therefore, foods that occupy more than 70 % of the area under the blood glucose curve of the standard food are considered high-GI, and those with a small glycaemic increase, less than 55 %, are referred to as low-GI (4).

There are certain factors that affect the GI of food and therefore influence glycaemic response, such as type of sugar ingested, starch nature, cooking method and elaboration of foods that modify gelatinization, gelling, and retrogradation degree of starch (5).

Other factors that affect GI are the preliminary culinary techniques or mechanical procedures that increase contact surface, thus increasing the area exposed for enzymatic hydrolysis (6-9). On the other hand, the addition of ingredients with high amounts of dietary fibre, proteins, or fats can decrease the GI of food, reducing its glycaemic response (10-13).

The traditional food prepared in Chile is based on tubers (potatoes) and refined cereals, mainly derived from wheat and rice, which, when applying typical culinary techniques, present high GI values. A local study found that although the food preparations preferred by the Chilean population with type-2 diabetes mellitus (DM2) presented a daily average of CHO within the recommended range ($219.8 \text{ g/day} \pm 27.0$), average GI was high ($74.9\% \pm 11.3$), which in turn showed a strong positive correlation with the metabolic control parameters of DM2 (14). These preparations are also often consumed by the general population in Chile, which could imply an increased risk of developing DM2 among healthy subjects, and could also induce complications in subjects with DM2.

The purpose of this study was to assess the acceptability of low-GI preparations equivalent to traditional high-GI ones in Chile, elaborated with minimal changes in the ingredients and culinary techniques to significantly diminish GI while maintaining acceptability levels.

MATERIALS AND METHODS

SUBJECTS

The sample consisted of 20 female subjects aged 30 to 65 years, with a body mass index $\geq 18.5 \text{ kg/m}^2$. Exclusion criteria included people receiving sulfonylureas or insulin treatment, or people with diabetic complications (nephropathy, retinopathy, renal failure, cardiovascular disease, cerebrovascular accident). Previously, all subjects signed a written consent form. The study was

approved by the Bioethics Institutional Committee for Research in Human Beings, Universidad de Valparaíso (approval certificate number 32).

LUNCH STANDARDIZATION

Two types of traditional Chilean lunches were prepared, high-GI and low-GI, which included salad, main dish, and dessert. High-GI lunches were designed based on a previous study that detailed the usual total daily intake of 108 DM2 subjects with metformin treatment, yielding a total consumption of $2000 \pm 350 \text{ kcal/day}$, $220 \pm 27 \text{ g CHO/day}$, with a GI of $74.9 \pm 11.3\%$ (14).

Lunches from the high-GI diet were used to obtain low-GI ones with changes in the types of food, ingredients, and/or culinary techniques (to generate a significant decrease in GI). Finally, 12 typical Chilean preparations were selected and underwent a pilot study, where the recipes were standardized in terms of products or raw materials, culinary techniques, weight of each ingredient, and flow diagrams of the preparations, to experimentally verify whether the theoretical planning to obtain low-GI counterparts was accurate in terms of organoleptic parameters.

The nutritional contribution of the lunches was established using a chemical composition food table (15), and the GI values were taken from the University of Sydney's GI database (16). As a requirement for all lunches (high and low GI), a contribution of 50-60 g of available CHO and a value of GI over 70 % for high-GI lunches, and less than 55 % for low-GI, was established.

ACCEPTABILITY STUDY

The subjects were summoned to the Faculty of Pharmacy's food science laboratory at 11:00 hours for 12 days, and were required to consume their usual breakfast two hours before arrival, without consuming food between breakfast and the intervention. Each subject was offered a tray with 30 g of salad, 50 g of a main dish, and 30 g of a dessert. It was ensured that the presentation and distribution of each component of the high- and low-GI lunch were similar in order to minimize distractions and avoid preferences prior to tasting.

The acceptability study of the lunches was carried out in a random order. Each subject tasted two lunches per day, one low-GI and one high-GI, for which they evaluated the overall acceptability of the salad, main dish, dessert and full lunch with a 7-point hedonic scale, where 7 was "I like it a lot" and 1 was "I greatly dislike it". A score of ≥ 5.5 was considered optimal, a score between 5.4 and 4.1 medium, and one ≤ 4.0 unsatisfactory. In addition, the acceptability of the appearance, flavour, and texture was measured in each of the lunch components using a 9-point scale, with 9 being "extremely preferred" and 1 being "extremely rejected". Scores ≥ 7.0 were considered optimum, between 6.9 and 4.4 were considered medium, and those ≤ 4.5 were deemed deficient.

STATISTICAL ANALYSIS

Given that all quantitative variables in the scale had a normal distribution, the results are expressed as average $\pm$ standard deviation. For the comparison of the GI of both equivalent preparations, Student's t-test was used for independent samples, and for the analysis of the comparison between the two meals regarding the sensory evaluation variables, Student's t-test was used for paired samples. For all the above-mentioned analyses, a p -value < 0.05 was considered significant. Data were analysed with the SPSS 20.0 statistical software program for Windows (SPSS Inc., Chicago, USA).

RESULTS

MAIN INGREDIENTS AND THEORETICAL GLYCAEMIC INDEX OF LUNCHES

Twelve high-GI preparations with their respective low-GI counterparts were produced. The contribution of available CHO from the high-GI group was on average 53.4 ± 3.6 g, while in the low-GI group it was 48.8 ± 3.6 g, which showed no statistical significance.

Table I shows the preparations with their glycaemic index values and the complete menus, which were comprised of a salad,

Table I. Preparations included in the meals and determinant GI main ingredients

#	Preparations	Ingredients for high GI	High GI (%)	Ingredients for low GI	Low GI (%)
1	Salad	Boiled beet and carrot	93	Tomato with peel, raw celery, hard-boiled egg	51
	Meat soup (Boiled meat, potatoes, pumpkins, corn and rice)	White rice		Brown rice	
	Dessert	Raw orange, skim milk, cornstarch		Raw raspberry, fat yogurt	
2	Salad	Raw celery, boiled corn	121	Raw celery and carrot	51
	Meatball soup (meatball, vegetables and CHO)	Small-size pasta, breadcrumbs		Brown rice	
	Dessert	Raw pineapple, orange juice		Orange, egg white	
3	Salad	Boiled corn and fava bean	69	Steamed cauliflower and broccoli, raw bell pepper	42
	Steamed baked fish with CHO	Peeled boiled potato and peeled baked tomato		Brown rice with vegetables, baked tomato with peel	
	Dessert	Raw banana, yogurt		Raw apple and pear with peel, orange	
4	Salad	Boiled fava bean, carrot and beet	100	Steamed green beans	52
	Meat with rice	Cooked white rice and corn		Cooked brown rice	
	Dessert	Sugar-free jelly		Yogur	
5	Salad	Boiled corn and carrot	82	Raw cabbage and carrots	45
	Zucchini pudding	Breadcrumbs		Chopped meat	
	Dessert	Raw kiwi, orange juice		Raw apple with peel, yogurt, oat	
6	Salad	Boiled beet, peeled raw tomato	79	Raw carrot, steamed corn	36
	Legume with CHO	Boiled chickpeas, white rice		Boiled beans, peeled wheat	
	Dessert	Grated peeled raw apple, sugar-free jelly		Evaporated milk, sugar-free jelly	
7	Salad	Raw cabbage	100	Raw carrot and cabbage	53
	"Niño envuelto"® with mashed potatoes	Instant mashed potatoes		Mashed potatoes with peel	
	Dessert	Raw kiwi		Raw apple and pear with peel, almonds	
8	Salad	Boiled carrot, peeled raw tomato	68	Raw cucumber, raw tomato with peel	46
	Bolognese spaghetti	Boiled white spaghetti		Boiled whole wheat spaghetti	
	Dessert	Boiled pear, diet jam		Apple with peel, yogurt	

(Continuation in the next page)

Tabla I (Cont.). Preparations included in the meals and determinant GI main ingredients

#	Preparations	Ingredients for high GI	High GI (%)	Ingredients for low GI	Low GI (%)
9	Salad	Cooked beet, raw celery	97	Raw tomato with peel, raw celery	53
	Chicken with corn	Boiled peas, cooked corn paste		Vegetable mix with boiled corn	
	Dessert	Raw orange		Oat, skim milk	
10	Salad	Boiled corn, croutons, peeled raw tomato	65	Raw tomato with peel, raw onion	39
	Lentils	Breadcrumbs, boiled peeled potatoes and pumpkins		Brown rice, cooked chard	
	Dessert	Sugar-free jelly, grated peeled raw apple		Egg white, grated raw apple, cinnamon	
11	Salad	Boiled fava beans and boiled peeled potatoes	73	Steamed broccoli, boiled potatoes with peel	45
	Fish pudding	Breadcrumbs		Breadcrumbs	
	Dessert	Skim milk, boiled white rice		Yogurt, raw apple with peel, almonds	
12	Salad	Raw grated carrot, raw purple cabbage	127	Tomato with peel, raw purple cabbage	53
	Meat with mashed potatoes	Instant mashed potatoes		Mashed potatoes with peel, skim milk	
	Dessert	Raspberry pulp, skim milk, cornstarch		Raw raspberry, raw apple with peel, yogurt	
Mean ± SD		90 ± 20.5 *		47 ± 5.9 *	

The lunch's name is given according to the main dish. ^(a) "Niño envuelto" refers to a thin slice of meat wrapping vegetables in sticks. CHO: carbohydrate; GI: glycaemic index. * Statistically significant difference between the glycaemic indices of both groups as measured by Student's t-test for independent samples ($p < 0.001$).

a main dish, and a dessert, with detailed modifications made with the aim of obtaining low-GI preparations from the initial high-GI recipes. Desserts had modifications involving the selection of ingredients with a lower GI, quantity of protein incorporated, processing of raw materials, and quantity of fibre contributed. In salads and main dishes refined foods were replaced by whole-meals, tubers by vegetables, cooked vegetables by raw vegetables, peeled vegetables by vegetables with peel, and grated foods by whole foods.

ACCEPTABILITY OF FOOD PREPARATIONS

All the preparations in figure 1 were classified as optimal, exceeding the established cut-off point.

Only two lunches had significant differences in their acceptability levels: the low-GI "legume with CHO" lunch had a higher acceptability against its high-GI version, while the high-GI "chicken with corn" lunch got a higher acceptability value when compared to its low-GI equivalent. The courses that had greater scores included the dessert in the low-GI "legume with CHO" lunch, while in the high-GI "chicken with corn" lunch both the main dish and dessert obtained a better score than their low-GI version (data not shown in the figure).

SENSORY ATTRIBUTES OF FOOD PREPARATIONS

In figure 2 there was a preference for the low-GI salad and dessert dishes, while the main dishes were slightly better praised regarding flavour and texture in the high-GI preparations.

ACCEPTABILITY RANKING FOR LOW GLYCAEMIC INDEX LUNCHES

Table II compares the ranking that was compiled based on both score scales. Some preparations were placed in the same position in both rankings, such as "Meat soup" (1st place), while the low-est-ranking positions were held by the same three preparations.

DISCUSSION

It is essential to be able to offer the population healthy food preparations with a low GI that may be widely accepted, so that such options will become the preference over traditional diets, which usually present high GI levels based on their cereals and processed derivatives (17).

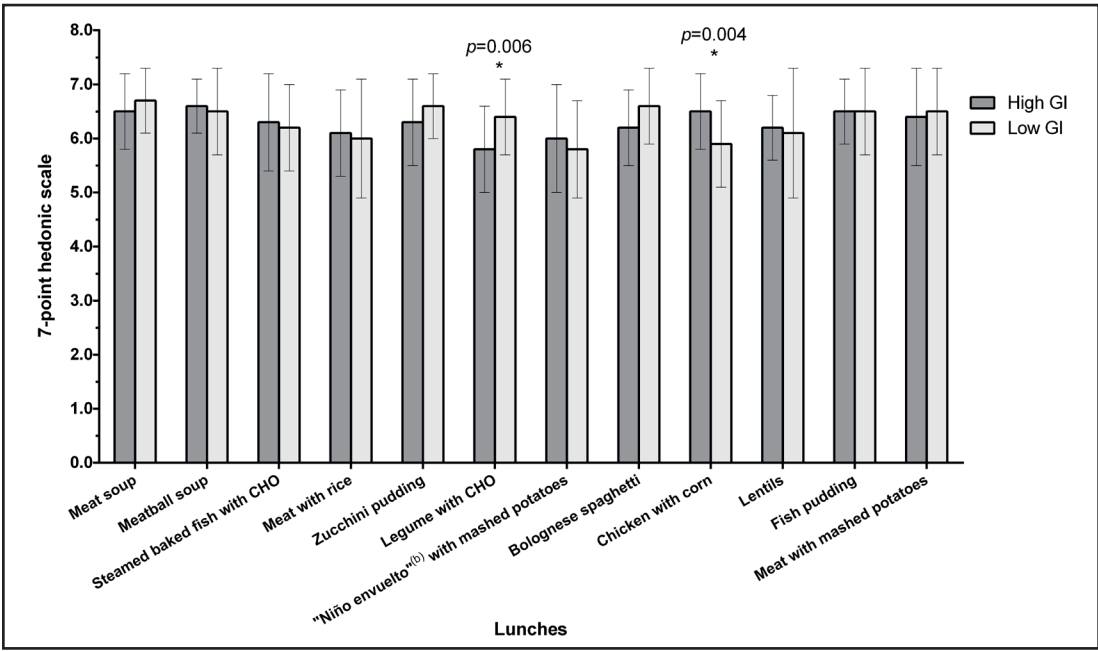


Figure 1. General acceptability of high and low GI lunches according to a 7-point hedonic scale. Values are expressed as mean $\pm$ SD. ■: High glycaemic index; □: Low glycaemic index. ^(a) Lunches are represented with the name of the main dish in each one, and include salad, main dish, and dessert. ^(b) "Niño envuelto" refers to a thin slice of meat wrapping vegetables in sticks. *Statistically significant difference.

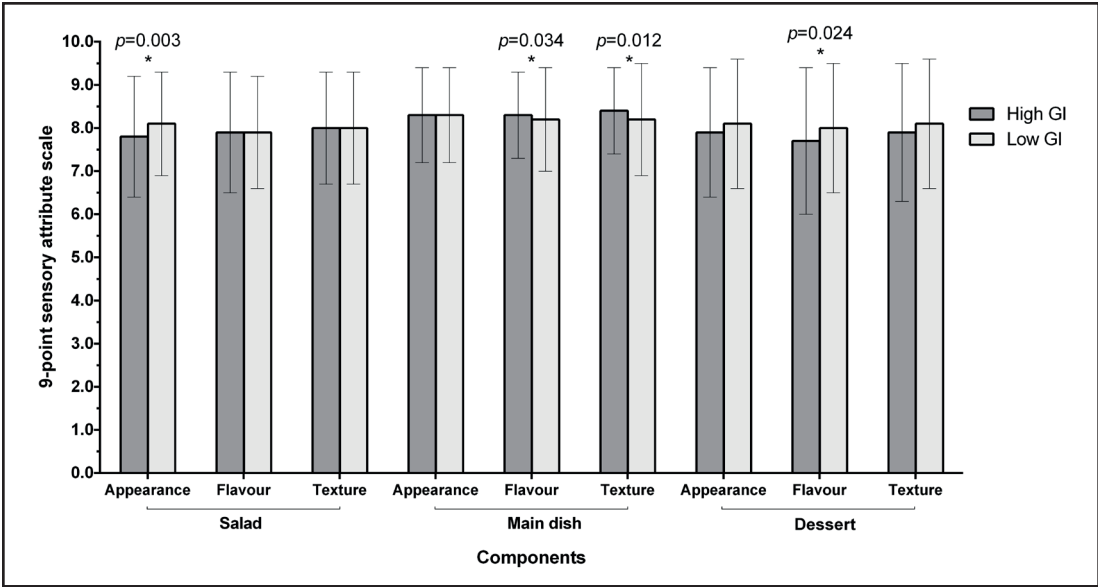


Figure 2. Acceptability evaluation of sensory parameters on a 9-point scale for the components of the high and low-GI lunches. Values are represented as mean $\pm$ SD. ■: High glycaemic index; □: Low glycaemic index. *Statistically significant difference when comparing the attributes of each GI group, as measured by Student's t-test for paired samples.

In the present study, 12 preparations that are typically consumed in Chile were used as determined by Pincheira's study (14) with a high GI, and from them it was possible to obtain 12 low-GI counterpart dishes, with a significant difference when comparing

the average GI obtained between both preparations. In order to remove the interference of GL (glycaemic load) from the preparations, and isolate the GI as the main variable, all the menus were prepared with a total of 50 to 60 g of CHO.

Table II. Acceptability ranking for low glycaemic index lunches according both scales

Ranking	7-point hedonic scale ^(b)	9-point sensory attribute scale ^(b)
1	Meat soup	Meat soup
2	Zucchini pudding	Meatball soup
	Bolognese spaghetti	
3	Meatball soup	Fish pudding
	Fish pudding	Meat with mashed potatoes
	Meat with mashed potatoes	
4	Legumes with CHO	Zucchini pudding
5	Steamed baked fish with CHO	Legumes with CHO
		Bolognese spaghetti
6	Lentils	Lentils
		Steamed baked fish with CHO
7	Meat with rice	"Niño envuelto" ^(a) with mashed potatoes
8	Chicken with corn	Meat with rice
9	"Niño envuelto" ^(a) with mashed potatoes	Chicken with corn

CHO: carbohydrates. ^(a) "Niño envuelto" refers to a thin slice of meat wrapping vegetables in sticks. ^(b) Two or three preparations in the same level represent a tie in that ranking position.

In order to modify and convert high-GI lunches into low-GI preparations, the extrinsic and intrinsic factors that modify the speed of digestion for food CHO, and therefore their GI, was used. The mechanical process was considered a variable to modify from the typical preparations habitually used, which by reducing the size of food particles allow a greater surface/volume ratio and thus make them more susceptible to salivary and intestinal amylases, increasing in this way the GI (18). In this sense, a study showed that a one-inch potato cube increases its GI by 25 % if crushed, depending also on factors such as type of starch, physical form, and gelatinization ability (19).

For some preparations (legumes with cereals, pastries, mashed potatoes, rice, etc.), starch gelatinization was considered a determinant factor of GI, with granules absorbing water, thus considerably increasing their volume and viscosity. This structural change increases physical accessibility and facilitates the function of intestinal enzymes during the digestive process, thus increasing the GI of food (20). For example, raw potato is less digestible than cooked potato, where the hydrolysis of starch is favoured by the capacity to become gelatinized at high temperatures (55-66 °C) in the presence of water. In this situation, the endogenous amylases are activated during the cooking process, and before being denatured by the effect of temperature they manage to degrade the starch to dextrins (19).

In the present study, the use of dry heat was encouraged in the preparations of low GI, instead of humid heat (21). The insoluble fibre content of each food was also considered, as this could act as a barrier to amylase function, and therefore further reduce glucose absorption, which decreases the GI of the preparations (22).

On the other hand, the soluble dietary fibre, both at the gastric and intestinal level, as a result of its viscosity, slows gastric emptying and transit time, respectively, in addition to the small intestine, which increases the thickness of the layer of water that should pass the solutes to reach the membrane of the enterocyte, generating a reduction in glucose absorption and thus resulting in a flattened glycaemia curve with an insulin response according to the demand of glycaemia. To achieve the described properties, it was necessary to consider the amount of dietary fibre contained in each food, with or without peel, raw or cooked food, and the consumption of pulp or juice squeezed from fruit (23,24).

In some of the preparations, the addition of foods rich in proteins and fats played an important role. The proteins to be consumed with CHO generate a delayed increase in insulinemic response, which is on average 3-4 hours postprandial. The phenomenon is especially evident with pasta, where the presence of gluten slowed the action of digestive amylases, which limits the absorption of glucose. In the case of fats, it has been seen that, when consumed in conjunction with CHO, the area under the curve of the glycaemic response diminishes within the first 2-3 hours, which may be due to delay in gastric emptying (10). It should also be noted that a decrease in GI occurs through the intestinal hormones known as incretins, where the glucagon-like peptide-1 (GLP-1) stimulates the production of insulin, and is secreted in the L-cells of the ileum after ingestion of fats. This peptide promotes a reduction of the stomach's acid secretion and intestinal motility, which decreases the rate of absorption of nutrients, and in turn increases the sensitivity of peripheral tissues to insulin (11,12). A clear example can be seen by placing a potato into the oven without fat, which has a higher GI (95 %) than a potato chip to which fat has been added during cooking (75 %) (19).

Another factor to consider is the production process and manufacturing of the products. Indeed, certain industrial processes lead to an increase in gelatinization, as is the case with the manufacturing of instant mashed potatoes, which increases by about 30 % their GI when compared with natural mashed potatoes (4,25). On the other hand, the process of pasta binding decreases its GI due to the extrusion of the dough, which leads to a heating effect that results in the formation of a protective layer that will help slow down starch gelatinization during cooking. This is applicable for long pasta such as spaghetti and noodles; however, research has shown that short pasta made from the same flour may have higher, even 2-fold values due to an increase in contact surface with digestive enzymes and their increased propensity to gelatinize, just as happens with soup noodles (82 %) as compared with spaghetti (40 %) (16).

The challenge of this study was making culinary changes that would convert a high-GI preparation into a low-GI one, while maintaining a good level of acceptability. Regarding the results

of general acceptability for each menu in both groups, a high level of approval was successfully achieved. This result was similar to that shown in a clinical trial in subjects with obesity (26). The averages obtained in most of the high- and low-GI lunches were higher than 6 points ("I moderately like it"); only 3 obtained average scores below 6 points, presenting the most noticeable differences with their counterparts; however they did exceed the established optimal cut-off point. When evaluating the average acceptability of the salads, main dishes, and desserts consumed in the low- and high-GI lunches, it was observed that, while there were no significant differences between both lunches in each group, all of them exceeded 6 points on average, with the main dishes having a higher average than the others.

When comparing the specific acceptability values of the salads, main dishes, and desserts that made up each high- and low-GI lunch, it was observed that the best evaluations applied to main dishes, either high- or low GI. In another hand, the most noticeable differences between high- and low-GI meals were found in desserts, which can be attributed to menu variability, personal preferences in taste, complexity of preparations, and/or the high prevalence of fruits, considering that usual consumption of fruits in Chile has decreased (27).

The "legumes with CHO" menu showed greater acceptability in its low-GI version, possibly due to a significant difference specifically in its dessert (Bavarois), which could probably be attributed to the addition of evaporated milk generating changes in consistency and flavour. On the contrary, the "chicken with corn" high-GI main dish and dessert showed significantly greater acceptability than their low-GI counterparts, possibly because the subjects preferred the preparation containing a whole piece of chicken separated from the stew to small pieces of chicken amongst a mixture of vegetables, which is commonly a preference related to the visual size of the portion of food on each plate (28,29). In relation to the dessert, the high-GI version had a higher score than the low-GI "oats with milk", most likely because texture and appearance were not well received, this being a dish that is seldom eaten. Evidence showed that this pattern of behaviour repeated itself, with high-GI food obtaining greater acceptability scores than low-GI food when the latter version had ingredients not commonly used on a daily basis (30,31).

It should be noted that two methods of sensory evaluation were used, one that assessed general acceptability and one that assessed attributes separately, achieving a consensus in the final ranking of the best and worst menus. These findings confirm the reliability of the results obtained.

CONCLUSION

Given that the population has a strong preference for high-GI food and preparations, the introduction of low-GI diets could be quite challenging, as it would be necessary to implement changes to promote a decrease in GI, something that would be unusual for the population and their eating habits. This study was able to show that it is possible to produce low-GI menus equivalent

to traditional ones that are perceived as generally acceptable, and that have some components (salad, main dish or dessert) with high acceptability scores, equal to or even better than typical Chilean culinary preparations, as well as components that could not achieve a greater acceptability.

REFERENCES

1. Galgani J, Aguirre C, Parada J. Carbohidratos. In: Nutrición y salud; 2016. p. 53-65.
2. Englyst H, Hudson G. Classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chem* 1996;57(1):15-21. DOI: 10.1016/0308-8146(96)00056-8
3. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981;34(3):362-6. DOI: 10.1093/ajcn/34.3.362
4. Atkinson F, Foster-Powell K, Brand-Miller J. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care* 2008;31(12):2281-3. DOI: 10.2337/dc08-1239
5. Granfeldt Y, Wu X, Björck I. Determination of glycaemic index; some methodological aspects related to the analysis of carbohydrate load and characteristics of the previous evening meal. *Eur J Clin Nutr* 2006;60(1):104-12. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602273
6. Chung H, Son Lim H, Lim S. Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *J Cereal Sci* 2006;43:353. DOI: 10.1016/j.jcs.2005.12.001
7. Osorio-Díaz P, Bello-Pérez LA, Sáysago-Ayerdi SG, Benítez-Reyes M del P, Tovar J, Paredes-López O. Effect of processing and storage time on in vitro digestibility and resistant starch content of two bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J Sci Food Agric* 2003;83(12):1283-8. DOI: 10.1002/jsfa.1413
8. Aguilera JM. Why food microstructure? *J Food Eng* 2005;67(1):3-11. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.05.050
9. Shin S, Kim H, Ha H, Lee S, Moon T. Effect of Hydrothermal Treatment on Formation and Structural Characteristics of Slowly Digestible Non-pasted Granular Sweet Potato Starch. *Starch - Stärke* 2005;57(9):421-30. DOI: 10.1002/star.200400377
10. Bell K, Smart C, Steil G, Brand-Miller J, King B, Wolpert H. Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care* 2015;38(6):1008-15. DOI: 10.2337/dc15-0100
11. Peters HP, Boers H, Haddeman E, Melnikov S, Qvijt F. No effect of added beta-glucan or of fructooligosaccharide on appetite or energy intake. *Am J Clin Nutr* 2009;89(1):58-63. DOI: 10.3945/ajcn.2008.26701
12. Rocca A, LaGreca J, Kalitsky J, Brubaker P. Monounsaturated fatty acid diets improve glycemic tolerance through increased secretion of glucagon-like peptide-1. *Endocrinology* 2001;142(3):1148-55. DOI: 10.1210/endo.142.3.8034
13. Bello-Pérez L, Mendez-Montealvo G, Acevedo E. Almidón: Definición, estructura y propiedades. *São Paulo Edusp* 2006;1:17-46.
14. Pincheira D, Morgado R, Alviña M, Vega C. Calidad de hidratos de carbono de la dieta y su efecto sobre el control metabólico de la Diabetes Tipo 2. *Arch Latinoam Nutr* 2014;64(4):241-7.
15. Jury G, Urteaga C, Taibo M. Porciones de intercambio y composición química de los alimentos de la pirámide alimentaria chilena. Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos (INTA), Universidad de Chile; 1997.
16. Brand-Miller J. Search for Glycemic Index [Internet]. University of Sydney. 2017 [cited 2019 Mar 18]. Available from: <http://glycemicindex.com/food-Search.php>
17. Crovetto M M, Uauy R, Martins AP, Moubarac JC, Monteiro C, Mirta CM, et al. Disponibilidad de productos alimentarios listos para el consumo en los hogares de Chile y su impacto sobre la calidad de la dieta (2006-2007). *Rev Med Chil* 2014;142(7):850-8. DOI: 10.4067/S0034-98872014000700005
18. Zhang G, Hamaker B. Slowly digestible starch: concept, mechanism, and proposed extended glycemic index. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2009;49(10):852-67. DOI: 10.1080/10408390903372466
19. Oráa E, Izquierdo M, Suárez N. Glucemic and insulinemic index of mixed foods. *Inf Med* 2004;6(1):9-17.

20. Kirpitch A, Maryniuk M. The 3 R's of Glycemic Index: Recommendations, Research, and the Real World. *Clin Diabetes*. 2011;29(4):155-9. DOI: 10.2337/diaclin.29.4.155
21. Parada J, Rozowski J. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. *Rev Chil Nutr* 2008;35(2):84-92. DOI: 10.4067/S0717-75182008000200001
22. EFSA. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA J* 2016;8(3):1462.
23. Brand-Miller J, Foster-Powell K, Holt S. *The New Glucose Revolution complete guide to GI values*. 2nd ed. Da Capo Lifelong Books; 2003.
24. Escudero E, González P. La fibra dietética. *Nutr Hosp* 2006;21(2):61-72.
25. Augustin L, Kendall C, Jenkins D, Willett W, Astrup A, Barclay A, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25(9):795-815. DOI: 10.1016/j.numecd.2015.05.005
26. McConnon A, Horgan GW, Lawton C, Stubbs J, Shepherd R, Astrup A, et al. Experience and acceptability of diets of varying protein content and glycemic index in an obese cohort: Results from the Diogenes trial. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(9):990-5. DOI: 10.1038/ejcn.2013.99
27. Amigo H, Bustos P, Pizarro M, Pino P, Gutiérrez L, Aranda W. Encuesta nacional de consumo alimentario ENCA Chile 2010-2011. Informe final; 2011.
28. Diliberti N, Bordi P, Conklin M, Roe L, Rolls B. Increased portion size leads to increased energy intake in a restaurant meal. *Obes Res* 2004;12(3):562-8. DOI: 10.1038/oby.2004.64
29. Colapinto C, Fitzgerald A, Janette Taper L, Veugelers P. Children's Preference for Large Portions: Prevalence, Determinants, and Consequences. *J Am Diet Assoc* 2007;107(7):1183-90. DOI: 10.1016/j.jada.2007.04.012
30. Nansel T, Gellar L, Zeitsoff L. Acceptability of Lower Glycemic Index Foods in the Diabetes Camp Setting. *J Nutr Educ Behav* 2006;38(3):143-50. DOI: 10.1016/j.jneb.2006.01.004
31. Ramdath D, Wolever T, Siow Y, Ryland D, Hawke A, Taylor C, et al. Effect of Processing on Postprandial Glycemic Response and Consumer Acceptability of Lentil-Containing Food Items. *Foods* 2018;7(5):76. DOI: 10.3390/foods7050076



Trabajo Original

Otros

Short-term branched-chain amino acid supplementation does not enhance vertical jump in professional volleyball players. A double-blind, controlled, randomized study *La suplementación con BCAA no mejora el salto vertical en los jugadores de voleibol profesionales. Estudio doble ciego, controlado y aleatorizado*

Juan Pedro Martín-Martínez¹, Julio Calleja-González^{2,3}, José Carmelo Adsuar Sala¹, Santiago Gómez-Pomares¹, Jorge Carlos-Vivas¹ and Jorge Pérez-Gómez¹

¹Faculty of Sport Sciences. Universidad de Extremadura. Cáceres, Spain. ²Physical Education and Sport Department. Faculty of Education and Sport. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Vitoria, Spain. ³Faculty of Kinesiology. University of Zagreb. Zagreb, Croatia

Abstract

To the best of the author's knowledge, no previous studies have described the effect of branched-chain amino acids (BCAA) on vertical performance during a week in professional volleyball players. This study assessed BCAA supplementation for a week, aiming to improve vertical jump performance in male professional volleyball players. Twelve male volleyballers were randomly assigned to a BCAA group ($n = 6$) or a control group ($n = 6$). The BCAA group ingested 21 g over a week, 7 g per day on Monday, Wednesday, and Friday, before a volleyball training session, while the control group drank a placebo drink. Participants performed 8 maximal countermovement jumps (CMJ); the 3 CMJs on Monday and Wednesday were evaluated after warm-up, after plyometric training, and at the end of the training session; and the 2 CMJs on Friday were evaluated after warm-up, and at the end of the training session. Compared with baseline, no significant differences in CMJ over the week were observed in BCAA or control group, neither between groups. The results indicated that 21 g of BCAA supplementation over a week did not improve vertical jump performance in professional volleyball players.

Keywords:

Countermovement jump. Ergogenic aids. Supplements. Volleyball.

Resumen

Hasta donde los autores saben, no se han descrito estudios previos sobre el efecto de los aminoácidos ramificados (BCAA) en el rendimiento vertical durante una semana en jugadores de voleibol profesionales. Este artículo estudió la suplementación de BCAA durante una semana con el objeto de mejorar el rendimiento del salto vertical en jugadores de voleibol profesionales masculinos. Doce jugadores de voleibol masculinos se asignaron aleatoriamente a un grupo con BCAA ($n = 6$) o a un grupo de control ($n = 6$). El grupo con BCAA ingirió 21 g en una semana, 7 g por día los lunes, miércoles y viernes antes de la sesión de entrenamiento de voleibol, mientras que el grupo de control bebió una bebida placebo. Los participantes realizaron 8 saltos máximos de contramovimiento (CMJ); los 3 CMJ de lunes y miércoles se evaluaron después del calentamiento y del entrenamiento pliométrico, y al final de la sesión de entrenamiento; los 2 CMJ del viernes se evaluaron después del calentamiento y al final de la sesión de entrenamiento. En comparación con el valor inicial, no se observaron diferencias significativas en los CMJ a lo largo de la semana, ni en el grupo BCAA ni en el grupo control, tampoco hubo diferencias entre grupos. Los resultados indicaron que 21 g de BCAA administrados durante una semana no mejoraron el rendimiento del salto vertical en jugadores de voleibol profesionales.

Palabras clave:

Salto de contramovimiento. Ayudas ergogénicas. Suplementos. Voleibol.

Received: 06/02/2020 • Accepted: 24/05/2020

Conflict of interest statement: The authors have no conflicts of interest to disclose.

Acknowledgements: The authors thank the players, coaches, and research assistants involved in this investigation for their participation, enthusiasm, and cooperation.

Martín-Martínez JP, Calleja-González J, Adsuar Sala JC, Gómez-Pomares S, Carlos-Vivas J, Pérez-Gómez J. Short-term branched-chain amino acid supplementation does not enhance vertical jump in professional volleyball players. A double-blind, controlled, randomized study. *Nutr Hosp* 2020;37(5):1007-1011

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03032>

Correspondence:

Jorge Pérez-Gómez. Facultad Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Avda de la Universidad, s/n. 10071 Cáceres, Spain
e-mail: Jorgepg100@gmail.com

INTRODUCTION

Vertical jump (VJ) performance is important for success in many sports (1), specifically in volleyball, where attack players need to gain great height to hit the ball over the blocking defensive players and vice versa (2). Jumps are repeated many times during a volleyball match, and may vary according to jump type or player position—per set, middle players performed 3–19 block jumps, outside players 1–15 spike jumps, and setter players 11–21 jumps in an international men's volleyball competition (3). Average jump frequency during matches in young elite volleyball players is 62 jumps/h for boys and 42 jumps/h for girls (4). A volleyball match has been shown to induce a temporary reduction in lower limb strength (5), so it is fundamental to maintain the players' physical condition in order to be successful in a game, given that some physical characteristics, physiological attributes, are essential in volleyball (6). Thus, the use of ergogenic nutritional supplements is becoming inseparable from volleyball (7).

Among them, BCAAs are essential amino compounds of leucine, isoleucine, and valine (8) that may decrease some biochemical markers related to muscle soreness (9), stimulate recovery of muscle protein synthesis (10), reduce central fatigue (11), and improve physical performance (12). For this reason, recovery strategies are commonly utilized in volleyball despite limited scientific confirmation to support their effectiveness in facilitating optimal recovery (13). The benefits of BCAA intake have been observed in endurance or resistance sports (14). Improvement in strength performance has also been seen in animals (15).

Most of the times improvement was associated with chronic BCAA supplementation (16–18). In particular, BCAA supplementation during 10 weeks improved sprint performance in cyclists (18), whereas in another study 6 weeks of leucine supplementation significantly improved endurance and upper body power output in canoeists (16). Also, in untrained healthy subjects chronic BCAA supplementation for 30 days improved physical fitness (17). However, to our knowledge, not many studies have evaluated acute BCAA supplementation (19). Also, the benefits of acute BCAA supplementation are unclear, even though a systematic review was published this year (20). In some cases, when BCAAs were taken during a marathon a significant improvement in running performance was observed in “slower” runners, while no significant effects on performance were seen in the “faster” runners (19).

To our knowledge, few studies have analysed the effect of BCAA supplementation on vertical jump performance (21,22), and these studies found no influence on vertical jump performance. Thus, the main purpose of this study was to investigate the effect of acute BCAA supplementation on vertical jump performance in professional volleyball players.

METHODS

PARTICIPANTS

Twelve male professional volleyball players involved in training practice, 8 h a week for at least 12 years, volunteered to participate in this double-blind, placebo-controlled study, and gave their written consent. They were randomly assigned to a BCAA group ($n = 6$; age = 23.8 ± 2.2 yrs; body mass = 84.5 ± 15.1 kg; height = 190.8 ± 13.0 cm) or a placebo group ($n = 6$; age = 25.3 ± 5.1 yrs; body mass = 84.9 ± 13.9 kg; height = 185.7 ± 14.0 cm). The tests were carried out in the spring months (from February to April of 2016).

All participants were advised to take no drugs or medications before or during this study, and to keep their regular dietary habits. None of the players had any injuries before or during the intervention period. They had no history of previous endocrine disorders. The experimental procedures, and their associated risks and benefits were explained prior to the medical examination. The study was approved by the Ethics Committee at Universidad de Extremadura (118/2016), and was performed in accordance with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki (2008), with the Fortaleza update (23).

EXPERIMENTAL PROTOCOL AND EVALUATION PROGRAM

This study was performed with a double-blind, placebo-controlled design in order to analyze the effects of 21 g of oral supplementation of BCCA, 7 g per day on Monday, Wednesday and Friday, on VJ performance. The experiment was carried out in a usual week of volleyball training, with three training sessions per week plus the competitive game in the weekend. Each training session has the same parts: warm-up, plyometric training, technical and tactical drills, and cool-down (Fig. 1). Placebo and BCAA double-blind supplementation were randomly distributed,

Warm-up	CMJ test	BBCA or Placebo	Plyometric training	CMJ test	Technical-tactical drills	CMJ test	Cool-down
15'			15'		60'		15'

Figure 1.

Parts of the volleyball training session, when the vertical jump was measured and the supplement was taken (CMJ: countermovement jump; BCAA: branched-chain amino acid).

and administered three times, 7 g each time, during a week. Each dose contained either leucine, isoleucine and valine (BCAA) or a watermelon-flavored drink with no sugar added (placebo). The BCAA supplement (Amix, Almoradí (Alicante), Spain) contained a 2:1:1 ratio for leucine, isoleucine and valine. BCAAs were mixed in 500 mL of water. The placebo was made with 500 mL of a watermelon-flavored beverage. During the study none of the participants reported any side effects such as intestinal dysfunction. The BCAA dose was based on individual body mass.

All participants attended the laboratory (9.00 a.m.) for testing at two specific time points during the study: 1) at baseline (T1), and 2) post-treatment (T2-T1). The BCAA group ingested one capsule per day, while the players in the CG took a placebo pill identical to that given in the other group. Both groups took their dose every morning on an empty stomach from T1 to the last day of T2). The control group served as baseline or “standard” condition since no supplements were involved.

All players were informed on proper food tracking by trained dieticians/nutritionists.

COUNTERMOVEMENT JUMP PERFORMANCE

Participants started in a standing position, with their feet placed shoulder-width apart, on the centre of the force platform, and were asked to jump as high as possible with a rapid countermovement jump (CMJ) after a standard warm-up. Hands were kept on the hips throughout the execution of the jump. Subjects were instructed to jump the highest they could. The app, My jump, for iPhone

6 (Apple Inc., USA) was used to calculate the height of CMJs with an iPhone 6 mobile phone, which has a high-velocity camera of 240 Hz, and a quality of 720 p HD. How to record every CMJ and measure the height of each CMJ with the My Jump app was described previously (24).

STATISTICAL ANALYSES

Data are presented as mean $\pm$ SD. Firstly, Shapiro-Wilk tests (< 50) were performed on the values of the study parameters to decide between parametric or non-parametric data. Secondly, the homoscedasticity of the variables was analyzed using the Levene test. Differences were determined using a 2-way, repeated measures ANOVA (group 2, time 8). For significant differences LSD post-hoc, pair-wise comparisons were used. Effect sizes among participants were calculated using the partial eta squared test (η^2p). Since this measure is likely to overestimate effect sizes, values were interpreted according to Ferguson (25), who indicates there has been no effect if $0 \leq \eta^2p < 0.05$; a minimum effect if $0.05 \leq \eta^2p < 0.26$; a moderate effect if $0.26 \leq \eta^2p < 0.64$; and a strong effect if $\eta^2p \geq 0.64$. Analyses were performed using the SPSS software, version 24.0 (SPSS, Inc, Chicago, Illinois, USA), and statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

RESULTS

CMJ height is presented in figure 2. There were no differences in vertical jump performance between groups, and the post-hoc

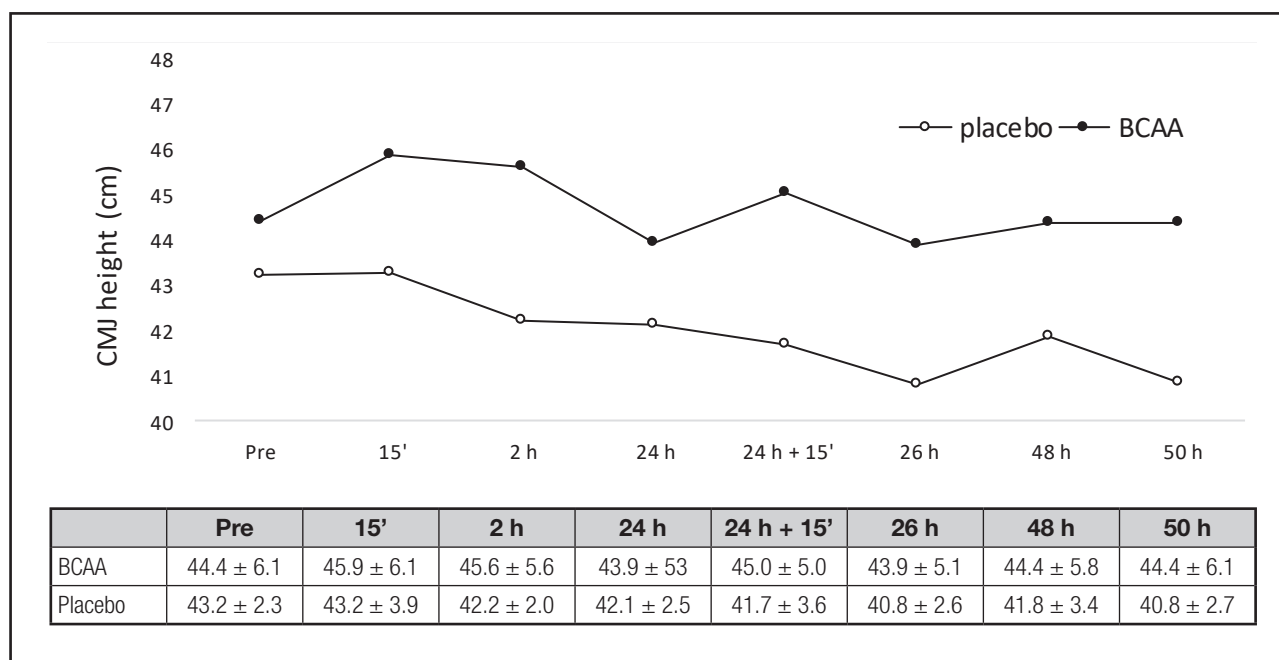


Figure 2.

Comparison of the countermovement jump (CMJ) height (mean $\pm$ SD) between the branched-chain amino acid (BCAA) group and the placebo group. Baseline measures (Pre).

analysis did not show any significant differences in jump performance between the BCAA group and the placebo group from pre-test to 50 hours afterwards.

DISCUSSION

This study aimed to investigate the effect of acute BCAA supplementation on vertical jump performance in professional volleyball players. The main results show that administering 7 g of BCAA every 24 hours, 3 times in a week, was not enough to enhance the maximal anaerobic power as measured by vertical jump in professional volleyball players as compared to a placebo group. Dietary supplementation appears to be widely used in sport with a considerable proportion of athletes consuming supplements with low levels of scientific evidence, occupying amino acids/BCAA-based supplements the second position (37 %) (26).

Our results are in accordance with previous studies that observed no improvement in VJ performance after BCAA supplementation (21) or a diet rich in BCAAs (22). Portier et al. (22) showed that the ingestion of a diet rich in BCAAs in sailors preserved, 33 hours later, memory performance and decreased feelings of fatigue; however, no change in any physical performance measure, VJ or handgrip, were observed at the end of the race between the BCAA and the control group. Howatson et al. (21) observed that BCAA supplementation before and following resistance exercise reduced muscle damage and accelerated recovery in resistance trained males; however, vertical jump performance was not different between the BCAA and the placebo groups.

We consider that the amount of BCAAs administered was enough to improve performance; previous studies have shown that 5.5-5 g of BCAAs per participant before resistance exercise reduced the delayed-onset muscle soreness (27). In our study, 7 g of BCAAs were consumed and CMJ height performance was maintained over the week. Another study administered a higher amount of BCAAs, 20 g per day, with no positive effect on vertical jump performance in the next four days (21).

Most of the studies that observed a positive effect of BCAAs on physical performance included chronic BCAA supplementation (16-18). Sprint performance in cyclists was achieved after 10 weeks of BCAA supplementation (18); improvement in endurance and power in canoeists was reached with 6 weeks of leucine supplementation (16). Also in untrained participants a physical fitness improvement was obtained after a month of BCAA supplementation (17). So, more studies are needed to elucidate if acute BCAA administration can improve vertical jump performance.

It is known that BCAAs can reduce muscle soreness, muscle damage, and inflammation (28), and improve the recovery of muscle function (21), so one reason that could explain why in our study there is no difference in CMJ performance could be that training sessions load did not cause significant muscle damage in our volleyball players, so there was no benefit of taking BCAA oral supplementation. In this way, previous research has included protocols to produce high muscle damage (27); however, our vol-

leyball players had an official competition at the end of the study, so we could not apply excessive training.

Future research might consider to administer BCAAs in volleyball players after an exhausting training protocol outside the season, in order to see the possible benefits of BCAAs on vertical jump performance.

Limitations of the study may include a lack of dietary control in all participants, which may lead to differences in protein ingestion between groups, and thus explain why the control group were able to maintain their vertical jump performance at the same level as the BCAA group. We asked players to keep their habitual food intake prior to the study, but we did not control it.

CONCLUSION

In conclusion, 7 g of BCAA every 24 hours, 3 times a week, did not improve maximal anaerobic power in professional volleyballers.

REFERENCES

1. Pérez-Gómez J, Calbet JA. Training methods to improve vertical jump performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2013;53:339-57. DOI: R40Y2013N04A0339
2. Sheppard JM, Dingley AA, Janssen I, Spratford W, Chapman DW, Newton RU. The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Sci Med Sport* 2011;14:85-9. DOI: 10.1016/j.jsams.2010.07.006
3. Sheppard JM, Gabbett T, Taylor KL, Dorman J, Lebedew AJ, Borgeaud R. Development of a repeated-effort test for elite men's volleyball. *Int J Sports Physiol Perform* 2007;2:292-304.
4. Bahr MA, Bahr R. Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11,943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. *Br J Sports Med* 2014;48:1322-6. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093593
5. Magalhaes J, Inacio M, Oliveira E, Ribeiro JC, Ascensao A. Physiological and neuromuscular impact of beach-volleyball with reference to fatigue and recovery. *J Sports Med Phys Fitness* 2011;51:66-73. DOI: R40112858
6. Lidor R, Ziv G. Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players-a review. *Pediatr Exerc Sci* 2010;22(1):114-34.
7. Portal S, Zadik Z, Rabinowitz J, Pilz-Burstein R, Adler-Portal D, Meckel Y, et al. The effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal and inflammatory mediators in elite adolescent volleyball players: a prospective randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Eur J Appl Physiol* 2011;111(9):2261-9. DOI: 10.1007/s00421-011-1855-x
8. Lu J, Xie G, Jia W. Insulin resistance and the metabolism of branched-chain amino acids. *Front Med* 2013;7:53-9. DOI: 10.1007/s11684-013-0255-5
9. da Luz CR, Nicastro H, Zanchi NE, Chaves DF, Lancha AH, Jr. Potential therapeutic effects of branched-chain amino acids supplementation on resistance exercise-based muscle damage in humans. *J Int Soc Sports Nutr* 2011;8:23. DOI: 10.1186/1550-2783-8-23
10. Layman DK. Role of leucine in protein metabolism during exercise and recovery. *Can J Appl Physiol* 2002;27:646-63.
11. Blomstrand E, Hassmen P, Ek S, Ekblom B, Newsholme EA. Influence of ingesting a solution of branched-chain amino acids on perceived exertion during exercise. *Acta Physiol Scand* 1997;159:41-9. DOI: 10.1046/j.1365-201X.1997.547327000.x
12. Davis JM, Welsh RS, De Volve KL, Alderson NA. Effects of branched-chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent, high-intensity running. *Int J Sports Med* 1999;20:309-14. DOI: 10.1055/s-2007-971136
13. Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J, Sánchez-Ureña B, Ostojic SM, Terrados N. Recovery in volleyball. *J Sports Med Phys Fitness* 2019;59(6):982-93. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08929-6

14. Koba T, Hamada K, Sakurai M, Matsumoto K, Hayase H, Imaizumi K, et al. Branched-chain amino acids supplementation attenuates the accumulation of blood lactate dehydrogenase during distance running. *J Sports Med Phys Fitness* 2007;47:316-22.
15. Chen YM, Lin CL, Wei L, Hsu YJ, Chen KN, Huang CC, et al. Sake Protein Supplementation Affects Exercise Performance and Biochemical Profiles in Power-Exercise-Trained Mice. *Nutrients* 2016;8:106. DOI: 10.3390/nu8020106
16. Crowe MJ, Weatherson JN, Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 2006;97:664-72. DOI: 10.1007/s00421-005-0036-1
17. De Lorenzo A, Petroni ML, Masala S, Melchiorri G, Pietrantuono M, Perriello G, et al. Effect of acute and chronic branched-chain amino acids on energy metabolism and muscle performance. *Diabetes, nutrition & metabolism* 2003;16:291-7.
18. Kephart WC, et al. Ten weeks of branched-chain amino acid supplementation improves select performance and immunological variables in trained cyclists. *Amino Acids* 2016;48:779-89. DOI: 10.1007/s00726-015-2125-8
19. Blomstrand E, Hassmen P, Ekblom B, Newsholme EA. Administration of branched-chain amino acids during sustained exercise--effects on performance and on plasma concentration of some amino acids. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1991;63:83-8.
20. Fedewa MV, Spencer SO, Williams TD, Becker ZE, Fuqua CA. Effect of branched-Chain Amino Acid Supplementation on Muscle Soreness following Exercise: A Meta-Analysis. *Int J Vitam Nutr Res* 2019;2:1-9. DOI: 10.1024/0300-9831/a000543
21. Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr* 2012;9:20. DOI: 10.1186/1550-2783-9-20
22. Portier H, Chatard JC, Filaire E, Jaunet-Devienne MF, Robert A, Guezennec CY. Effects of branched-chain amino acids supplementation on physiological and psychological performance during an offshore sailing race. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:787-94. DOI: 10.1007/s00421-008-0832-5
23. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2013;310(20):2191-4. DOI: 10.1001/jama.2013.281053
24. Carlos-Vivas J, Martín-Martínez JP, Hernandez-Mocholi MA, Pérez-Gómez J. Validation of the iPhone app using the force platform to estimate vertical jump height. *J Sports Med Phys Fitness* 2018;58(3):227-32. DOI: R40Y9999N00A16092202
25. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice* 2009;40(5):532-8.
26. Baltazar-Martins G, Brito de Souza D, Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, Plata MDM, Del Coso J. Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. *J Int Soc Sports Nutr* 2019;16(1):30. DOI: 10.1186/s12970-019-0296-5
27. Shimomura Y, Inaguma A, Watanabe S, Yamamoto Y, Muramatsu Y, Bajotto G, et al. Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20(3):236-44.
28. Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Sakurai M, Higuchi T, Miyata H. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *J Sports Med Phys Fitness* 2009;49(4):424-31.



Trabajo Original

Antidiabetic effect of olive leaf extract on streptozotocin-induced diabetes *mellitus* in experimental animals

Efecto antidiabético del extracto de hoja de olivo sobre la diabetes mellitus inducida por estreptozotocina en animales de experimentación

Murat Gürbüz¹ and Serdal Ögüt²

¹Department of Nutrition and Dietetics. Trakya University, Edirne, Turkey. ²Department of Nutrition and Dietetics. Adnan Menderes University, Aydın, Turkey

Abstract

Introduction: recently, a relationship between diabetic complications and oxidative stress has been emphasized. There have been some studies showing the effect of olive leaf on hyperglycemia and diabetic complications due to its antioxidant properties. In many studies the effect of olive leaf on plasma total antioxidant level has been measured by different methods. Our study represents the first time it has been measured by a new method of total thiol disulfide homeostasis.

Objective: chronic exposure to hyperglycemia and hyperlipidemia contributes to the pathogenesis of diabetic complications through oxidative stress mediators. Thiol is one of the most important antioxidant barriers in humans, and thiol disulfide homeostasis is a new oxidative stress marker. We aimed to investigate the effect of olive leaf extract (OLE) obtained from fresh leaves of *Olea europaea*, var *oleaster* on diabetic complications through their hypoglycemic and antioxidant effect in diabetic rats.

Methods: twenty-eight Wistar albino rats aged 12-13 weeks were used in the study. The rats were divided into a control group (C), a diabetic control group (DC), a diabetic group treated with 200 mg/kg OLE (D+200), and a diabetic group treated with 400 mg/kg OLE (D+400), having 7 rats in each group. The treatment groups received OLE by the gavage method for 21 days. At the end of the study, all rats were sacrificed by cervical dislocation. Blood samples collected from the heart were centrifuged and glucose, total cholesterol, triglyceride, urea, uric acid, creatinine, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), lipid hydroperoxide (LOOH) level, and thiol-disulfide homeostasis were determined. The hemoglobin A1c (HbA1c) analysis was performed on complete blood. In addition, a tail flick test and hot plate modeling were performed to indicate pain perception loss.

Results: it was observed that OLE had no effect on serum glucose and HbA1c levels. On the contrary, OLE reduced the levels of total cholesterol ($p < 0.01$), urea ($p < 0.01$) and hot plate latency ($p < 0.01$) in a significant manner. Also, OLE showed a tendency to reduce LOOH levels and to increase thiol levels in a dose-dependent manner ($p > 0.05$).

Conclusion: OLE supplementation for 21 days, at the amounts used, cannot protect against hyperglycemia but may be protective against hypercholesterolemia and tissue damage as caused by diabetes *mellitus* in rats.

Keywords:

Olive leaf. Oleuropein.
Antidiabetic activity.
Olea europaea L.

Received: 19/02/2020 • Accepted: 20/06/2020

Original article: This study was supported by the Adnan Menderes University Scientific Research Projects Unit, project number 17004.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Gürbüz M, Ögüt S. Antidiabetic effect of olive leaf extract on streptozotocin-induced diabetes *mellitus* in experimental animals. Nutr Hosp 2020;37(5):1012-1021

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03051>

Correspondence:

Murat Gürbüz, Department of Nutrition and Dietetics.
Trakya University, Edirne, Turkey
e-mail: muratgurbuz@trakya.edu.tr

Resumen

Introducción: recientemente se ha resaltado la relación entre las complicaciones diabéticas y el estrés oxidativo. Se han realizado algunos estudios que muestran el efecto de la hoja de olivo sobre la hiperglucemia y las complicaciones diabéticas debido a sus propiedades antioxidantes. En muchos estudios, el efecto de la hoja de olivo sobre el nivel de antioxidantes totales en plasma se ha medido mediante diferentes métodos. En nuestro estudio se ha medido por primera vez mediante un nuevo método de homeostasis total de disulfuro de tiol.

Objetivo: la exposición crónica a la hiperglucemia y la hiperlipidemia contribuye a la patogénesis de las complicaciones diabéticas a través de mediadores del estrés oxidativo. El tiol es una de las barreras antioxidantes más importantes de los seres humanos y la homeostasis del disulfuro de tiol es un nuevo marcador de estrés oxidativo. El objetivo fue investigar el efecto del extracto de hoja de olivo (OLE), obtenido de hojas frescas de *Olea europaea* var. Oleaster, sobre las complicaciones diabéticas a través del efecto hipoglucémico y antioxidante en ratas diabéticas.

Métodos: se utilizaron en el estudio veintiocho ratas albinas Wistar de 12-13 semanas de edad. Las ratas se agruparon en un grupo de control (C), un grupo de control diabético (DC), un grupo diabético tratado con 200 mg/kg de OLE (D+200) y un grupo diabético tratado con 400 mg/kg de OLE (D+400), teniendo 7 ratas en cada grupo. Los grupos de tratamiento recibieron OLE por el método del "gavage" durante 21 días. Al final del estudio, todas las ratas fueron sacrificadas por dislocación cervical. Las muestras de sangre recogidas del corazón se centrifugaron y se determinaron los niveles de glucosa, colesterol total, triglicéridos, urea, ácido úrico, creatinina, alanina-aminotransferasa (ALT), aspartato-aminotransferasa (AST), hidroperóxido de lípidos (LOOH) y homeostasis de tiol disulfuro. El análisis de la hemoglobina A1c (HbA1c) se realizó en sangre entera. Además, se realizaron pruebas de movimiento de la cola y modelado de placa caliente para indicar la pérdida de percepción del dolor.

Resultados: se observó que el OLE no tuvo efecto sobre los niveles de glucosa y HbA1c en el suero. Por el contrario, el OLE redujo los niveles de colesterol total ($p < 0,01$) y urea ($p < 0,01$), y la latencia de la placa caliente ($p < 0,01$) de manera significativa. Además, el OLE mostró tendencia a reducir el nivel de LOOH y a aumentar el nivel de tiol de manera dependiente de la dosis ($p > 0,05$).

Conclusión: la suplementación con OLE durante 21 días en las cantidades usadas no puede proteger contra la hiperglucemia pero sí puede proteger contra la hipercolesterolemia y el daño tisular causado por la diabetes *mellitus* en las ratas.

Palabras clave:

Hoja de olivo.
Oleuropeína.
Actividad
antidiabética. *Olea
europaea* L.

INTRODUCTION

The International Diabetes Federation (IDF) defines diabetes *mellitus* (DM) as a chronic condition that occurs when insulin cannot be produced or used, and is diagnosed by the elevation of blood glucose. The IDF recognizes DM as one of the most important public health problems of the next millennium. According to the IDF's report, the number of diabetic patients worldwide is approximately 463 million, and this number is projected to reach 578 million by 2030, and 700 million by 2045. Also, DM and its complications caused the death of 4,2 million people in 2019, and it is of late one of the costliest chronic diseases in the world (1).

Many drugs have been used to treat diabetes and delay diabetes complications. However, the high costs and adverse effects of treatment have increased interest in complementary and alternative therapies. Therefore, the number of studies on alternative treatments using medicinal plants has increased recently (2). Among these medicinal plants, olive tree leaves, which are an important source of antioxidants, have been used in traditional treatments for centuries in regions where olives grow (3). Moreover, there are numerous academic studies reporting the benefits of olive leaf in terms of health (4-6). However, there are many bioactive molecules in the composition of olive leaves, with the most widely known and recognized compounds in OLE being secoiridoids (oleuropein, ligstrosid, l-methyloleuropein), flavonoids (kaempferol, apigenin, and luteolin), and phenolic compounds (hydroxytyrosol, tyrosol, and caffeic acid) (7). Several experimental studies have reported the health benefits of these bioactive compounds, and these studies have focused on the antioxidant, antihypertensive, hypoglycemic, hypolipidemic, anti-inflammatory, and antiviral effects of these compounds (8-13).

Diabetes is a serious syndrome that may cause chronic complications such as neuropathy, diabetic kidney disease, retinopathy, cardiomyopathy, peripheral artery disease, coronary artery

disease, and stroke. Oxidative stress has been an important part of the complex mechanism that leads to the development or aggravation of diabetes and its complications (14). Recently, the relationship between diabetic complications and oxidative stress has been emphasized (3,14,15). Glycemic control is considered the primary therapeutic intervention in DM because hyperglycemia causes an increase in lipid peroxidation, a change in glutathione redox state, and a reduction in antioxidant enzyme activity (8). However, interest in the use of natural antioxidants is increasing considerably to alleviate oxidative damage in diabetes. It is suggested that the negative effects of oxidative stress are reduced by supplementation with natural antioxidants. Therefore, we investigated the effect of olive leaf extract on oxidative damage and the progression of diabetes in a diabetic rat model.

MATERIALS AND METHODS

ANIMALS

Twenty-eight male Wistar albino rats weighing between 180 and 220 g were used in the study, and four rats were housed per cage. Rats were maintained under a 12:12 light/dark cycle. The laboratory temperature was kept between 20 and 22 °C. The experimental protocol was certified by the Local Animal Ethics Committee in accordance with the Guide for the Care and Use of Experimental Animals. All rats were fed a standard rat diet and tap water *ad libitum*.

PREPARATION OF OLE AND CONTENT ANALYSIS BY HPLC

The olive leaves used in the study were obtained from the Izmir province, Turkey. The leaves were collected during the Fall,

Table I. Total oleuropein amount and antioxidant capacity equivalent per 1 mL in OLE

Total content	Concentration
Oleuropein (mg/mL)	1.48 mg
Total antioxidant capacity (mmol/mL)	2.5 mmol (trolox equivalent)

in November. Before the drying process, leaves were washed with distilled water at room temperature (25 °C), and then were stored until the removal of washing water. Then, they were dried at room temperature and granulated by a grinder until a powdered form was obtained. The dried and granulated leaves were treated with 70 % ethanol solution. To achieve fifty grams of dried and ground olive leaves, these were refluxed at 55 °C for 5 hours with 250 mL of 70 % ethanol. After the extraction process, the solvents were filtrated and evaporated at 60 °C. The prepared samples were stored in the refrigerator at 4 °C during the experiment. The total amount of oleuropein and its equivalent antioxidant capacity in 1 mL of OLE are listed in table I.

EXPERIMENTAL INDUCTION OF DM IN RATS

In experimental rat studies, although higher doses of streptozotocin (STZ) are used in some of them, the common dose of streptozotocin used is in the range of 40-60 mg/kg for STZ-induced diabetic rat models [10,16]. In the present study, experimental diabetes was induced using a single intraperitoneal dose of 50 mg/kg of STZ (Sigma-Aldrich Corp, St Louis, MO, USA) after fasting for 18 hours. To prevent severe hypoglycemia, a 5 % glucose solution was given orally after two hours of the STZ injection. Standard tap water was given instead of glucose solution after eight hours of the STZ injection, and the rats had free access to food and water. DM was induced in all rats injected with STZ, and was defined by the measuring of fasting blood glucose levels three days after the STZ injection. Blood glucose levels higher than 300 mg/dL were considered to be diabetic.

EXPERIMENTAL DESIGN

The rats were allowed to adapt for 10 days before starting the research. After the adaptation period, a total of 28 rats were divided into 4 groups, having 7 rats per group, as follows: control group (C), diabetic control group (DC), diabetic group treated with 200 mg/kg of OLE (D+200), and diabetic group treated with 400 mg/kg of OLE (D+400). Except for the C group, the rats in the other groups were injected with an intraperitoneal single dose of 50 mg/kg of STZ after 18 hours of fasting. The C group was also injected with intraperitoneal citrate buffer solution. For the diabetes model groups, 5 % glucose solution was given orally to prevent severe hypoglycaemia after two hours of the STZ injection.

After eight hours of the STZ injection, normal tap water was given instead of glucose solution. The levels of blood glucose were found to be 300 mg/dL or more in all STZ-induced rats at 3 days after the injection. The treatment groups D+200 and D+400 were then treated with single doses of 200 and 400 mg/kg/day of OLE using the gavage method for 21 days, respectively (Fig. 1). At the end of the study, all rats were sacrificed by the cervical dislocation method after intraperitoneal administration of 90:10 mg/kg of ketamine/xylazine.

BIOCHEMICAL ASSAYS

After 21 days of treatment, eight-hour fasting blood samples were collected from the heart. Blood samples were centrifuged at 2500 rpm for 15 minutes, and blood serum samples were separated. Serum triglycerides, total cholesterol, urea, creatinine, uric acid, AST, and ALT were determined using an automated biochemistry analyzer, and HbA1c was determined by complete blood count analysis using an automated hematology analyzer available at the laboratory of Aydın Adnan Menderes University Research Hospital in Aydın, Turkey. The blood glucose level was determined using a glucometer on blood from a tail vein. In addition, lipid LOOH levels and dynamic thiol/disulfide homeostasis were measured using commercial kits (Triogen Biotech Inc, Istanbul, Turkey). The LOOH assay kit measures the hydroperoxides directly utilizing the redox reactions with ferrous ions. The resulting ferric ions are detected using thiocyanate ion as the chromogen. Dynamic thiol/disulfide homeostasis is a novel automatic and spectrophotometric method developed by Erel and Neşelioglu (17). Reducible disulfide bonds were reduced to form free thiol groups. After reacting with DTNB (5,5p-dithiobis- (2 nitrobenzoic acid), all thiol groups were measured. The disulfide level was calculated as half of the difference between total thiol and native thiol.

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analyses were performed using the Prism program (version 6.01). Statistical significance and significance levels were measured using ANOVA in variables with normal distribution. Tukey's test was used for homogeneous variables, and the Games-Howell test was used for non-homogeneous variables as multiple comparisons test. For non-normal distributions, the Kruskal-Wallis H-test was used (18). Results were expressed as mean $\pm$ SEM and median (Q1-Q3) value of the measurements. The criterion for statistical significance was $p < 0.05$.

RESULTS

EFFECT OF DM AND OLE ON BODY WEIGHT

Body weight changes in each rat group are presented in figure 2. When the initial and final body weights of the rats in each

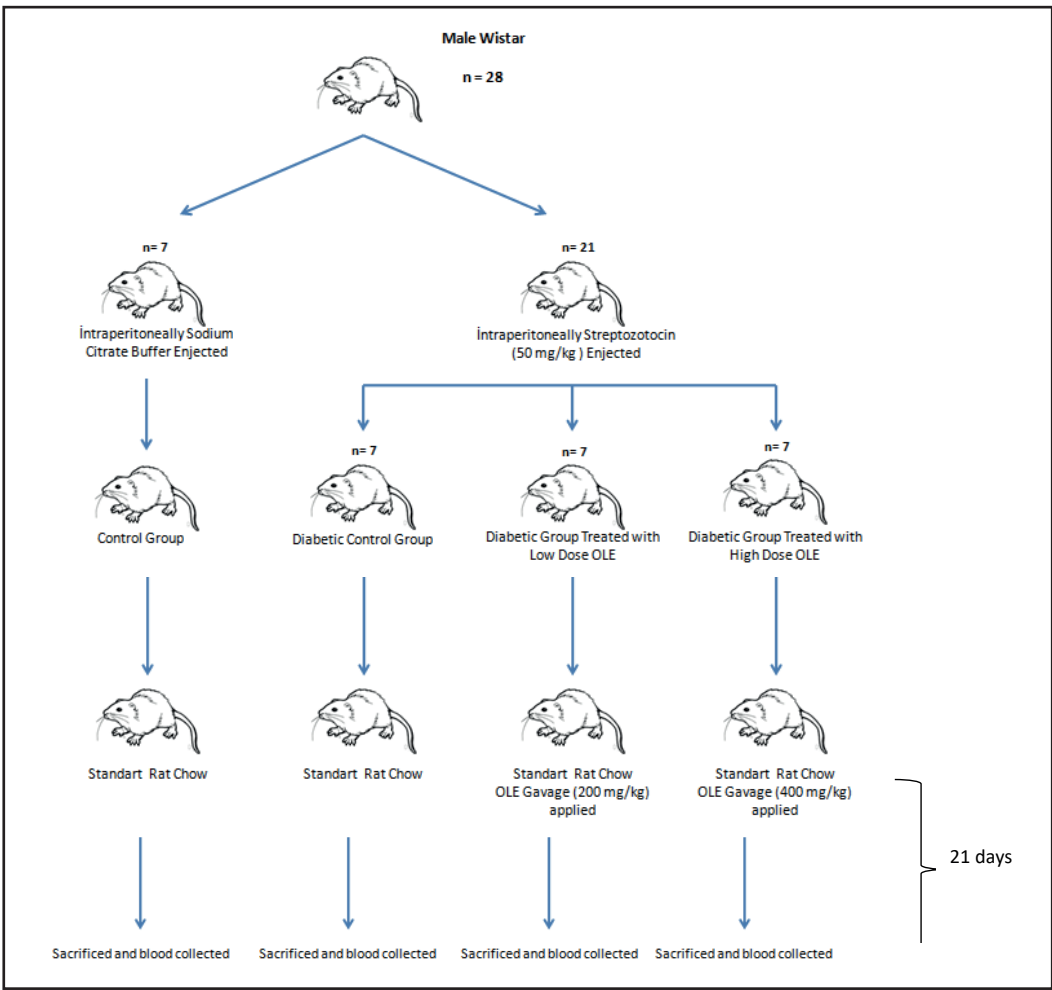


Figure 1.
Experimental design.

group were compared at the end of 21 days, only the body weight changes in the rats in the C group were found to be significant ($p < 0.001$). The rats in the C group gained significant body weight as a requirement of growth. In contrast, there were no significant differences between the initial and final body weights in the rats included in the diabetic groups. The initial and final body weight values in all groups are shown in table II. At the beginning of the study, there were no significant differences in initial body weight between rat groups ($p > 0.05$). But there were significant differences in final body weight between each of the diabetic groups and C group at the end of the study ($p < 0.001$).

EFFECT OF OLE ON GLYCEMIC AND LIPID PROFILE

Glucose levels in the blood samples obtained from all diabetic groups were significantly higher than in the C group ($p < 0.001$). However, HbA1c levels were significantly higher in the diabetic

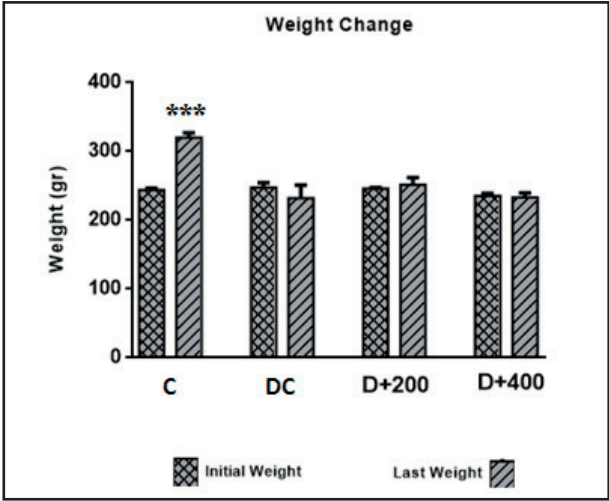


Figure 2.
Changes in body weight. C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE.

Table II. Mean values of body weight, and glycemic, lipid profile

	C $\bar{X} \pm SE$	DC $\bar{X} \pm SE$	D+200 $\bar{X} \pm SE$	D+400 $\bar{X} \pm SE$	p-value
Initial weight (g)	244.3 $\pm$ 2.6	247.5 $\pm$ 7.5	246.3 $\pm$ 1.4	235.5 $\pm$ 3.6	0.236
Final weight (g)	320.2 $\pm$ 6.8	232.3 $\pm$ 19.0 ^a	251.5 $\pm$ 10.5 ^a	233.2 $\pm$ 6.7 ^a	0.000 [*]
Glucose (mg/dL)	120.0 $\pm$ 14.4	547.7 $\pm$ 13.8 ^a	473.3 $\pm$ 16.0 ^a	569.2 $\pm$ 16.5 ^a	0.000 [*]
HbA1c (%)	5.2 $\pm$ 0.1	8.9 $\pm$ 0.2 ^a	8.4 $\pm$ 0.3 ^a	9.1 $\pm$ 0.3 ^a	0.000 [*]
Total cholesterol (mg/dL)	63.5 $\pm$ 2.5	83.5 $\pm$ 6.6 ^a	62.3 $\pm$ 2.1 ^b	77.0 $\pm$ 4.2	0.003 [*]
Triglycerides (mg/dL)	73.8 $\pm$ 7.2	103.3 $\pm$ 22.3	76.7 $\pm$ 9.3	128.5 $\pm$ 12.7	0.410

C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. Values are means $\pm$ SD. ^ap < 0.01 (compared to C group);

^bp < 0.01 (compared to DC group); ^cp < 0.05 (compared to D+200 group).

groups (p < 0.001) compared to the C group. This indicates that OLE had no effect on the glycemic profile of treated diabetic rats. Also, no significant differences were found in glucose and HbA1c levels between diabetic groups (Table II).

A significant increase in serum total cholesterol level was observed in the DC group when compared with the C group. Serum total cholesterol levels were significantly decreased in the diabetic rats treated with 200 mg/kg of OLE when compared to diabetic control rats (p < 0.01). But this effect was not observed in the diabetic rats treated with 400 mg/kg of OLE. In addition, serum triglycerides levels were examined at the end of the study, and no significant differences were observed in serum triglycerides levels between groups (Table II).

EFFECT OF OLE ON HEPATIC AND RENAL FUNCTION

Serum ALT, urea, and creatinine levels were significantly higher in the rats included in the DC group when compared to the rats in the C group at the end of the study. Increased ALT and AST levels by diabetes induction were reduced by OLE treatment in a dose-dependent manner, but not significantly. However, serum urea levels significantly improved in both diabetic groups treated with OLE compared to the DC group (p < 0.001). Conversely,

no significant effect of OLE treatment was observed on serum creatinine levels increased by diabetes induction. In addition, neither diabetes induction nor OLE treatment caused any significant differences in serum uric acid levels (Table III).

EFFECT OF OLE ON ANTIOXIDANT CAPACITY

Dynamic thiol/disulfide homesostasis and serum LOOH levels were determined to observe the effect of OLE treatment on antioxidant capacity. The results showed that OLE increased the level of native and total thiol in a dose-dependent manner, although not significantly. However, the disulfide/thiol ratio tended to decrease in the diabetic rats treated with 200 mg/kg of OLE when compared to both the control and diabetic control rats, whereas the disulfide/thiol ratio increased significantly in the D+400 group as compared to the D+200 group (p < 0.05). In addition, we observed that lipid peroxidation tended to decrease in both groups treated with OLE, although not significantly (Table IV).

EFFECT OF OLE ON PAIN RESPONSE

Loss of pain response and the effect of OLE treatment on pain response were determined using tail flick test and hot plate tests.

Table III. Mean values of liver and kidney function indicators

	C $\bar{X} \pm SE$	DC $\bar{X} \pm SE$	D+200 $\bar{X} \pm SE$	D+400 $\bar{X} \pm SE$	p-value
Urea (mg/dL)	45.5 $\pm$ 1.6	80.5 $\pm$ 7.1 ^a	46.8 $\pm$ 5.7 ^b	48.7 $\pm$ 1.7 ^b	0.000 [*]
Uric acid (mg/dL)	3.2 $\pm$ 0.4	2.8 $\pm$ 0.3	3.5 $\pm$ 0.2	2.3 $\pm$ 0.3	0.064
Creatinine (mg/dL)	0.6 $\pm$ 0.00	0.7 $\pm$ 0.02 ^a	0.6 $\pm$ 0.03	0.7 $\pm$ 0.02 ^a	0.000 [*]
ALT (IU/L)	49.2 (40.0-57.0)	127.0 (94.0-269.2) ^a	74.0 (61.0-145.0)	70.0 (64.0-132.3)	0.003 [*]
AST (IU/L)	156.0 (106.0-191.5)	430.7 (196.0-526.0)	224.0 (156.0-330.0)	181.0 (142.0-286.7)	0.090

C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. Values are means $\pm$ SD or medians (Q1-Q3). ^ap < 0.01 (compared to C group); ^bp < 0.01 (compared to DC group); ^cp < 0.05 (compared to D+200 group).

Table IV. Mean values of oxidant status and antioxidant capacity indicators

	C $\bar{X} \pm SE$	DC $\bar{X} \pm SE$	D+200 $\bar{X} \pm SE$	D+400 $\bar{X} \pm SE$	p- value
Lipid Hydroperoxide (nmol/mL)	37.6 $\pm$ 1.2	38.4 $\pm$ 0.8	37.6 $\pm$ 1.5	34.7 $\pm$ 2.8	0.509
Native thiol (μ mol/L)	347.8 $\pm$ 59.6	380.3 $\pm$ 74.9	428.6 $\pm$ 77.1	680.8 $\pm$ 174.1	0.138
Total thiol (μ mol/L)	418.3 $\pm$ 79.2	425.8 $\pm$ 95.4	454.6 $\pm$ 94.6	846.3 $\pm$ 180.5	0.050
Disulfide (μ mol/L)	35.3 $\pm$ 12.0	22.8 $\pm$ 10.9	13.0 $\pm$ 12.9	82.7 $\pm$ 8.1 ^{a,b}	0.000 [*]
Disulfide/native thiol (%)	0.09 $\pm$ 0.02	0.05 $\pm$ 0.02	0.02 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.06 ^c	0.030 [*]
Disulfide/total thiol (%)	0.07 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.01 $\pm$ 0.03	0.12 $\pm$ 0.02 ^c	0.030 [*]

C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. Values are means $\pm$ SD. ^ap < 0.01 (compared to C group); ^bp < 0.01 (compared to DC group); ^cp < 0.05 (compared to D+200 group).

The results indicated a loss of pain perception, determined by an increased latency time in the hot plate test, associated with neuropathy in the DC group. Treatment with OLE caused a significant decrease in latency times in the hot plate test ($p < 0.001$). The hot plate latency time value in group C rats was similar to that of rats in both treatment groups. However, STZ induction did not significantly increase tail flick latency time in the diabetic control rats, and OLE treatment did not significantly improve latency time in the tail flick test (Table V).

DISCUSSION

DM has gone beyond the point where it can only be seen as a medical problem, and shows multi-dimensional results with acute and chronic complications. It is well known that hyperglycemia causes oxidative stress through mitochondrial dysfunction and increased production of reactive oxygen species (ROS). As a result, oxidative stress and low-grade inflammation contribute significantly to the progression and complications of DM (19). Therefore, glycemic control is considered the primary therapeutic intervention in DM. Due to the side effects and costs of antidiabetic drugs, natural plants such as olive leaves have been reported to be promising in maintaining glycemic control in DM (10). There are two basic theories that explain how olive leaves and their bioactive compounds lower serum glucose levels. The first of these is the view that these bioactive compounds enhance glucosone-dependent insulin secretion (3). The second is that they increase peripheral glucose uptake by AMP-activated protein kinases (AMPK) phosphorylation and glucose transporter type 4 (GLUT4) translocation (20).

Guex et al. (2019) compared the influence of metformin and OLE on blood glucose. They reported that 200 and 400 mg/kg of OLE were efficacious on glycemic control in a similar way to metformin. However, only metformin was reported to be effective on HbA1c (4). Nekooieian et al. (2014) reported that treatment with 20 mg/kg, 40 mg/kg, and 60 mg/kg of oleuropein significantly reduced fasting blood glucose in a type-2 diabetic rat model (21). Moreover, a systematic review and meta-analysis including 8 trials and a total of 162 rats has found that OLE increased insulin levels and decreased blood glucose levels (22). On the contrary, we found that supplementation for 21 days with OLE had no effect on serum glucose or HbA1c in treated diabetic rats (Fig. 3). This difference may be due to a difference in diabetic admission threshold values and in duration of treatment for both sets of rats. In addition, we found that the healthy rats significantly gained body weight as a requirement of growth, while the diabetic rats maintained their initial body weight (Fig. 2). The reason is an insufficient anabolic effect exerted by insulin in diabetic rats.

The long-term presence of hyperglycemia causes excessive neuronal glucose uptake, and then increased intracellular glucose drives the alternative polyol pathway. This pathway contributes to increased oxidative stress in peripheral nervous tissues. Thus, neuronal and microvascular endothelial cell damage as induced by hyperglycemia-mediated oxidative stress contributes to the pathogenesis of neuropathy with loss of protective sensation (23). It has been reported that the antioxidants that directly remove free radicals can reduce the formation or progression of ROS reactions, and thus may improve diabetic neuropathy status by reducing oxidative stress (16). However, the antioxidant effect of olive leaves in

Table V. Mean values of latency indicators

	C $\bar{X} \pm SE$	DC $\bar{X} \pm SE$	D+200 $\bar{X} \pm SE$	D+400 $\bar{X} \pm SE$	p-value
Tail Flick (sec)	4.0 $\pm$ 0.2	4.6 $\pm$ 0.2	3.8 $\pm$ 0.2	4.3 $\pm$ 0.3	0.08
Hot Plate (sec)	4.5 $\pm$ 0.2	6.7 $\pm$ 0.3 ^a	4.4 $\pm$ 0.3 ^b	4.4 $\pm$ 0.2 ^b	0.000 [*]

C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE.

Values are means $\pm$ SD. ^ap < 0.01 (compared to C group); ^bp < 0.01 (compared to DC group); ^cp < 0.05 (compared to D+200 group).

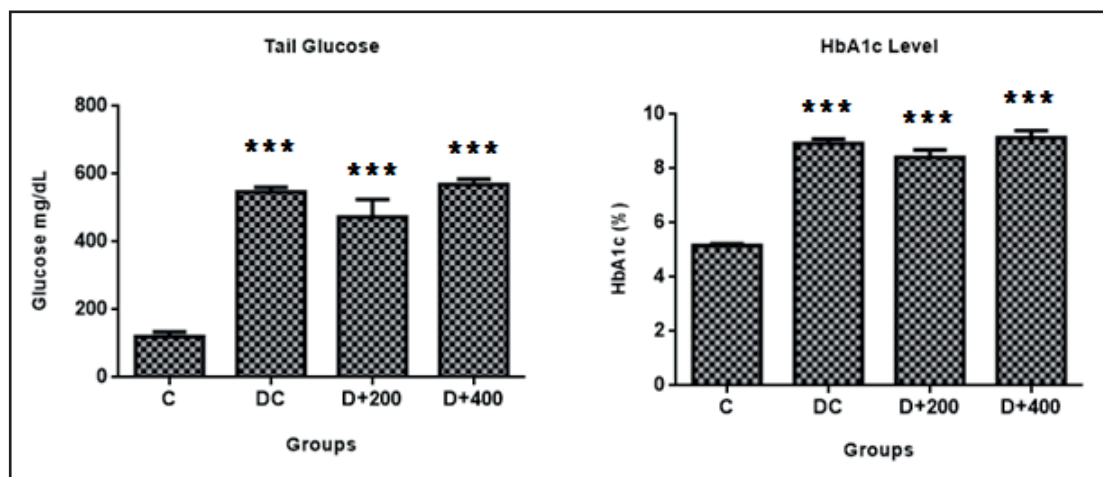


Figure 3.

Evaluation of glycemia control parameters C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. *Compared to C group (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). #Compared to DC group (# $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$).

the literature is remarkable [3,8]. In our model, antioxidant status was indicated by serum LOOH and thiol levels. Thiols (RSH) are a class of organic compounds containing a sulfhydryl group, and may undergo an oxidation reaction to form disulfide (RSSR) bonds under oxidative conditions (17). We found that treatment with olive leaves increased thiol levels and decreased LOOH levels. Also, disulfide and disulfide/thiol levels decreased only with low-dose OLE treatment. Although the improvement seen in the antioxidant indicator is not significant, the loss of pain perception caused by hyperglycemia-induced oxidative stress was significantly prevented in treated diabetic rats (Fig. 6). Similarly, Ristagno et al. (2012) reported that thermal response latency and mechanical withdrawal thresholds changed significantly in parallel with our results (24). Olive leaf may have hyperalgesic effects by preventing neuronal oxidation and inflammation. Regarding this point of view, well-documented studies are needed to explain the accurate mechanism of this effect of treatment with olive leaves.

Lipid profile imbalance is an expected condition in DM. Because insulin has an antilipolytic effect that inhibits the hormone-sensitive lipase in the adipose tissue, as a result, insulin reduces the secretion of free fatty acids from adipose tissue. It also significantly influences lipid metabolism by suppressing intestinal chylomicron and hepatic lipoprotein synthesis, increasing lipoprotein lipase activity and LDL receptor expression in peripheral tissues. Therefore, lipid disorders such as hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia occur secondary to effective insulin deficiency (25). However, lipid disorders can cause vascular damage by increasing the formation of ROS, and it is well known that premature cardiovascular disease is one of the most common causes of death in diabetic patients (26,27). Similar to all these data, elevated cholesterol levels ($p < 0.01$) and a slightly increased lipid peroxidation ($p > 0.05$) were observed in our diabetic control rats. In the previous studies, oleuropein has been reported to be a peroxisome proliferator-activated

receptor α (PPAR α) ligand, and oleuropein treatment reduces in rat hepatocytes the activity of the rate-limiting enzyme of cholesterol synthesis, namely, hydroxymethylglutaryl-CoA (HMG-CoA) reductase (28,29). Moreover, it was reported that treatment with olive leaves significantly decreased serum cholesterol and triglyceride levels in rats fed a high fat diet (11). Similarly, we found that treatment with low-dose olive leaf extract significantly reduced serum total cholesterol ($p < 0.01$), but resulted in no significant improvement in triglyceride levels (Fig. 4).

Diabetic kidney disease is an important cause of chronic kidney disease and end-stage renal failure worldwide (14). Controlling plasma glucose and lipid concentrations in diabetic patients prevents microvascular complications, and therefore the main goal of medical treatment is metabolic control. Hyperlipidemia and increased lipid peroxidation in experimental diabetes models is a well-known and expected condition. Lipid peroxidation products such as malondialdehyde quickly react with biomolecules such as proteins, lipids, and nucleic acids, and may subsequently cause tissue damage (26). However, the synergistic effect of hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia is reported to cause kidney damage in a short time in experimental diabetes models. A possible mechanism is that lipid molecules can induce mesangial cell proliferation and excess basement membrane material production, and thus trigger the development of glomerulosclerosis with a reduction in filtration rate (30). Increased serum creatinine levels are a significant marker of renal dysfunction, together with the less specific urea levels, and hypolipidemic agents (statins) are known to reduce urea and creatinine levels by reducing glomerular damage (31). Our findings showed that serum urea and creatinine levels increased in parallel with hyperlipidemia in diabetic control rats. Similar to the findings of Mohammed et al., we found that olive leaf therapy significantly reduced serum urea levels, although it did not reduce serum creatinine levels (Fig. 5) (32). Increased urea levels increase the risk of mortality in cardiovascu-

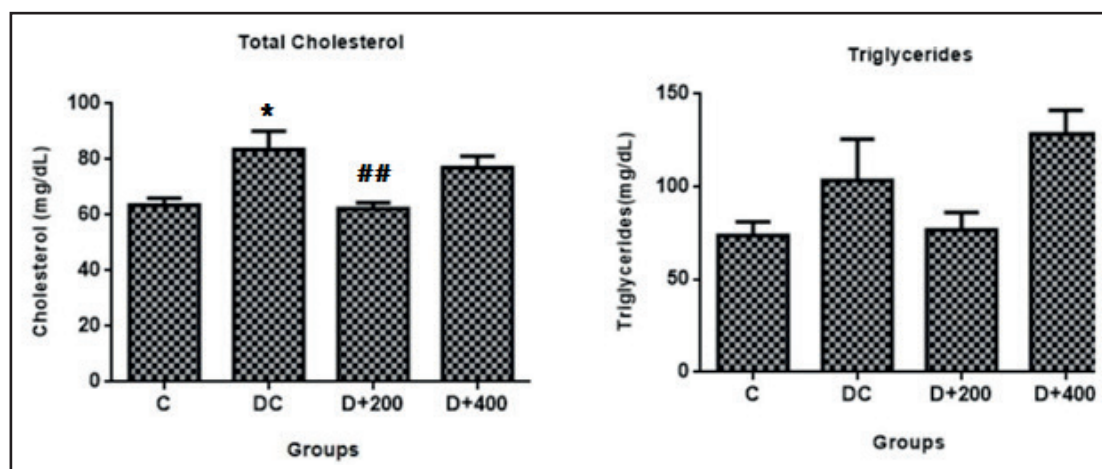


Figure 4.

Evaluation of lipid profile parameters. C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. *Compared to C group (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). #Compared to DC group (# $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$).

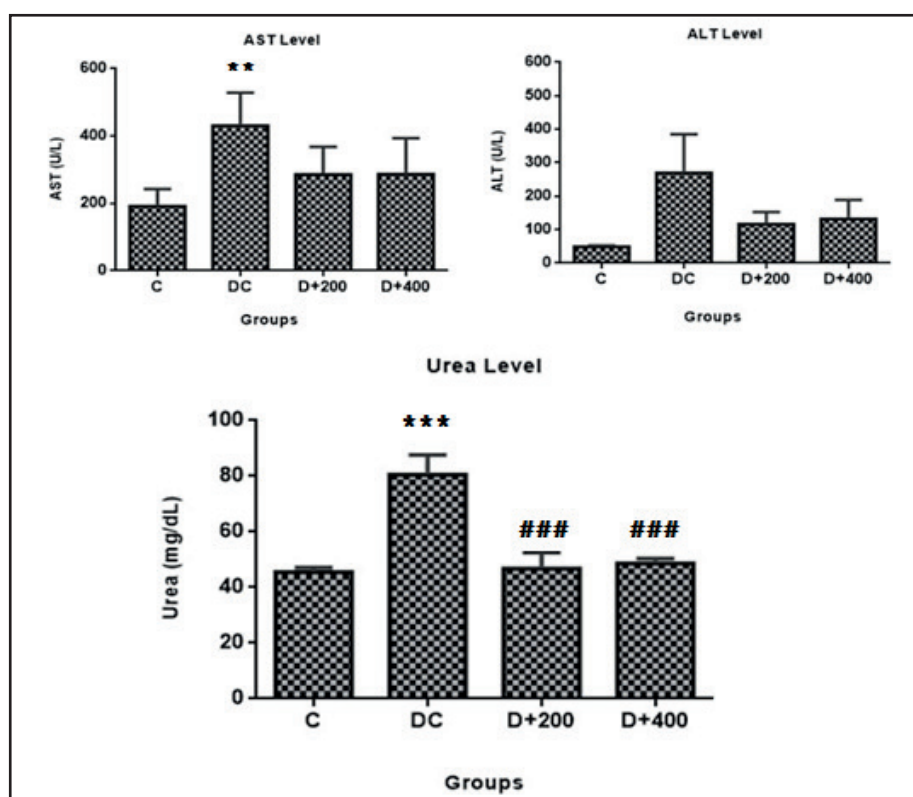


Figure 5.

Mean values of liver damage indicator. C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. *Compared to C group (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). #Compared to DC group (# $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$).

lar diseases, and OLE may possibly reduce urea reabsorption by suppressing urea transporters in collecting ducts.

It has been demonstrated that diabetes induction with STZ causes hepatic tissue damage (10,33). This situation is related

to an inability to suppress lipolysis in adipose tissue, and the ectopic accumulation of fatty acids released from adipose tissue in the liver. However, increased lipid peroxides accumulate in the liver and increase oxidative stress and liver damage (26).

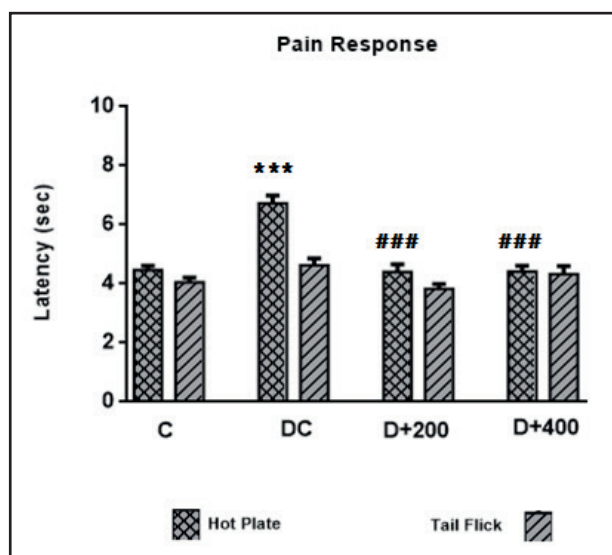


Figure 6.

Mean values of latency indicators. C: control; DC: diabetic control; D+200: diabetes + 200 mg/kg OLE; D+400: diabetes + 400 mg/kg OLE. *Compared to C group (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). #Compared to DC group (# $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$).

Increased ALT and AST levels are documented as determinants of liver dysfunction, and as indicators of cell leakage, cellular damage, and ruptured cell membrane integrity in the liver (10). Also, it has been reported that triglycerides, uric acid, and HbA1c show a positive correlation with increased ALT (34). In our model, we found that ALT ($p < 0.01$) and AST ($p > 0.05$) levels were increased by diabetes induction. Fki et al. (2020) reported that olive leaf therapy exhibited hepatoprotective effects by decreasing ALT and AST levels due to its antioxidant properties (11). Although our findings are in agreement with the study by Fki et al., the decrease in ALT and AST levels was not significant in our treated diabetic rats (Fig. 5).

Recent studies on the relationship between serum uric acid levels and diabetes/diabetic complications are remarkable. Uric acid is the final product of purine metabolism, and is produced in the liver. However, the regulation of blood uric acid levels is largely carried out by the kidney (35). Many studies report that hyperuricemia causes diabetes development or a progression of diabetic complications by increasing oxidative stress (35,36). But, on the contrary, there are other studies that find that uric acid acts as an antioxidant in the early stage of the atherosclerotic process, and is the strongest determinant of plasma antioxidant capacity (37,38). Recently, pre-treatment with oleuropein has been reported to reduce uric acid levels by improving kidney function (39). In the present study, we found that serum uric acid levels were not significantly different between groups. Although there are some studies reporting that olive leaf treatment affects uric acid levels due to its effect on kidney function, further studies are needed to assess the effects on xanthine oxidase enzyme activity.

CONCLUSION

In conclusion, it may be said that OLE supplementation for 21 days does not prevent hyperglycemia in diabetic rats. However, OLE supplementation during 21 days may protect against diabetic complications by reducing the oxidative damage caused by hyperglycemia and hyperlipidemia, due to its antioxidant effect. It is, therefore, necessary to consider the “strong antioxidant” feature of olive leaf mentioned in the literature. Additional experiments are needed to explain the health effects of various treatment dosages of OLE and its bioactive compounds, one of the promising therapeutic agents for diabetic complications.

REFERENCES

- International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas (9th ed.); 2019.
- Furman BL, Candasamy M, Bhattacharya SK, Veettil SK. Reduction of blood glucose by plant extracts and their use in the treatment of diabetes mellitus; discrepancies in effectiveness between animal and human studies. *J Ethnopharmacol* 2020;247:112264. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112264
- Acar-Tek N, Ağagündüz D. Olive Leaf (*Olea europaea* L. folium): Potential Effect on Glycemia and Lipidemia. *Ann Nutr Metab* 2020;1-6. DOI: 10.1159/000505508
- Guex CG, Reginato FZ, de Jesus PR, Brondani JC, Lopes GH, Bauermann LF. Antidiabetic effects of *Olea europaea* L. leaves in diabetic rats induced by high-fat diet and low-dose streptozotocin. *J Ethnopharmacol* 2019;235:1-7. DOI: 10.1016/j.jep.2019.02.001
- Araki R, Fujie K, Yuine N, Watabe Y, Nakata Y, Suzuki H, et al. Olive leaf tea is beneficial for lipid metabolism in adults with prediabetes: an exploratory randomized controlled trial. *Nutr Res* 2019;67:60-6. DOI: 10.1016/j.nutres.2019.05.003
- Almalki DA, Alghamdi SA, Al-Attar AM. Comparative Study on the Influence of Some Medicinal Plants on Diabetes Induced by Streptozotocin in Male Rats. *Biomed Res Int* 2019;2019:3596287. DOI: 10.1155/2019/3596287
- EMA. Assessment report on *Olea europaea* L., folium. United Kingdom: Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC); 2017. Report No: EMA/HMPC/359236/2016.
- Rouibah Z, Ben Mensour A, Reik O, Boumendjel M, Taibi F, Bouaziz M, et al. Chemical composition, antioxidant activities, in an allergic asthma model, of *Olea europaea* L. leaf extracts from Collo (Skikda, Algeria). *Drug Chem Toxicol* 2019;1-12. DOI: 10.1080/01480545.2019.1679827
- Romero M, Toral M, Gómez-Guzmán M, Jiménez R, Galindo P, Sánchez M, et al. Antihypertensive effects of oleuropein-enriched olive leaf extract in spontaneously hypertensive rats. *Food Funct* 2016;7(1):584-93. DOI: 10.1039/C5FO01101A
- Goboza M, Aboua YG, Chegou N, Oguntibeju OO. Vindoline effectively ameliorated diabetes-induced hepatotoxicity by docking oxidative stress, inflammation and hypertriglyceridemia in type 2 diabetes-induced male Wistar rats. *Biomed Pharmacother* 2019;112:108638. DOI: 10.1016/j.biopha.2019.108638
- Fki I, Sayadi S, Mahmoudi A, Daoued I, Marrekchi R, Ghorbel H. Comparative Study on Beneficial Effects of Hydroxytyrosol- and Oleuropein-Rich Olive Leaf Extracts on High-Fat Diet-Induced Lipid Metabolism Disturbance and Liver Injury in Rats. *Biomed Res Int* 2020;2020:1315202. DOI: 10.1155/2020/1315202
- Qabaha K, Al-Rimawi F, Qasem A, Naser SA. Oleuropein Is Responsible for the Major Anti-Inflammatory Effects of Olive Leaf Extract. *J Med Food* 2018;21(3):302-5. DOI: 10.1089/jmf.2017.0070
- Altındış M, Aslan FG, Uzuner H, Ünal H, Köroğlu M, Kulaç S, et al. Comparison of Antiviral Effect of Olive Leaf Extract and Propolis with Acyclovir on Herpes Simplex Virus Type 1. *Mikrobiyol Bul* 2020;54(1):79-94.
- Dos Santos JM, Tewari S, Mendes RH. The Role of Oxidative Stress in the Development of Diabetes Mellitus and Its Complications. *J Diabetes Res* 2019;2019:4189813. DOI: 10.1155/2019/4189813
- Shi Q, Wang J, Cheng Y, Dong X, Zhang M, Pei C. Palbinone alleviates diabetic retinopathy in STZ-induced rats by inhibiting NLRP3 inflammatory activity. *J Biochem Mol Toxicol* 2020;34(7):e22489. DOI: 10.1002/jbt.22489

16. Sun Q, Wang C, Yan B, Shi X, Shi Y, Qu L, et al. Jinmaitong Ameliorates Diabetic Peripheral Neuropathy Through Suppressing TXNIP/NLRP3 Inflammasome Activation In The Streptozotocin-Induced Diabetic Rat Model. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2019;12:2145-55. DOI: 10.2147/DMSO.S223842
17. Erel O, Neselioglu S. A novel and automated assay for thiol/disulfide homeostasis. *Clin Biochem* 2014;47:326-32. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2014.09.026
18. E. Ostertagová, O. Ostertag. Methodology and Application of One-way ANOVA. *AJME* 2013;1(7):256-61.
19. Teodoro JS, Nunes S, Rolo AP, Reis F, Palmeira CM. Therapeutic Options Targeting Oxidative Stress, Mitochondrial Dysfunction and Inflammation to Hinder the Progression of Vascular Complications of Diabetes. *Front Physiol* 2019;9:1857. DOI: 10.3389/fphys.2018.01857
20. Alkhateeb H, Al-Duais M, Qnais E. Beneficial effects of oleuropein on glucose uptake and on parameters relevant to the normal homeostatic mechanisms of glucose regulation in rat skeletal muscle. *Phytother Res* 2018;(4):651-6. DOI: 10.1002/ptr.6012
21. Nekooeian AA, Khalili A, Khosravi MB. Effects of oleuropein in rats with simultaneous type 2 diabetes and renal hypertension: a study of antihypertensive mechanisms. *J Asian Nat Prod Res* 2014;16(9):953-62. DOI: 10.1080/10286020.2014.924510
22. Abunab H, Dator WL, Hawamdeh S. Effect of olive leaf extract on glucose levels in diabetes-induced rats: A systematic review and meta-analysis. *J Diabetes* 2017;9(10):947-57. DOI: 10.1111/1753-0407.12508
23. Xu C, Hou B, He P, Ma P, Yang X, Yang X, et al. Neuroprotective Effect of Salvianolic Acid A against Diabetic Peripheral Neuropathy through Modulation of Nrf2. *Oxid Med Cell Longev* 2020;2020:6431459. DOI: 10.1155/2020/6431459
24. Ristagno G, Fumagalli F, Porretta-Serapiglia C, Orrù A, Cassina C, Pesaresi M, et al. Hydroxytyrosol attenuates peripheral neuropathy in streptozotocin-induced diabetes in rats. *J Agric Food Chem* 2012;60(23):5859-65. DOI: 10.1021/jf2049323
25. Vergès B. Dyslipidemia in Type 1 Diabetes: A Masked Danger. *Trends Endocrinol Metab* 2020;31(6):422-34. DOI: 10.1016/j.tem.2020.01.015
26. Tang Y, Zhong Z. Obusifolin treatment improves hyperlipidemia and hyperglycemia: possible mechanism involving oxidative stress. *Cell Biochem Biophys* 2014;70(3):1751-7. DOI: 10.1007/s12013-014-0124-0
27. Rawshani A, Sattar N, Franzén S, Rawshani A, Hattersley AT, Svensson AM, et al. Excess mortality and cardiovascular disease in young adults with type 1 diabetes in relation to age at onset: a nationwide, register-based cohort study. *Lancet* 2018;392(10146):477-86. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31506-X
28. Malliou F, Andreadou I, Gonzalez FJ, Lazou A, Xepapadaki E, Vallianou I, et al. The olive constituent oleuropein, as a PPAR α agonist, markedly reduces serum triglycerides. *J Nutr Biochem* 2018;59:17-28. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2018.05.013
29. Priore P, Siculella L, Gnani GV. Extra virgin olive oil phenols down-regulate lipid synthesis in primary-cultured rat hepatocytes. *J Nutr Biochem* 2014;25:683-91. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2014.01.009
30. He L, Hao L, Fu X, Huang M, Li R. Severe hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia accelerating renal injury: a novel model of type 1 diabetic hamsters induced by short-term high-fat / high-cholesterol diet and low-dose streptozotocin. *BMC Nephrol* 2015;16:51. DOI: 10.1186/s12882-015-0041-5
31. El-Moselhy MA, El-Sheikh AA. Protective mechanisms of atorvastatin against doxorubicin-induced hepato-renal toxicity. *Biomed Pharmacother* 2014;68(1):101-10. DOI: 10.1016/j.biopha.2013.09.001
32. Mohammed HA, Okail HA, Ibrahim MA, Emam NH. Influences of olive leaf extract in the kidney of diabetic pregnant mice and their offspring. *JOBAS* 2018;79:3. DOI: 10.1186/s41936-018-0024-8
33. Aldahmash BA, El-Nagar DM, Ibrahim KE. Attenuation of hepatotoxicity and oxidative stress in diabetes STZ-induced type 1 by biotin in Swiss albino mice. *Saudi J Biol Sci* 2016;23(2):311-7. DOI: 10.1016/j.sjbs.2015.09.027
34. Johnson RJ, Nakagawa T, Sanchez-Lozada L, Shafiu M, Sundaram S, Le M, et al. Sugar, uric acid, and the etiology of diabetes and obesity. *Diabetes* 2013;62:3307-15. DOI: 10.2337/db12-1814
35. Xiong Q, Liu J, Xu Y. Effects of Uric Acid on Diabetes Mellitus and Its Chronic Complications. *Int J Endocrinol* 2019;2019:9691345. DOI: 10.1155/2019/9691345
36. Gaita L, Timar R, Lupascu N, Roman D, Albai A, Potre O, et al. The Impact Of Hyperuricemia On Cardiometabolic Risk Factors In Patients With Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2019;12:2003-10. DOI: 10.2147/DMSO.S222570
37. Fabbrini E, Serafini M, Colic Baric I, Hazen SL, Klein S. Effect of plasma uric acid on antioxidant capacity, oxidative stress, and insulin sensitivity in obese subjects. *Diabetes* 2014;63(3):976-81. DOI: 10.2337/db13-1396
38. Kuwabara M, Hisatome I, Niwa K, Bjornstad P, Roncal-Jimenez CA, Andres-Hernando A. The Optimal Range of Serum Uric Acid for Cardiometabolic Diseases: A 5-Year Japanese Cohort Study. *J Clin Med* 2020;9(4):E942. DOI: 10.3390/jcm9040942
39. Koc K, Cerig S, Ozek NS, Aysin F, Yildirim S, Cakmak O. The efficacy of oleuropein against non-steroidal anti-inflammatory drug induced toxicity in rat kidney. *Environ Toxicol* 2019;34(1):67-72. DOI: 10.1002/tox.22658



Trabajo Original

Otros

Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial

Efectos de una dieta baja en hidratos de carbono sobre la composición corporal y el rendimiento en el ciclismo de carretera: estudio aleatorizado y controlado

Sebastian Sitko¹, Rafel Cirer Sastre², Francisco Corbi Soler² and Isaac López Laval¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza. Huesca, Spain. ²Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC). Universitat de Lleida. Lleida, Spain

Abstract

Low-carbohydrate diets are frequently used to improve performance in endurance sports, often with contradictory results. This study aimed to assess whether a low-carbohydrate diet can outperform an isocaloric conventional diet for improving body composition and performance in a sample of twenty-six trained male road cyclists (previous experience in cyclosporive events, 7.6 ± 4.4 years; age, 26.9 ± 4.9 years; weekly training volume, 7.8 ± 2.9 hours; height, 176 ± 7 centimeters; body fat percentage, 9.7 ± 0.8 %; weight, 65.3 ± 2.3 kg). Detraining and pre-treatment periods in which nutrition and training were standardized were followed by an eight-week long intervention in which cyclists consumed either a low-carbohydrate diet (15 % of calories from carbohydrates) or a conventional endurance sports diet while maintaining the same training volumes and intensities. Body composition was assessed through electrical impedance, and performance was evaluated through a twenty-minute time trial performed on a smart bike trainer. The results revealed an overall improvement over time in absolute and relative power, body mass, and body fat for both groups, whilst the improvement in absolute power was comparable. The improvements seen in relative power ($p = 0.042$), body mass ($p = 0.006$), and body fat ($p = 0.01$) were significantly higher in the low-carbohydrate group. We concluded that eight weeks of a low-carbohydrate diet significantly reduced body weight and body fat percentage, and improved 20-minute relative power values in a sample of road cyclists when compared to an isocaloric conventional diet.

Keywords:

Road cycling.
Performance. Body composition. Low-carbohydrate diet.

Resumen

Las dietas bajas en carbohidratos se usan con frecuencia para mejorar el rendimiento en los deportes de resistencia, a menudo con resultados contradictorios. Este estudio tuvo como objetivo evaluar si una dieta baja en carbohidratos puede superar a una dieta convencional isocalórica para mejorar la composición corporal y el rendimiento en una muestra de veintiséis ciclistas de carretera masculinos entrenados (experiencia previa en eventos ciclistas, $7,6 \pm 4,4$ años; edad, $26,9 \pm 4,9$ años; volumen de entrenamiento semanal, $7,8 \pm 2,9$ horas; altura, 176 ± 7 centímetros; porcentaje de grasa corporal, $9,7 \pm 0,8$ %; peso, $65,3 \pm 2,3$ kg). Los períodos de desentrenamiento y pretratamiento, en los que se estandarizaron la nutrición y el entrenamiento, fueron seguidos por una intervención de ocho semanas de duración en la que los ciclistas consumieron una dieta de bajo contenido en carbohidratos (15 % de calorías de los carbohidratos) o una dieta convencional para deportes de resistencia, manteniendo los mismos volúmenes de entrenamiento e intensidades. La composición corporal se evaluó a través de la impedancia eléctrica y el rendimiento se evaluó a través de una prueba contrarreloj de veinte minutos realizada en un rodillo de bicicleta inteligente. Los resultados revelaron una mejora general en el tiempo en cuanto a potencia absoluta y relativa, masa corporal y grasa corporal para ambos grupos, mientras que la mejora en potencia absoluta fue comparable. Las mejoras de la potencia relativa ($p = 0,042$), la masa corporal ($p = 0,006$) y la grasa corporal ($p = 0,01$) fueron significativamente mayores en el grupo bajo en carbohidratos. Se concluye que ocho semanas de una dieta baja en carbohidratos redujeron significativamente el peso corporal y el porcentaje de grasa corporal, y mejoraron los valores de potencia relativa de 20 minutos en una muestra de ciclistas de carretera en comparación con una dieta convencional isocalórica.

Palabras clave:

Ciclismo de carretera.
Rendimiento.
Composición corporal. Dieta baja en hidratos.

Received: 01/04/2020 • Accepted: 02/06/2020

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Sitko S, Cirer Sastre R, Corbi Soler F, López Laval I. Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial. Nutr Hosp 2020;37(5): 1022-1027

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03103>

Correspondence:

Sebastian Sitko. Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza. C/Pedro Alfonso 5, 4.º B. 22005 Huesca, Spain
e-mail: sebastian@sitkotraining.com

INTRODUCTION

During the last few years the scientific interest around different strategies for optimizing sports performance through nutritional interventions has been on a constant rise. The emphasis on macronutrient distribution and calorie balance has been substituted by what is nowadays known as “sport nutrition periodization” (1-4). This approach is based on the fact that, similarly to what is expected during training programs, nutritional interventions must be continuously adapted to the phase of the training cycle, and to the current objectives and body composition of the athlete (5). Among all the strategies described in this approach, the one dubbed “training low” could be highlighted. This concept can be defined as performing training sessions with depleted glycogen stores in order to elicit changes in body composition and optimize fat oxidation (6). This can be achieved with different strategies such as training in a fasted state, limiting carbohydrate intake prior or after training, or following a low-carbohydrate diet on a day-to-day basis, among others (7).

Low-carbohydrate diets are frequently used to improve performance in endurance sports, often with contradictory results. A recent systematic review concluded that, while absolute performance values may be negatively affected, the changes in body composition associated to low-carbohydrate diets may result in positive outcomes in those sports in which the power-to-weight ratio plays a crucial role (8). Road cycling is an endurance sport in which relative power values often determine performance (9), as climbing ability usually decides the overall results (10). Scientific evidence regarding the usefulness of low-carbohydrate diets for improving body composition and performance in road cycling is scarce. A previous study (11) reported improvements in relative $\dot{V}O_{2\max}$ and lactate threshold values mainly due to changes in body composition. The sample, however, was composed of off-road cyclists, and the nutritional intervention restricted carbohydrates even further than what could be normally expected during a traditional low-carbohydrate diet. The effects of a low-carbohydrate diet on trained road cyclists have been studied previously with promising results (12). In this study, eleven highly trained road cyclists trained at submaximal intensities while consuming an isocaloric low-carbohydrate diet for one month. The participants lost weight and body fat while absolute power remained unchanged, thus ameliorating their relative power values. However, the intervention presented several limitations such as reduced sample size, short duration, and lack of a control group.

Taking all the previous evidence into account, the authors of the current study hypothesized that low carbohydrate diets could potentially improve performance in endurance sports in general and in road cycling in particular. As previous research presented several limitations, the objectives of the present study were: a) to assess whether a low-carbohydrate diet can improve body composition and performance in a sample of trained road cyclists, and b) to confirm the findings reported in previous research with a longer intervention, a larger sample size, and the presence of a control group.

MATERIALS AND METHODS

PARTICIPANTS

Twenty-six trained male road cyclists were recruited for the study. The main characteristics of the study participants were: previous experience in cyclosportive events, 7.6 ± 4.4 years; age, 26.9 ± 4.9 years; weekly training volume, 7.8 ± 2.9 hours; height, 176 ± 7 centimeters; body fat percentage, 9.7 ± 0.8 %; weight, 65.3 ± 2.3 kg. The inclusion criteria were the same as for the previously published pilot study (8): a) at least seven years of previous experience in cyclosportive events, and b) at least twelve hours of training volume per week. Absence of lower limb injuries and drug or supplement use in the three months prior to and during the intervention were set as exclusion criteria.

After being informed of the benefits and potential risks of the investigation, each participant completed a health-screening questionnaire (13), and provided his written informed consent prior to participation in the study. The study followed the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki, and received approval from the Research Ethics Committee of the autonomous region of Aragon, Spain (PI18/398). Participants were randomized into either low-carbohydrate diet or control group in a 1:1 ratio using a block size of two, created by computerized software (SAS version 9.2). Two sets of sealed envelopes were provided to each investigator and the appropriate set was opened by a third person. Due to the nature of the study (nutritional intervention), blinding was considered inappropriate.

PROTOCOL

The experiment was conducted during the preparatory period of the annual training cycle, when low intensity dominates daily training loads. Training loads with the same frequency, volume, and intensity were adopted by all cyclists during the twelve weeks of the intervention period. The training protocol included high volume and moderate intensity exercise in order to simulate common training practices in road cycling during the preseason. First, participants were asked to abstain from all training and consume their habitual diet for three weeks. This was followed by a four-week conditioning period in which they performed three training sessions per week, and did not change their habitual diet. Later, subjects were randomly allocated to either the low-carbohydrate or conventional diet group. Each one of them performed the same training program and consumed the appropriate diet during an eight-week period. Figure 1 represents the design of the intervention.

TRAINING PROTOCOL

During the conditioning period participants performed three weekly training sessions (Monday, Wednesday and Saturday)

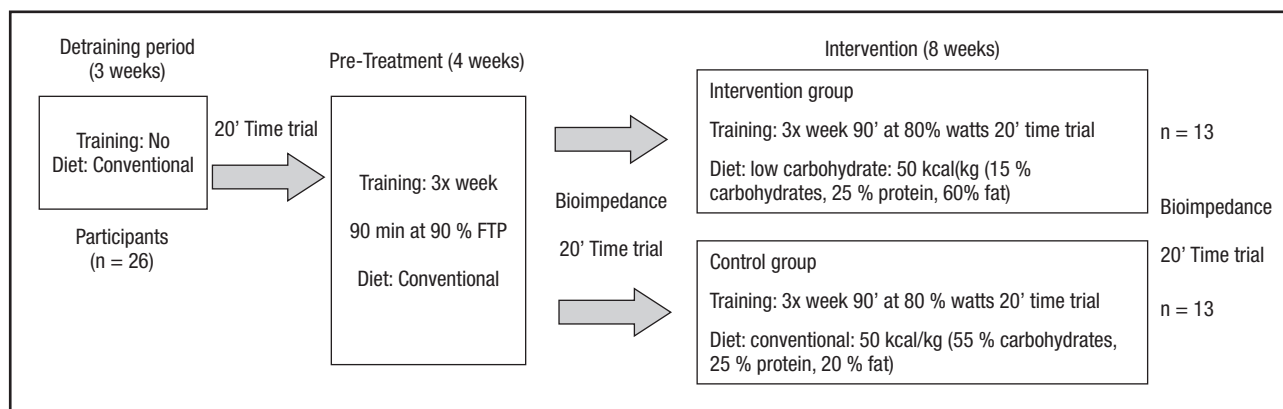


Figure 1.

Design of the intervention protocol.

at a relative power of 90 % of the watts produced during their first 20-minute time trial. Each session lasted 90 minutes. During the intervention period, the intensity was changed to 80 % of the relative power output obtained in the second 20-minute time trial in order to work at intensities in which fat oxidation is enhanced, and to try to create the environment in which theoretically the benefits of a low-carbohydrate diet are largest. The use of 20-minute time trials for the assessment of performance in road cycling is widely accepted both in the scientific and practical fields (9,12,14-18). Participants used a left-sided crank-based power meter for their training sessions (Stages Cycling, Colorado, US). The training files were extracted from the bike computer and sent to the researchers so that adherence to the training program could be monitored. Energy expenditure was assessed with data extracted from the power meter in kilojoules (KJ).

DIETARY INTERVENTION

During the intervention period, participants were instructed to consume either a low-carbohydrate diet (15 % of calorie intake from carbohydrates, 25 % from protein and 60 % from fats) (19,20) or a conventional endurance sports diet (55 % carbohydrates, 25 % protein and 20 % fat) (21), both provided by a certified sports nutritionist. The total caloric intake was provided in relative values (50 kcal/kg/day) for both groups, a quantity that was chosen in order to match the daily energy expenditure and avoid negative energy balances. An informative sheet with recommended foods and foods to be avoided was given to all participants. Intake was assessed with a previously validated once-weekly 72 hours recall (22), which recorded type, quantity, preparation method, and time of each meal and snack to later be analyzed for calorie (kcal) and macronutrient (carbohydrate, fat and protein) distributions (23). Participants were considered as non-adherent when daily macronutrient intake exceeded a 10 % variation of the recommended amounts.

MEASUREMENT OF BODY COMPOSITION AND POWER OUTPUT

Body mass and body fat percentage were evaluated barefoot in the morning hours (7-8 am) after an overnight fast, with the electrical impedance method (BC-602, Tanita Co., Tokyo, Japan). Height was measured according to a previously established protocol (24) with a SECA 214 stadiometer, which is graduated up to 1 mm. Two hours after breakfast, a power assessment test was performed following a previously validated protocol (18) on the Tacx Neo Smart bike trainer (Tacx International, Rijksstraatweg, Netherlands), which allows power, cadence, and heart rate measurement. The protocol performed on the participants can be seen in figure 1. All participants performed the test under the same conditions (temperature 20 °C, humidity 40 %).

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical procedures were performed using the R v3.5.3 program (R Core Team, Vienna, Austria). The Shapiro-Wilk test was used to verify that data met parametric assumptions. Descriptive data are presented as mean $\pm$ standard deviation. Mean comparisons between groups at baseline were made using a t-test for independent samples. Then, a mixed analysis of variance was calculated to assess the effects of group (control and low-carbohydrate) and time (pre, post), as well as their interaction. Differences were expressed as 95 % confidence intervals (95 % CI), effect sizes were assessed as partial eta squared (η_p^2), and magnitudes rated as follows: $\eta_p^2 \geq 0.14$, large effect; $0.14 > \eta_p^2 \geq 0.06$, medium effect; $0.06 > \eta_p^2 \geq 0.01$, small effect; and $\eta_p^2 < 0.01$, trivial effect (25). Statistical significance was assumed when $p < 0.05$.

RESULTS

The daily monitoring of adherence revealed that all participants completed all the expected training sessions. Pairwise group com-

parisons in baseline data revealed that participants in both groups, low-carbohydrate and control, presented comparable values for age ($p = 0.49$), body height ($p = 0.56$), body mass ($p = 0.47$), body fat percentage ($p = 0.45$), training experience ($p = 0.44$), and training weekly volume ($p = 0.75$).

Absolute power in the 20-min time trial increased after the intervention in all participants: $F(1, 24) = 106.07$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.82$ (large), 95 % CI [16.3, 24.4] W (Fig. 2). However, absolute power in the low-carbohydrate group was comparable with that in the control group, in general: $F(1, 24) = 0.03$, $p = 0.86$, $\eta_p^2 = 0$ (trivial), 95 % CI [-9.9, 8.3] W; and changes in absolute power over time were also comparable between groups: $F(1, 24) = 0.05$, $p = 0.83$, $\eta_p^2 = 0$ (trivial), 95 % CI [14.2, 25.7] W in the low-carbohydrate group vs 95 % CI [15.0, 26.5] W in the control group. Relative power also increased after the intervention in all participants, $F(1, 24) = 180.8$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.88$ (large), 95 % CI [0.41, 0.56] W/kg, and was comparable in the low-carbohydrate vs the control group, in general: $F(1, 24) = 1.28$, $p = 0.27$, $\eta_p^2 = 0.05$ (small), 95 % CI [-0.08, 0.29] W/kg. However,

and contrary to absolute power, time changes for relative power were different between groups: $F(1, 24) = 4.61$, $p = 0.042$, $\eta_p^2 = 0.16$ (large), higher in the low-carbohydrate group, 95 % CI [0.46, 0.67] W/kg, than in the control group, 95 % CI [0.31, 0.52] W/kg.

Body mass decreased after the intervention in all participants: $F(1, 24) = 71.08$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.75$ (large), 95 % CI [-3, -1.8] kg. Body mass in the low-carbohydrate group was not statistically different from that in the control group, in general: $F(1, 24) = 4.23$, $p = 0.051$, $\eta_p^2 = 0.15$ (large), 95 % CI [-3.1, 0] kg. However, body mass decrease was different between groups: $F(1, 24) = 9.08$, $p = 0.006$, $\eta_p^2 = 0.27$ (large) and more pronounced in the low-carbohydrate group, 95 % CI [-4.2, -2.5] kg, than in the control group, 95 % CI [-2.4, -0.7] kg. Body fat also decreased after the intervention in all participants: $F(1, 24) = 46.01$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.66$ (large), 95 % CI [-1.3, -0.7] %. Further, body fat was lower in the low-carbohydrate group, in general: $F(1, 24) = 6.6$, $p = 0.017$, $\eta_p^2 = 0.22$ (large), 95 % CI [-1.2, -0.1] %, and the body fat decrease over time was different between groups: $F(1, 24) = 7.75$, $p = 0.01$, $\eta_p^2 = 0.24$

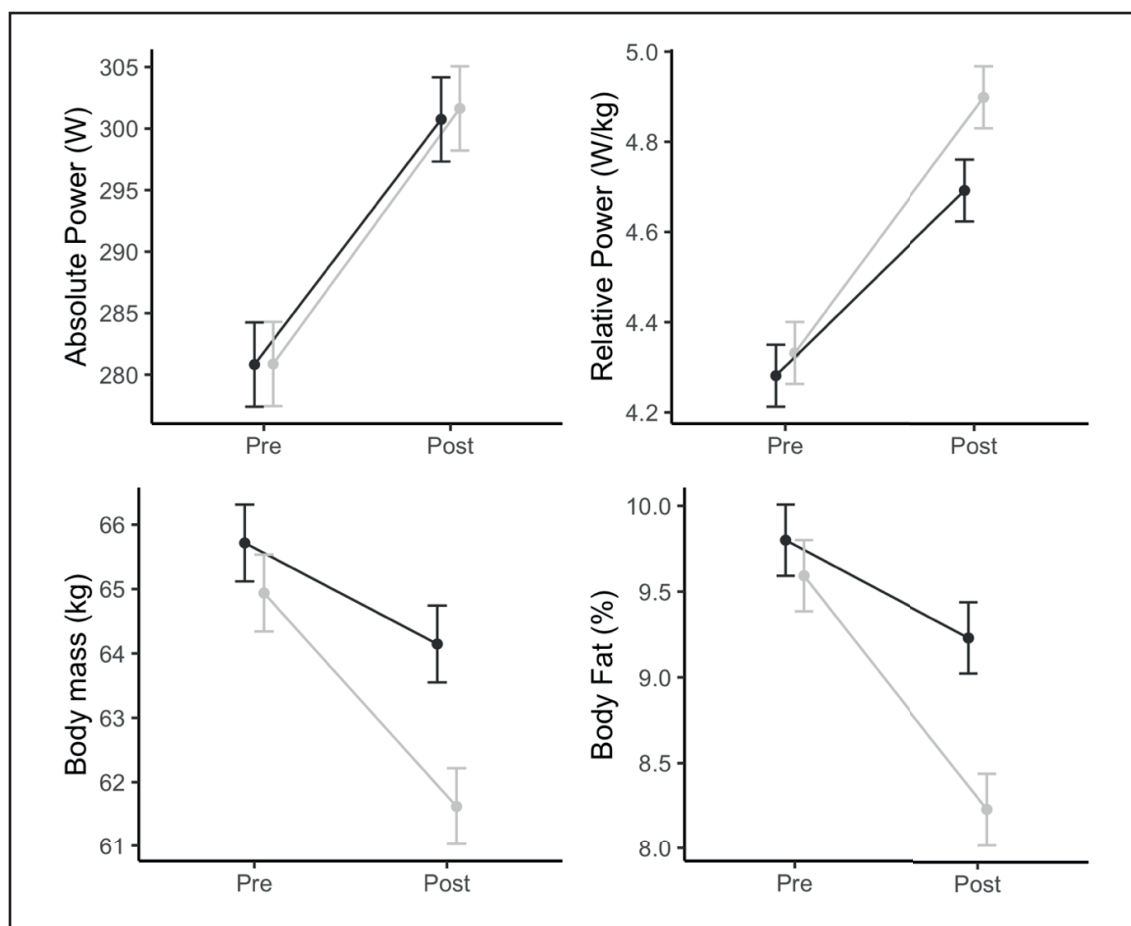


Figure 2.

Effects of the intervention by group, time, and variable. The control group is represented in dark gray, and the low-carbohydrate group in light gray. Horizontal lines represent within-group time changes. Dots and vertical whiskers represent group means and standard errors for each group and time point.

(large), higher in the low-carbohydrate group, 95 % CI [-4.2, -2.5] %, than in the control group, 95 % CI [-2.4, -0.7] %.

DISCUSSION

To the authors' knowledge, this has been the first randomized study that has attempted to assess the effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in trained road cyclists. The main findings of the study were: a) a low-carbohydrate diet did not have any influence on absolute power output; b) body mass and body fat percentages were significantly reduced after eight weeks on a low-carbohydrate diet; and c) as a consequence of the previous finding, the power-to-weight ratio expressed as w/kg increased significantly.

These results are in accordance with the findings reported in a previous systematic review (8), which stated that low-carbohydrate diets typically had positive effects on body composition in endurance athletes and, therefore, improved relative power values. There is a dearth of studies related to the effects of low-carbohydrate diets on cycling performance, and the available evidence is limited to two previous interventions with both off-road (11) and road (12) cyclists. In both studies the limitation of carbohydrates produced reductions in fat mass and improvements in relative performance factors such as peak and threshold oxygen consumption, relative power values, and increased fat oxidation.

As both groups reduced their weight and body fat, and increased absolute power values, the effect of training alone must be considered. However, both groups of participants maintained a neutral energy balance during the study, which suggests that the changes in body composition seen in the low carbohydrate group must be related to the dietary intervention. Furthermore, both groups performed the same training sessions, and energy expenditure deviations were avoided with kilojoule monitoring through power meter data. The theory suggests that low-carbohydrate diets are more effective when implemented in training periods in which moderate exercise intensities are predominant (26). This combination would theoretically allow for improvements in fat oxidation capacities (27), and could help in the management of body composition of endurance athletes (5). According to all of this, the current study attempted to verify whether the low-carbohydrate diet could pose benefits when implemented in the correct contextual framework.

Several issues arise when attempting to use low-carbohydrate diets for performance enhancement in endurance sports. In the first place, evidence suggests that training at high intensities with depleted carbohydrate stores can result in low energy availability and a drop in performance (28). Secondly, although body composition changes associated to low-carbohydrate diets seem useful for attaining an appropriate power-to-weight ratio, carbohydrates are needed in order to optimize recovery (4), achieve higher rates of protein synthesis, and maintain desirable levels of muscle mass (29). With all these concerns in mind, it is suggested that low-carbohydrate diets should not be used during training periods in which high intensities are predominant. Regarding the current study, and based on previous evidence, the authors chose

the preseason as the preferable period for implementing this strategy, as low relative intensities and high-volume work are the main characteristics of this part of the competitive year.

The current study was designed to overcome the limitations observed in previous research regarding low-carbohydrate diets and cycling performance. The authors consider that this was achieved only partially. First, sample size was increased considerably. Although the number of participants enrolled in the current study may be commonly seen in similar research, the authors still consider that future studies should attempt to recruit larger sample sizes. Randomization of participants is another significant advantage, as it has not been done previously in studies regarding cycling and low-carbohydrate diets. The inclusion of blinding could have potentially increased the quality of the study, although the challenges associated with conducting placebo-controlled food interventions and dietary advice interventions are both well known and difficult to overcome (30). The length of the study has also increased considerably when compared with previous research, although it must be considered that adaptations to low-carbohydrate and ketogenic diets normally occur after several weeks or even months (26). Finally, the tool chosen for the assessment of body fat percentage is well known for estimating this variable from total body water, and therefore is not a direct method. Therefore, although this estimation method is commonly used in road cyclists (31,32), its results should be interpreted with caution. Future studies should attempt to incorporate both blinding and laboratory markers such as intensities at which fat oxidation is maximal and changes in maximal oxygen consumption, lactate and ventilatory thresholds in order to further explore the physiological changes associated to low-carbohydrate interventions.

CONCLUSIONS

Eight weeks of a low-carbohydrate diet (15 % of calories from carbohydrates) significantly reduced body weight and body fat percentage, and improved 20-minute relative power values in a sample of road cyclists as compared to an isocaloric conventional diet. Future studies should attempt to incorporate both blinding and laboratory markers, such as intensities at which fat oxidation is maximal and changes in maximal oxygen consumption, and lactate and ventilatory thresholds, in order to further explore the physiological changes associated to low-carbohydrate interventions.

REFERENCES

1. Stellingwerff T. Case study: Nutrition and training periodization in three elite marathon runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012;22(5):392-400. DOI: 10.1123/ijsem.22.5.392
2. López-Gruoso R. Periodization of nutrition in cycling: something basic!!! *J Sci Cycl* 2019;8(1):1-3. DOI: 10.28985/1807.jsc.01
3. Marquet LA, Brisswalter J, Louis J, Tiollier E, Burke LM, Hawley JA, et al. Enhanced endurance performance by periodization of carbohydrate intake: "Sleep Low" strategy. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48(4):663-72. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000823

4. Burke LM, Jeukendrup AE, Jones AM, Mooses M. Contemporary Nutrition Strategies to Optimize Performance in Distance Runners and Race Walkers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019;29(2):117-29. DOI: 10.1123/ijsnem.2019-0004
5. Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med* 2017;47(Suppl 1):51-63. DOI: 10.1007/s40279-017-0694-2
6. Burke LM, Hawley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci* 2011;29(suppl 1):S17-27. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473
7. Jeukendrup, AE, Gleeson, M. Sport nutrition. *Human Kinetics*; 2019.
8. Laval IL, Sitko S. Dietas bajas en hidratos de carbono y rendimiento deportivo: Revisión Sistemática. *J Negat No Posit Results* 2019;4(6):634-43.
9. Denham J, Scott-Hamilton J, Hagstrom AD, Gray AJ. Cycling Power Outputs Predict Functional Threshold Power And Maximum Oxygen Uptake. *J Strength Cond Res* 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002253
10. Lucia A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of Professional Road Cycling. *Sport Med* 2001;31(5):325-37. DOI: 10.2165/00007256-200131050-00004
11. Zajac A, Poprzecki S, Maszczyk A, Czuba M, Michalczyk M, Zydek G. The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients* 2014;6(7):2493-508. DOI: 10.3390/nu6072493
12. Sitko S, Cirer-Sastre R, López Laval I. Effects of a low-carbohydrate diet on performance and body composition in trained cyclists. *Nutr Hosp* 2019;36(6):1384-8. DOI: 10.20960/nh.02762
13. Warburton DER, Jamnik V, Bredin SSD, Shephard RJ, Gledhill N. The 2019 Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *Heal Fit J Canada* 2018;11(4):80-3.
14. MacInnis MJ, Thomas ACQ, Phillips SM. The Reliability of 4-min and 20-min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;1-27. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0100
15. Sorensen A, Aune TK, Rangul V, Dalen T. The Validity of Functional Threshold Power and Maximal Oxygen Uptake for Cycling Performance in Moderately Trained Cyclists. *Sport (Basel, Switzerland)* 2019;7(10):217. DOI: 10.3390/sports7100217
16. Klitzke Borszcz F, Ferreira Tramontin A, Pereira Costa V. Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists? *Int J Sports Physiol Perform* 2019;14(8):1029-35. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0572
17. Gavin TP, Van Meter JB, Brophy PM, Dubis GS, Potts KN, Hickner RC. Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. Vol. 26, *Journal of Strength and Conditioning Research* 2012;26(2):416-21. DOI: 10.1519/JSC.0b013e-318220b4eb
18. Allen H, Coggan A. Training and racing with a power meter. *VeloPress*; 2019.
19. Cipryan L, Plews DJ, Ferretti A, Maffetone PB, Laursen PB. Effects of a 4-Week Very Low-Carbohydrate Diet on High-Intensity Interval Training Responses. *J Sports Sci Med* 2018;17(2):259-68.
20. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, Bernstein RK, Fine EJ, Westman EC, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: Critical review and evidence base. *Nutrition* 2015;31(1):1-13. DOI: 10.1016/j.nut.2014.06.011
21. Casazza GA, Tovar AP, Richardson CE, Cortez AN, Davis BA. Energy Availability, Macronutrient Intake, and Nutritional Supplementation for Improving Exercise Performance in Endurance Athletes. *Curr Sports Med Rep* 2018;17(6):215-23. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000494
22. Schröder H, Covas MI, Marrugat J, Vila J, Pena A, Alcántara M, et al. Use of a three-day estimated food record, a 72-hour recall and a food-frequency questionnaire for dietary assessment in a Mediterranean Spanish population. *Clin Nutr* 2001;20(5):429-37. DOI: 10.1054/clnu.2001.0460
23. Ma Y, Olendzki BC, Pagoto SL, Hurley TG, Magner RP, Ockene IS, et al. Number of 24-Hour Diet Recalls Needed to Estimate Energy Intake. *Ann Epidemiol* 2009;19(8):553-9. DOI: 10.1016/j.annepidem.2009.04.010
24. New Zealand M of H. Protocols for collecting, height, weight and waist measurements in NZHM surveys; 2008.
25. Bakeman, R. Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behav res methods* 2005;37(3):379-84. DOI: 10.3758/BF03192707
26. Chang C-K, Borer K, Lin P-J. Low-Carbohydrate-High-Fat Diet: Can it Help Exercise Performance? *J Hum Kinet* 2017;56:81-92. DOI: 10.1515/hukin-2017-0025
27. McSwiney FT, Wardrop B, Hyde PN, Lafountain RA, Volek JS, Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism* 2018;81:25-34. DOI: 10.1016/j.metabol.2017.10.010
28. Jeukendrup AE, Killer SC. The Myths Surrounding Pre-Exercise Carbohydrate Feeding. *Ann Nutr Metab* 2010;57(s2):18-25. DOI: 10.1159/000322698
29. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci* 2011;29(suppl 1):S91-9. DOI: 10.1080/02640414.2011.610348
30. Staudacher HM, Irving PM, Lomer MCE, Whelan K. The challenges of control groups, placebos and blinding in clinical trials of dietary interventions. In: *Proceedings of the Nutrition Society*. Cambridge University Press; 2017. p. 203-12. DOI: 10.1017/S0029665117000350
31. Galanti G, Stefani L, Scacciati I, Mascherini G, Buti G, Maffulli N. Eating and nutrition habits in young competitive athletes: a comparison between soccer players and cyclists. *Transl Med UniSa* 2015;12:1-3.
32. Giorgi A, Vicini M, Pollastri L, Lombardi E, Magni E, Andreazzoli A, et al. Bioimpedance patterns and bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) of road cyclists. *J Sports Sci* 2018;36(22):2608-13. DOI: 10.1080/02640414.2018.1470597



Trabajo Original

Otros

In-vivo assessment of the protection of β -glucans of *Pleurotus ostreatus* against oxidative stress caused by acrylamide intake (part II)

Evaluación in vivo de la protección de los β -glucanos de Pleurotus ostreatus contra el estrés oxidativo causado por la ingesta de acrilamida (parte II)

Blanca R. Aguilar-Uscanga¹, Adriana Cavazos-Garduño¹, Josué R. Solís-Pacheco¹, Flavio Sandoval-García², Rosa E. Navarro-Hernández² and Julio C. Serrano-Niño¹

¹Department of Pharmacobiology. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. Mexico. ²Department of Clinical Medicine & Instituto de Investigación en Reumatología y del Músculo Esquelético (IIRSM). Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. Mexico

Abstract

Introduction: in April 2002, the National Food Authority of Sweden published a study in which the presence of a carcinogen was reported for the first time in experimental animals, and was identified as acrylamide. Various studies have shown that the β -glucans of *Pleurotus ostreatus* have diverse biological properties including antioxidant and anticancer activities.

Methods: β -glucans were obtained by alkaline-acid hydrolysis from *Pleurotus ostreatus*, and their content was characterized by liquid chromatography. To evaluate the effect of β -glucans on the expression of glutathione, Balb/c mice were used, and 4 test groups were established. All groups were fed as usual, groups treated with acrylamide were administered the compound intragastrically at a concentration of 50 μ g/mL, and β -glucan treatment was given at a concentration of 50 μ g/mL.

Results: no mortality was observed after exposure to the tested dose of acrylamide; only signs of peripheral neuropathy such as hyperactivity and tremors were observed after five days of experimentation, and were maintained over 30 days after the experiment. On the other hand, an increase in lipid peroxidation levels was observed in the livers of the acrylamide-treated mice, which were lower in the mice treated with β -glucans.

Conclusions: results show that β -glucans may act as antioxidant agents able to protect the liver against oxidative stress as caused by the intake of acrylamide.

Keywords:

Protection.
Acrylamide.
 β -glucans. Oxidative stress. Toxicity.

Resumen

Introducción: en abril de 2002, la Autoridad Nacional de Alimentos de Suecia publicó un estudio en el que se informó por primera vez de la presencia de un carcinógeno en animales experimentales, identificado como acrilamida. Diversos estudios han demostrado que los β -glucanos de *Pleurotus ostreatus* tienen diversas propiedades biológicas, tales como actividades antioxidantes y anticancerígenas.

Métodos: los β -glucanos se obtuvieron por hidrólisis ácido-alcalina de *Pleurotus ostreatus* y su contenido se caracterizó por cromatografía líquida. Para evaluar el efecto de los β -glucanos sobre la expresión de glutatión, se usaron ratones Balb/c y se establecieron 4 grupos de prueba; todos los grupos se alimentaron normalmente, en los grupos tratados con acrilamida esta se administró intragástricamente a una concentración de 50 μ g/mL, y el tratamiento con β -glucanos se dio a una concentración de 50 μ g/mL.

Resultados: no se observó mortalidad después de la exposición a la dosis probada de acrilamida; solo se observaron signos de neuropatía periférica, como hiperactividad y temblores, después de cinco días de experimentación, que se mantuvieron dentro de los 30 días posteriores al experimento. Por otro lado, se observó un aumento de los niveles de peroxidación lipídica en los hígados de los ratones tratados con acrilamida, que fueron más bajos en los ratones tratados con β -glucanos.

Conclusiones: los resultados muestran que los β -glucanos podrían actuar como agentes antioxidantes y proteger el hígado contra el estrés oxidativo causado por la ingesta de acrilamida.

Palabras clave:

Protección.
Acrilamida.
 β -glucanos. Estrés oxidativo. Toxicidad.

Received: 08/04/2020 • Accepted: 25/04/2020

Acknowledgments: The authors kindly acknowledge Prodep, Mexico, for their support to this project.

Conflict of interest disclosure: The authors declare no conflicts of interest.

Aguilar-Uscanga BR, Cavazos-Garduño A, Solís-Pacheco JR, Sandoval-García F, Navarro-Hernández RE, Serrano-Niño JC. *In-vivo* assessment of the protection of β -glucans of *Pleurotus ostreatus* against oxidative stress caused by acrylamide intake (part II). Nutr Hosp 2020;37(5):1028-1032

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03117>

Correspondence:

Julio César Serrano Niño. Department of Pharmacobiology. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. Blvd. Marcelino García Barragán #1421. C.P. 44430 Guadalajara, Jalisco. Mexico
e-mail: sem27@gmail.com

INTRODUCTION

In April 2002, the National Food Authority of Sweden published a study in which the presence of a carcinogen was reported for the first time in experimental animals, identified as acrylamide. The main mechanism for its formation in foods is through the Maillard reaction between reducing sugars (such as glucose or fructose) and the amino terminal region of asparagine, during the thermal process ($T > 120\text{ }^{\circ}\text{C}$) (1).

In relation to health risks for the general population, limits of 1.0 to 4.0 $\mu\text{g/kg BW/day}$ of oral exposure have been established for moderate to high consumption, respectively, and the safety limit to prevent neurotoxicity has been established below 200 $\mu\text{g/day}$. In countries such as Canada or China, the daily intake of acrylamide varies from 0.17 to 1.17 mg/kg BW/day , and this concentration depends on the dietary patterns of each population (2).

The Group on Contaminants in the Food Chain of the European Food Safety Authority (3) recently described the data of the presence of acrylamide in foods based on approximately 7,500 results reported by 24 countries, which combined demonstrate the exposure of the European population to this compound. Infants and children were the most exposed groups. Chronic dietary exposures of adolescents, adults, and the elderly were estimated between 0.3 and 0.9 $\mu\text{g/kg BW/day}$, and the 95th percentile between 0.6 and 2.0 $\mu\text{g/kg BW/day}$.

The mushroom *Pleurotus ostreatus* has been widely studied in relation to the antioxidant and antitumor effect of the β -glucans contained in its cell wall. The oyster mushroom or *Pleurotus ostreatus* is the easiest-to-grow edible mushroom variety, with excellent nutritional and medicinal properties. Since the production of fungi by traditional culture and the extraction of bioactive metabolites in some cases are very long and wasteful processes, biotechnology is fundamental for the development of profitable and productive techniques for obtaining these metabolites (4). A large number of bioactive compounds such as lectins, polysaccharides, polysaccharides-peptides, and polysaccharide-protein complexes have been isolated from this fungus, and it has been found that many of these compounds have hypocholesterolemic, antiviral, antibacterial, immunomodulatory, and anticancer effects (5).

METHODOLOGY

PLEUROTUS OSTREATUS FUNGUS SAMPLE

The fungus was obtained from the culture collection belonging to the Industrial Microbiology Laboratory. Mature fungi were washed perfectly well in distilled water, then dried and disinfected with ethanol (70 % v/v) before extracting the β -glucans present in the cell wall.

β -GLUCANS FROM *PLEUROTUS OSTREATUS*

β -glucans were obtained by the method described by Fleet and Manners (6), with some modifications made by Catley (7).

After the harvest, the fungus was milled to fractionate the fruiting body, which contains the β -glucans. Briefly, 1 g of fungus extract (pulverized) was put in contact with 10 mL of NaOH (4 % w/v). The tubes were placed in a water bath at 80 $^{\circ}\text{C}$ for 4 hours. Subsequently, they were centrifuged at 5000 rpm for 20 min. The supernatant (alkali-soluble-glucan-mannan) was separated from the insoluble fraction-glucan-chitin (precipitate). The alkali-soluble fraction was separated from the insoluble fraction, recovered and added to 5 mL of CH_3COONa (2M). Samples were kept at 75 $^{\circ}\text{C}$ in a water bath. Subsequently, 100 mL of ethanol (96 % v/v) were added and allowed to stand for 12 hours under refrigeration at 4 $^{\circ}\text{C}$, after which time samples were centrifuged at 5000 rpm for 20 minutes, discarding the precipitate and recovering the supernatant, which contains the β -glucans.

The insoluble alkali material was re-extracted to recover the β -glucans, adding to the precipitate 5 mL of NaOH (6 % w/v) at 80 $^{\circ}\text{C}$ for 3 hours. Then the samples were centrifuged at 5000 rpm for 20 minutes, separating the sediment from the supernatant. The supernatant was treated with 5 mL of CH_3COONa (2M), and incubated at 75 $^{\circ}\text{C}$ for 2 hours. Subsequently, 100 mL of ethanol (96 %) were added, allowing the samples to stand for 24 hours at 4 $^{\circ}\text{C}$. The supernatants were pooled and passed to a dialysis membrane (Spectra/Pro, 12,000 to 14,000 MWCO). The samples were dialyzed at 4 $^{\circ}\text{C}$ for 24 hours with constant agitation at 70 rpm in a shaking incubator (Labtech), changing the solution of phosphate buffer (50 mM), pH = 7.4, plus NaCl (0.2 M) every 8 hours. Finally, the dialyzed concentrate was ultrafiltered with a membrane of 3 kilodaltons MW (Spectra Por), and the fractions obtained were lyophilized and stored in freezing until their use.

INTAKE OF ACRYLAMIDE AND ADMINISTRATION OF β -GLUCANS

The experiment was performed with Balb/c male mice previously acclimated and housed in plastic cages; they were handled according to the Official Mexican Standard NOM-062-ZOO-1999. During the period of the experiment, the mice were kept under conditions of 12:12 light/dark and a temperature of 25 $^{\circ}\text{C}$, and were provided with water and feed *ad libitum*. For the evaluation of this part of the experiment, 4 groups of mice were made as depicted in table I. The amount of acrylamide and β -glucans was determined according to an estimate of the intake reported in other studies, and adjusted at concentration of 50 $\mu\text{g/kg BW}$ for acrylamide and 50 mg/kg per day of β -glucan.

EVALUATION OF LIPID OXIDATION BY THE TBARS (THIOBARBITURIC ACID REACTIVE SUBSTANCES) METHOD

Lipid oxidation was evaluated by the formation of oxidation byproducts using the spectrophotometric TBARS method. The method was applied according to what was reported by Alamed et al. (8). The TBARS solution was prepared with trichloroacetic acid (15 % w/v) and thiobarbituric acid (0.375 % w/v) dissolved

Table I. Distribution of experimental groups

Experimental groups	Treatments
Group 1	Food + acrylamide
Group 2	Food + acrylamide + β -glucans
Group 3	Food + β -glucans
Group 4	Control, free from acrylamide and β -glucans

in HCl (0.25 M); subsequently, 3 mL of butylated hydroxytoluene (BHT) (2 % w/v) in ethanol was mixed with the previous solution. The TBARS reagent (2 mL), 0.050 mL of liver homogenizate and 0.95 mL of water, was mixed in an amber vial using a vortex for 30 seconds; subsequently the mixture was placed in a water bath at 90 °C for 15 minutes. The vials were cooled to room temperature and centrifuged at 1000 x g for 15 min. The supernatant was placed in a cell, and the absorbance was measured in a UV-VIS spectrophotometer (Agilent 8453) at 532 nm. TBARS concentration was determined from a standard curve constructed by making appropriate dilutions of an aqueous solution of 1,1,3,3-tetraethoxypropane.

STATISTIC ANALYSIS

A one-way analysis of variance was used with the Tuckey test, with a confidence level of 95 %, to evaluate differences between treatments.

RESULTS

β -GLUCANS FROM *PLEUROTUS OSTREATUS*

β -glucans were obtained by alkaline extraction and subsequent ultrafiltration from the whole body of the mature and fresh fungus; 3.4 grams of extract equivalent to 6.3 % of whole fungus were obtained. This extract had a concentration of 80 % β -glucans, determined by HPLC and calculated with a calibration curve constructed with different concentrations of β -glucan.

GENERAL TOXICITY

No mortality was observed after exposure to the tested dose of acrylamide (50 μ g/kg BW), only signs of peripheral neuropathy

such as hyperactivity and tremors were observed after five days of experimentation, and they were maintained over 30 days after the experiment.

On the other hand, mice treated with acrylamide at a concentration of 50 μ g/kg BW (group 1) showed an increase of 11.85 % in body weight with respect to the control animals (group 4). On the other hand, group 2, treated with β -glucans + acrylamide, showed no significant differences ($p < 0.05$) versus the control group. These results indicate that β -glucans may offer protection against acrylamide toxicity, and prevent problems associated with the obesogenic properties of this toxin. Table II shows the differences in weight between the mice of the different groups assessed.

EVALUATION OF LIPID OXIDATION IN MICE LIVER

The data obtained in our work indicate an increase in the levels of lipid peroxidation in the livers of acrylamide-treated mice, where an increase of almost 50 % was observed with respect to the control group (group 4). On the other hand, in group 2 (animals treated with acrylamide + β -glucans) the lowest levels of peroxidation were observed (0.00024 mM MDA); when compared to the control group, levels were even lower than in the group treated with glucans, which may be because acrylamide induced the activity of enzymes involved in the process of protection against oxidation, which could present a synergistic effect with β -glucans, and improve the antioxidant protection provided by these.

DISCUSSION

GENERAL TOXICITY

At the evaluated dose of acrylamide (50 μ g/kg BW) no mortality was observed after exposure, only signs of peripheral neuropathy and body weight gain, since mice treated with acrylamide at a concentration of 50 μ g/kg BW (group 1) showed an increase of 11.85 % in body weight with respect to the control group (group 4).

Studies have indicated that male rats administered acrylamide (5, 10 and 15 mg/kg/day) for eight weeks had a significant decrease in body weight (9). On the other hand, daily exposure to acrylamide (5 mg/kg/day) led to a reduction in food-motivated behavior in adolescent rats (10). Moreover, the male rats fed with acrylamide (0.28 μ g/kg BW), generated by frying oil for 12 weeks, a close dose to that of human daily exposure, also presented a slow rate of body weight growth (11). Conversely, in the present

Table II. Weights recorded for mice in the different groups evaluated after 30 days in trial

Acrylamide	Acrylamide + β glucan	β glucan	Control
19.91 g $\pm$ 1.28 g	17.31g $\pm$ 0.43 g	16.43 g $\pm$ 1.85 g	17.8 g $\pm$ 0.93 g

work, the group of mice treated with acrylamide at a concentration of 50 $\mu\text{g/kg}$ BW (group 1) showed an increase of 11.85 % in body weight with respect to the control group (group 4). On the other hand, group 2, which was treated with β -glucans + acrylamide, showed no significant differences ($p < 0.05$) versus the control group. These results indicate that β -glucans may offer protection against the toxicity of acrylamide and prevent problems associated with the obesogenic properties of this toxin. These results are in agreement with results from previous epidemiologic studies, which hypothesized that long-term exposure to acrylamide might be associated with obesity-related outcomes, and that have indicated that small size at birth is a risk factor for a range of metabolic disorders, including a higher body mass index in adulthood, insulin resistance, increased visceral adiposity, and impaired glucose tolerance (12-14). Other results suggested that exposure to acrylamide disrupt metabolic homeostasis and subsequently lead to obesity-related disorders. As an electrophilic molecule, acrylamide is capable of reacting directly with sulfhydryl groups and amino residues of enzymes, receptors, and cytoskeletal proteins via its affinity for their nucleophilic sites; thus, acrylamide may affect a multitude of cellular processes, which has been proposed to formulate the basis of some of its toxic effects (15), and contribute to the causations observed in our current work. Secondly, gut microbial ecology also impacts on the metabolism and biotransformation of environmental toxins, and has been linked with the etiology of obesity. Exposure to environmental chemicals at doses comparable to those estimated for human exposure is capable of modifying the composition of the gut microbiota in rats (16).

EVALUATION OF LIPID OXIDATION IN MICE LIVER

It has been reported that acrylamide is a cause of lipid, protein, and nucleic acid oxidation, and of activation of apoptotic pathways (17). Studies have revealed a significant increase in the level of malondialdehyde (MDA) in the serum, liver, kidneys, testes, and brain of rats treated with acrylamide. According to Motamedshariaty et al. (18), MDA is one of the main oxidation products of peroxidized polyunsaturated fatty acids, and therefore an increase in MDA content is an important indicator of lipid peroxidation; its occurrence in biological membranes causes their deterioration and the inactivation of several membrane-linked enzymes (19,20). On the other hand, Lakshmi et al. (21) revealed that acrylamide increases the levels of lipid peroxidation products, such as the content of protein carbonyls and hydroxyl radicals. Altinoz et al. (22) showed that the administration of acrylamide increased MDA levels in the liver and tissues of the small and large intestine. The data obtained in our work indicate an increase in the levels of lipid peroxidation in the livers of acrylamide-treated mice, where an increase of almost 50 % was observed with respect to the control group (group 4). On the other hand, in group 2 (rats treated with acrylamide + β -glucans), the lowest levels of peroxidation were observed (0.00024 mM MDA). Compared to the control

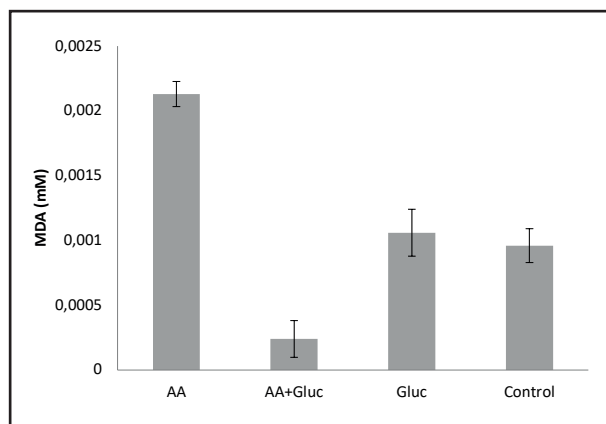


Figure 1.

Lipid peroxidation in mice liver with the different treatments.

group, these levels were even lower than in the group treated with glucans, which may be because acrylamide induced the activity of enzymes involved in the process of protection against oxidation, which may present a synergistic effect with β -glucans and improve the antioxidant protection provided by these. Our results support the clinical use of β -glucans to treat oxidative stress, a condition that may cause organ failure. The administration of β -glucans may provide protection against oxidation caused by acrylamide. A dose of 3.5 mg of β -glucans in a 70 kg person would be necessary to significantly reduce the deleterious effects caused by acrylamide ingestion. However, further studies remain necessary.

CONCLUSIONS

The results show that β -glucans may act as antioxidant agents, and may protect the liver against the oxidative stress caused by the acrylamide ingestion.

Our results support the clinical use of β -glucans to treat oxidative stress, a condition that may cause organ failure. However, more studies are needed to assess the effectivity, security, and dosage of these compounds as treatment—based in the fungus *Pleurotus ostreatus*—against acrylamide.

REFERENCES

- Lineback DR, Coughlin JR, Stadler RH. Acrylamide in foods: a review of the science and future considerations. *Annu Rev Food Sci T* 2012;3,15-35. DOI: 10.1146/annurev-food-022811-101114
- Zhou P, Zhao Y, Liu H. Dietary exposure of the Chinese population to acrylamide. *Biomed Environ Sci* 2013;26:421-9.
- European Food Safety Authority (EFSA). EFSA panel on contaminants in the food chain; scientific opinion on acrylamide in food. *EFSA J* 2015;13,4104-321. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4104
- Sánchez C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biot* 2010;85:1321-37. DOI: 10.1007/s00253-009-2343-7

5. Itisam S, Dipanjan G, Sujit KB, Sanjaya KM, Tapas KM. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. *Int Immunopharmacol* 2006;6(8):1287-97. DOI: 10.1016/j.intimp.2006.04.002
6. Fleet GH, Manners DJ. Isolation and Composition of an Alkali-soluble glucan from the cell walls of *Saccharomyces cerevisiae*. *J Gen Microbiol* 1976;94:180-92. DOI: 10.1099/00221287-94-1-180
7. Catley BJ. Isolation and analysis of cell walls. *Yeast, a practical approach*. Washinton DC. E.U.A.: Campbell and Duffus editorial; 1998. p. 163-84.
8. Alamed J, Chaiyasit W, McClements DJ, Decker EA. Relationships between free radical scavenging and antioxidant activity in foods. *J Agr Food Chem* 2009;57(7):2969-76. DOI: 10.1021/jf803436c
9. Hamdy SM, Bakeer HM, Eskander EF, Sayed ON. Effect of acrylamide on some hormones and endocrine tissues in male rats. *Hum Exp Toxicol* 2012;31:483-91. DOI: 10.1177/0960327111417267
10. Garey J, Paule MG. Effects of chronic low-dose acrylamide exposure on progressive ratio performance in adolescent rats. *Neurotoxicol* 2007;28:998-1002. DOI: 10.1016/j.neuro.2007.07.004
11. Totani N, Yawata M, Ojiri Y, Fujioka Y. Effects of trace acrylamide intake in Wistar rats. *J Oleo Sci* 2007;56(9):501-6. DOI: 10.5650/jos.56.501
12. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *N Engl J Med* 2008;359:61-73. DOI: 10.1056/NEJMr0708473
13. Calkins K, Devaskar SU. Fetal origins of adult disease. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2011;41:158-76. DOI: 10.1016/j.cppeds.2011.01.001
14. Stout SA, Espel EV, Sandman CA, Glynn LM, Davis EP. Fetal programming of children's obesity risk. *Psychoneuroendocrinology* 2015; 53:29-39. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2014.12.009
15. Chu PL, Lin LY, Chen PC, Su TC, Lin CY. Negative association between acrylamide exposure and body composition in adults: NHANES, 2003-2004. *Nutr Diabetes* 2017;7(3):e246. DOI: 10.1038/nutd.2016.48
16. Hu JZ, Raikhel V, Gopalakrishnan K, Fernandez-Hernandez H, Lambertini L, Manservigi F, et al. Effect of postnatal low-dose exposure to environmental chemicals on the gut microbiome in a rodent model. *Microbiome* 2016;4:26. DOI: 10.1186/s40168-016-0173-2
17. Zhu YJ, Zeng T, Zhu YB, Yu SF, Wang QS, Zhang LP, et al. Effects of acrylamide on the nervous tissue antioxidant system and sciatic nerve electrophysiology in the rat. *Neurochem Res* 2008;33:2310-7. DOI: 10.1007/s11064-008-9730-9
18. Motamedshariaty VS, Amel-Farzan S, Nassiri-Asl M, Hosseinzadeh H. Effects of rutin on acrylamide-induced neurotoxicity. *Daru* 2014;22(1):27. DOI: 10.1186/2008-2231-22-27
19. Goel A, Goel AK, Sheoran IS. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. *J Plant Physiol* 2003;160(9):1093-100. DOI: 10.1078/0176-1617-00881
20. Demir F, Uzun FG, Durak D, Kalender Y. Subacute chlorpyrifos-induced oxidative stress in rat erythrocytes and the protective effects of catechin and quercetin. *Pestic Biochem Phys* 2011;99(1):77-81. DOI: 10.1016/j.pestbp.2010.11.002
21. Lakshmi D, Gopinath K, Jayanthi G, Anjum S, Prakash D, Sudhandiran G. Ameliorating effect of fish oil on acrylamide induced oxidative stress and neuronal apoptosis in cerebral cortex. *Neurochem Res* 2012;37(9):1859-67. DOI: 10.1007/s11064-012-0794-1
22. Altinoz E, Turkoz Y. The protective effect of N-acetylcysteine against acrylamide toxicity in liver and small and large intestine tissues. *Bratisl Lek Listy* 2015;116:252-8. DOI: 10.4149/BLL_2015_049



Trabajo Original

Otros

Consumption of avocado oil (*Persea americana*) improves the biochemical profile of rats submitted to long-term androgenic stimulation

El consumo de aceite de aguacate (Persea americana) mejora el perfil bioquímico de ratas sometidas a estimulación androgénica a largo plazo

Vivian Alves Pereira Silva¹, Gilson Teles Boaventura², Renato Souza Abboud¹, José Antônio Silva Ribas³ and Mauricio Alves Chagas¹

¹Laboratory of cellular and extracellular biomorphology. Instituto Biomédico. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Brazil. ²Laboratory of Experimental Nutrition. Faculdade de Nutrição. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, Brazil. ³Department of Physiology and Pharmacology. Instituto Biomédico. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Brazil

Abstract

Introduction: indiscriminate use of anabolic steroids is associated with cardiovascular diseases, renal damage, and hepatic toxicity. Contrastingly, nutraceutical foods such as avocados prevent and control several diseases, as they can reduce the effects of oxidative stress.

Objective: this study evaluates the benefits of consuming an avocado oil-based diet to attenuate the systemic damage caused by supraphysiological doses of testosterone, by analyzing the biochemical profile of 28 42-day-old male Wistar rats.

Methods: silicone pellets containing testosterone were surgically implanted, and they received control or avocado oil-based feed. After 20 weeks, all the male rats were anesthetized and their blood samples collected.

Results: although the high hormone concentration had a negative influence on the biochemical profile of these animals, the groups that consumed avocado oil exhibited a reduction in serum triacylglycerols (-21 %; $p = 0.0001$), VLDL (-20 %; $p = 0.0085$), LDL (-78 %; $p < 0.0001$), and total cholesterol (-12 %; $p < 0.0001$), along with positive changes in their HDL concentrations (+7 %; $p = 0.001$). The avocado oil groups also manifested a reduction in the total concentration of serum proteins (-24 %; $p = 0.0357$), albumin (-26 %; $p = 0.0015$), urea (-14 %; $p = 0.04$), and creatinine (-33 %; $p < 0.0001$). The concentration of liver transaminases was found to be higher in the animals included in the induced group (ALT, +66 %; $p = 0.0005$, and AST, +23 %; $p = 0.0021$), whereas they remained stable in the avocado oil group.

Conclusion: from the above, it may be concluded that supraphysiological doses of testosterone are related to increased risk factors for cardiovascular, renal, and hepatic diseases, and that the consumption of avocado oil shields the biochemical profile, thus reducing the associated risk factors.

Resumen

Introducción: el uso indiscriminado de esteroides anabólicos se asocia con enfermedades cardiovasculares, daño renal y toxicidad hepática. En cambio, los alimentos nutraceuticos como el aguacate previenen y controlan varias enfermedades, ya que pueden reducir los efectos del estrés oxidativo.

Objetivo: este estudio evalúa los beneficios de consumir una dieta basada en aceite de aguacate para atenuar el daño sistémico causado por dosis suprafisiológicas de testosterona mediante el análisis del perfil bioquímico de 28 ratas Wistar macho de 42 días de edad.

Métodos: se implantaron quirúrgicamente perdigones de silicona que contenían propionato de testosterona y los animales recibieron una alimentación de control o una basada en el aceite de aguacate. Después de 20 semanas se anestesiaron todos los animales y se recogieron sus muestras de sangre.

Resultados: aunque la alta concentración de hormonas tuvo una influencia negativa en el perfil bioquímico de estos animales, los grupos que consumieron aceite de aguacate mostraron una reducción de los triglicéridos séricos (-21 %; $p = 0.0001$), las VLDL (-20 %; $p = 0.0085$), las LDL (-78 %; $p < 0.0001$) y el colesterol total (-12 %; $p < 0.0001$), con cambios positivos en las HDL (+7 %; $p = 0.001$). Los grupos alimentados con aceite de aguacate manifestaron una reducción de la concentración total de proteínas séricas (-24 %; $p = 0.0357$), albúmina (-26 %; $p = 0.0015$), urea (-14 %; $p = 0.04$) y creatinina (-33 %; $p < 0.0001$). Se encontró que la concentración sérica de transaminasas hepáticas era mayor en los animales del grupo inducido (ALT: +66 %; $p = 0.0005$, y AST: +23 %; $p = 0.0021$), mientras que en los grupos con aceite de aguacate, los parámetros hepáticos se mantuvieron estables.

Conclusión: de todo ello se puede concluir que las dosis suprafisiológicas de testosterona están relacionadas con un aumento de los factores de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, renales y hepáticas, y que el consumo de aceite de aguacate protege el perfil bioquímico, lo que reduce los factores de riesgo asociados.

Keywords:

Testosterone.
Avocado oil.
Cardiovascular diseases. Renal damage. Hepatic toxicity. Biochemical profile.

Palabras clave:

Testosterona.
Aceite de aguacate.
Enfermedades cardiovasculares.
Daño renal. Toxicidad hepática. Perfil bioquímico.

Received: 09/05/2020 • Accepted: 31/05/2020

Acknowledgements: this work was supported by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil (CAPES), Finance Code 001.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Silva VAP, Boaventura GT, Abboud RS, Ribas JAS, Chagas MA. Consumption of avocado oil (*Persea americana*) improves the biochemical profile of rats submitted to long-term androgenic stimulation. Nutr Hosp 2020;37(5):1033-1038

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03155>

Correspondence:

Mauricio Alves Chagas. Laboratory of cellular and extracellular biomorphology. Instituto Biomédico. Universidade Federal Fluminense. Rua Professor Hernani Melo, 101. 24210-130 Niterói, RJ, Brazil
e-mail: chagas.m@gmail.com

INTRODUCTION

The last three decades have witnessed a continuous growth in the use of anabolic steroids by high performance athletes and adolescents, as well as young non-athletes (1-3). Several young people engage in anabolic steroid use before the age of ten (2). Steroid abuse has effects on the physiology of cardiac and vascular tissues (4,5). Several authors have demonstrated the positive association between testosterone use, as an anabolic agent, and the occurrence of cardiovascular disease (CVD) (5,6). In many cases, a random use of anabolic steroids might lead to increased blood pressure, myocardial infarction, renal and hepatic damage, and even death in individuals without a previous history of disease (1,7-11). Certain other dysfunctions also occur, which degrade the user's quality of life.

On the other hand, the consumption of nutraceutical foods may assist in the process of weight loss and body fat reduction, and in the overall improvement of organic functions. Avocado (*Persea americana*) oil has components that act on the body's systems and may reduce and/or delay the severity or expansion of some diseases (12). Avocado oil contains antioxidants and anti-inflammatory elements, including lecithins, phytosterols (particularly beta-sitosterol), monounsaturated fats, lutein, and vitamins A and E (13). These components are capable of altering lipid and cholesterol metabolism (14), decreasing the risk of cardiovascular and renal diseases (15,16), and modulating the metabolism of testosterone (17). Appropriate nutrition, which includes this type of food and is associated with physical exercise, forms the prophylaxis or even an additional part of the therapy for some diseases, especially CVD.

Thus, based on the existing knowledge of the effects of testosterone and the benefits of avocado oil as a nutraceutical, we aimed to evaluate the biochemical effects of avocado oil consumption in animals that were submitted to prolonged androgenic stimulation with supraphysiological doses of testosterone.

MATERIALS AND METHODS

ANIMALS

The use of animals was approved by the Animal Use Ethics Committee under the CEUA-765/2016 protocol. Materials from 28 adult male Wistar rats aged 42-50 days were used. The rodents in this study were subdivided into 4 groups of 7 rodents each, and arranged as follows: control group (CG)—animals that received a control casein-based feed; avocado oil group (AOG)—animals that received an avocado oil-based feed; induced group (IG)—animals that received testosterone and received a control casein-based feed; and induced avocado oil group (IAOG)—animals that received testosterone and an avocado oil-based feed. The rodents were housed in individual plastic cages on a 12:12-h light/dark cycle and at a constant temperature of 22 ± 1 °C. They had free access to water, and received the experimental feeds *ad libitum*. Body weight and feed intake were monitored weekly.

INDUCTION

Induction of testosterone was performed by using silicone pellets (Dow Corning, cat. no. 508-009 Silastic™ Tube, 1.98 mm I.D. $\times$ 3.18 mm O.D., 5 cm long) filled with testosterone propionate (1 mg) and sealed with a surgical adhesive (18). This method was preferred to daily intramuscular injection because in addition to reducing the handling of the animals, it also ensured that the animals were not subjected to excessive stress, which could affect the results of the work. The rodents were anesthetized intraperitoneally with xylazine (10 mg/kg) and ketamine (75 mg/kg), and the pellets were implanted in their dorsal scapular region with an incision of approximately 10 mm. For skin closure a cyanoacrylate-based surgical adhesive was used. The pellets were replaced every four weeks for 20 weeks. As testosterone was released, the amount of hormone within the pellet decreased, necessitating thus replacement every four weeks for the maintenance of androgenic stimulus.

EXPERIMENTAL FEEDS

The experimental feeds were isocaloric, and had a vitamin and mineral mix added to them in accordance with the recommendations of the American Institute of Nutrition (AIN-93M) (19). In this study, the lipid concentration values were adjusted from 4 % (AIN93M) to 7 % in order to enhance the effects of avocado oil while maintaining the balance in the control casein-based diet. For caloric compensation, the carbohydrate percentage was adjusted. The feed offered to the avocado oil (AOG) and induced avocado oil (IAOG) groups had a 7 % concentration of avocado oil, while that offered to the control (CG) and induced (IG) groups had 7 % of soybean oil. In the avocado oil groups, soybean oil was replaced with avocado oil to maintain the same lipid concentration in all experimental feeds. This oil was extracted using a cold press to maintain its natural properties. The fatty composition of avocado oil is listed in table I. The ingredients of the experimental feeds (Table II) were weighed and homogenized with boiling water for starch gelatinization using an industrial mixer (Hobart®, São Paulo, SP, Brazil). The resultant dough, after identification, was transformed into pellets and dried in a ventilated incubator (Fabbe-Primar® n° 171, São Paulo, SP, Brazil) at 60 °C for 24 h, and stored under refrigeration until use.

BIOCHEMICAL PROFILE

At the end of the experimental period at the bioterium, the animals were euthanized. The rodents were anesthetized with 75 mg/kg of ketamine plus 10 mg/kg of xylazine, and the calculated dose was intraperitoneally administered. After the anesthetic condition was established through the absence of pedal reflex, the rats were then subjected to bleeding by intracardiac puncture, from which 10 mL of blood were obtained. After bleeding, an additional dose of anesthesia was administered, which led to the death

Table I. Fatty acid composition and total lipids in avocado oil

Lipids	g/100 g of feed	%/100 g of avocado oil
Total lipids	14 g	
Saturated fatty acids (SFA)	1 g	
Monounsaturated fatty acids (MUFA)	10 g	
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	3 g	
C16:0 Palmitic acid		9-19.5 %
C16:1 Palmitoleic acid		2-9 %
C18:0 Stearic acid		< 2 %
C18:1 Oleic acid (omega 9)		42-81 %
C18:2 Linoleic acid (omega 6)		6-18.5 %
C18:3 Linolenic acid (omega 3)		< 2 %

Table II. Composition of every 100 g of feed used in the study

Nutrients	g/100 g	
	Control	Avocado oil
Casein ^a	14.00	14.00
Starch ^b	58.95	58.95
Refined sugar ^c	10.00	10.00
Mineral mix ^a	3.50	3.50
Vitamin mix ^a	1.00	1.00
Soybean oil ^d	7.00	0.00
Avocado oil ^e	0.00	7.00
Cellulose ^f	5.00	5.00
Choline bitartrate ^a	0.25	0.25
Cystine ^a	0.30	0.30
Tert-Butylhydroquinone ^a	0.0014	0.0014

The ingredients used in the preparation of the diet were supplied by: a: M. Cassab Industry and Commerce Limited (São Paulo, SP, Brazil); b: Maizena Unilever Bestfoods Brazil Limited (Mogi Guaçu, SP, Brazil); c: União (Rio de Janeiro, RJ, Brazil); d: Liza Cargill Agriculture Limited (Mairinque SP, Brazil); e: TBF foods - Copra food industry limited (Maceió, AL, Brazil); f: MicrocelBlanver Limited (Cotia, SP, Brazil).

Table III. Mean values of rat body weight and food intake at 40, 80, and 120 days of experiment onset

Parameter	CG	IG	AOG*	IAOG*	p-value
Body weight at 40 days	299.7 ± 21.8 ^a	363.0 ± 13.6 ^b	319.6 ± 29.7 ^a	345.7 ± 13.0 ^a	< 0.0001
Body weight at 80 days	368.4 ± 30.2 ^a	407.8 ± 12.8 ^b	387.1 ± 21.0 ^a	389.5 ± 14.8 ^a	< 0.0165
Body weight at 120 days	440.6 ± 20.2 ^a	444.4 ± 15.2 ^a	445.0 ± 9.4 ^a	429.6 ± 16.5 ^a	> 0.2448
Food intake at 40 days	21.9 ± 1.7 ^a	24.5 ± 1.4 ^a	21.8 ± 2.1 ^a	23.1 ± 1.9 ^a	< 0.0377
Food intake at 80 days	27.7 ± 3.3 ^a	29.7 ± 0.9 ^a	27.5 ± 2.7 ^a	28.7 ± 0.7 ^a	< 0.2675
Food intake at 120 days	31.6 ± 1.7 ^a	33.8 ± 1.2 ^a	31.7 ± 2.3 ^a	32.7 ± 1 ^a	< 0.0694

*Experimental groups. The letters a, b and c represent significant differences between groups. CG: control group; IG: induced group; AOG: avocado oil group; IAOG: induced avocado oil group.

of the rodents. Blood samples were held for about two hours at room temperature for clot retraction. Thereafter, they were centrifuged at 958.5 g for five minutes to obtain the serum, and stored for 24 h at -20 °C. Then, biochemical analyses of urea, creatinine, albumin, total proteins, cholesterol, triacylglycerols, low-density lipoproteins (LDL), high-density lipoproteins (HDL), very low-density lipoproteins (VLDL), alanine aminotransferase (ALT), and aspartate aminotransferase (AST) were performed using LabTest colorimetric kits (LabMax, Belo Horizonte, Brazil). Serum testosterone and estradiol were measured by radioimmunoassay (RIA) using a commercial, solid-state Beckman Coulter kit (Immuno-tech®). The tests were performed in the laboratory of the Brazilian Institute of Diagnosis and Veterinary Specialties (PROVET/São Paulo, Brazil) using a Perkin Elmer (RIA) WIZARD2 equipment. All parameters of assay quality were checked in accordance with the instructions available from the international scientific community. All the results of the control group were compared to the reference values found in the literature for this animal model (7,20).

STATISTICAL ANALYSIS

The data were presented under the average and standard deviation form. To test the normal distribution of values, the Kolmogorov-Smirnov test was deployed, and for data analysis an ANOVA univariate test, in association with the Tukey-Kramer multiple comparison test, was carried out. For all tests, significance was established at the level of $p < 0.05$. The statistical analyses were performed using the Graph Pad Prism, version 5.0, 2007 program (San Diego, CA, USA).

RESULTS

At the beginning of the experiment, all animals had a mean body weight of 260 ± 10 g, with no statistical differences between the groups ($p = 0.2333$). At experiment days 40 ($p < 0.0001$) and 60 ($p < 0.0165$), the animals in the IG exhibited a higher body weight when compared to those in the CG. At the end of the experiment, all the animals presented similar values of body weight ($p > 0.2448$). These data are presented in table III.

Table IV. Biochemical profile of the experimental groups

Parameters	Groups				p-value
	Control group (CG)	Induced group (IG)	Avocado oil group (AOG)*	Induced avocado oil group (IAOG)*	
Testosterone (ng/dL)	314.3 ± 74.2 ^a	701.3 ± 145.4 ^b	186.4 ± 79.1 ^a	120.2 ± 29.1 ^c	< 0.0001
Estradiol	44.8 ± 35.4 ^a	32.9 ± 35.2 ^a	218.3 ± 117.2 ^b	17.4 ± 15.4 ^a	< 0.0001
Total proteins (g/dL)	6.4 ± 0.4 ^a	7.0 ± 0.1 ^a	5.1 ± 0.6 ^b	5.2 ± 0.8 ^b	0.0357
Albumin (g/dL)	2.9 ± 0.4 ^a	2.9 ± 0.2 ^a	2.3 ± 0.2 ^b	2.2 ± 0.3 ^b	0.0015
Urea (mg/dL)	30.5 ± 3.5 ^a	34.2 ± 2.2 ^b	28.4 ± 3.6 ^a	29.4 ± 3.0 ^a	0.0455
Creatinine (mg/dL)	0.5 ± 0.0 ^a	0.6 ± 0.0 ^a	0.4 ± 0.0 ^b	0.4 ± 0.0 ^b	< 0.0001
ALT (U/L)	15.7 ± 4.8 ^a	25.1 ± 6.2 ^b	16.1 ± 1.8 ^a	20.1 ± 2.4 ^a	0.0005
AST (U/L)	47.2 ± 5.5 ^a	58.3 ± 7.9 ^b	46.4 ± 2.7 ^a	55.4 ± 7.2 ^a	0.0021
Triacylglycerols (mg/dL)	106.8 ± 16.5 ^a	161.4 ± 23.4 ^b	92.2 ± 25.6 ^a	127.1 ± 20.0 ^a	0.0001
Cholesterol (mg/dL)	48.7 ± 9.9 ^a	65.3 ± 12.7 ^b	31.2 ± 6.3 ^c	57.7 ± 6.9 ^a	< 0.0001
HDL (mg/dL)	22.3 ± 3.83 ^a	26.7 ± 5.42 ^b	19.2 ± 4.6 ^a	28.5 ± 5.44 ^b	0.0010
LDL (mg/dL)	4.4 ± 3.5 ^a	21.9 ± 8.8 ^b	4.6 ± 2.3 ^a	4.6 ± 4.0 ^a	< 0.0001
VLDL (mg/dL)	30.7 ± 5.8 ^a	35.1 ± 5.2 ^b	24.2 ± 4.0 ^a	28.1 ± 4.45 ^a	0.0085

*Experimental groups. Letters a, b and c represent significant differences between groups.

Serum testosterone concentration increased by 123 % in the IG when compared to the values observed in the CG ($p < 0.0001$). The AOG presented serum testosterone values close to the values in the CG, whereas the mice in the IAOG presented slightly lower serum testosterone levels. These results were statistically significant when compared to the control group. The serum estradiol concentration increased 4-fold ($p < 0.0001$) in the AOG when compared to the other groups.

A reduction in serum total protein ($p = 0.0357$), accompanied by a significant reduction in serum albumin ($p = 0.0015$), could be observed in the avocado oil-fed groups. The groups that received the avocado oil-based diet also showed a reduction in serum urea levels (10 % less than the CG and 17 % less than the IG; $p = 0.0455$) and creatinine levels (20 % less than the CG and 33.3 % less than the IG; $p < 0.0001$). The serum concentration of liver transaminases, ALT ($p = 0.0005$) and AST ($p = 0.0021$), were found to be higher in the induced group when compared to the other groups. The IAOG presented values of serum ALT and AST levels close to those of the control mice.

There was a significant increase ($p = 0.0001$) in the serum triacylglycerol value (TG) of the IG (161.4 ± 23.04) when compared to the CG (106.8 ± 16.5). The concentration of serum TG decreased by about 21 % upon the administration of the avocado oil-based diet to the induced animals. Increased serum cholesterol values were observed in the IG. When compared with the CG and IG, serum cholesterol decreased by about 36 % in the AOG and 12 % in the IAOG, respectively ($p < 0.0001$). Serum HDL-cholesterol levels remained stable in the groups that received avocado oil, with a slight increase of this parameter the IAOG ($p = 0.0010$). The IG manifested an increase in HDL and other cholesterol fractions resulting in a proportional increase of total cholesterol. Serum

LDL in the IG was found to be five times higher than that in the AOG, IAOG, and CG ($p < 0.0001$). Serum VLDL values were also increased in the IG when compared with to the other groups ($p = 0.0085$). All these numeric values are showed in table IV.

DISCUSSION

Serum testosterone concentration in the control group was similar to the reference values for Wistar rats (20). Increased testosterone concentration in the IG showed that the induction was satisfactory. The AOG and IAOG presented low serum testosterone values, but the IAOG showed a significant reduction when compared with the CG. These data confirm the literature by demonstrating that beta-sitosterol, which is present in avocado oil, has anti-androgenic effects by modulating the 5-alpha-reductase enzyme (17). Avocado oil is rich in these phytosterols, and the concentration of these components in this oil are higher than in other vegetable oils (21). An *in vitro* study (22) showed that the administration of beta-sitosterol may potentially lead to estrogenic activity. The consumption of avocado oil can be considered an alternative to hormone replacement therapies for climacteric women (23). Similarly, it was observed that the addition of the oil to the AOG's diet reproduced this estrogenic effect.

With the use of anabolic steroids, an increased concentration of serum triacylglycerols in the presence of androgenic supraphysiological stimulus is expected. This effect can also be observed in humans despite the presence of physical exercise (24). The administration of steroids, even for a short term, produces unfavorable effects not only on lipases but also on apolipoproteins related to HDL (25). It also raises the low-density fractions

of cholesterol (7,24). Together, these factors significantly increase the risk of cardiovascular diseases. However, on the one hand, if testosterone can increase triacylglycerols, cholesterol, LDL, and VLDL, this study showed that, in contrast, avocado oil consumption improves the lipid profile, even with androgenic stimulus. It is already known that the presence of oleic acid (omega-9, a major fatty acid that is a component of avocado oil), linolenic acid, and linoleic acid (omega-3 and omega-6, respectively) decreases the susceptibility of LDL to oxidation. They can also act to reduce endothelial injury, thereby helping the prevention of atherosclerosis (26). Furthermore, other antioxidants present in avocado oil are highly capable of reducing not only cholesterol and fraction concentration, but also their oxidation (14,26). This became evident when the triacylglycerol values were reduced in the avocado oil groups by about 21 % in relation to the control group, except for the decreased concentration of total cholesterol, LDL and VLDL. However, the HDL fraction in the avocado oil-fed groups showed a positive increase. In addition to the beneficial effect on the lipid profile, avocado oil consumption reduces glucose tolerance and insulin resistance, further decreasing the risk of developing metabolic diseases and CVD (27).

The total protein and seric albumin values of the CG were within the reference values (20). When compared with the CG, the serum protein concentrations in the IG slightly increased, whereas in the avocado oil groups seric proteins decreased. One of the hypotheses for increased protein in the IG would be the inflammatory potential of testosterone. It has already been shown that testosterone administration promotes inflammatory response as well as the release of cytokines, a fact that would explain the observed results (28,29). Contrastingly, it has been observed that consumption of avocado oil leads to improvement in various inflammatory parameters, including total proteins and globulins (26,30). Protein reduction in the AOG and IAOG groups could be indicative of the anti-inflammatory potential of avocado, which would reduce the number of inflammatory mediators in the body, thus reducing the total protein in both the control and induced animals.

In addition to their inflammatory potential, high concentrations of testosterone might be harmful to renal tissue (4,9,31,32). The values observed for seric albumin, urea, and creatinine in the animals of the IG confirm this hypothesis. In contrast, the results observed in the oil groups showed that consumption of the avocado oil-based diet has a protective effect on the kidney, even for the groups that received testosterone. It has been shown that beta-sitosterol isolated from plants, including avocado, is beneficial for kidney function, improves blood pressure (33), and may reverse the damage caused by diseases such as diabetes (34), renal dysfunction, or nephrotoxicity (16,35).

Hepatic tissue can be damaged in the presence of high levels of plasma testosterone. Long-term exposure to this hormone can lead to irreversible hepatic injury and liver cancer (7,11,36). Increased hepatic enzyme concentrations in induced animals indicated that testosterone caused tissue damage, which is potentially harmful. It is a fact reported in the literature that an avocado oil-based diet induces a decrease in liver parameters, including

ALT and AST, even in the presence of high glucose levels (30), or in induced advanced liver injury by carbon tetrachloride (37). The administration of an avocado oil-based diet was also beneficial in this study, as it significantly reduced indicators of hepatic damage in the IAOG animals. The use of anabolic agents increases the risk of developing hepatic neoplasms with a serious prognosis for the user (36,38). The consumption of avocado oil, as observed in its effects, can protect the liver and even be an ally in the therapy against hepatic neoplasms and other chemically induced cancers (39).

It can be cited that a limitation of this study is that the mechanisms of action of avocado oil's isolated components were not analyzed. Because the *in natura* product has been used, each of the molecules present in its composition acted on the systems together, which made it difficult to analyze the isolated actions of each component.

Therefore, it may be concluded that the consumption of avocado oil attenuates the systemic damage caused by supraphysiological concentrations of androgens, and also improves renal and hepatic parameters, lipid metabolism, and hormonal and anti-inflammatory parameters, thus indicating its usefulness in the treatment of diseases caused by prolonged androgenic stimulation—mainly cardiovascular, hepatic, and renal. Its consumption by healthy individuals is also safe and recommended.

REFERENCES

1. Lichtenfeld J, Deal BJ, Crawford S. Sudden cardiac arrest following ventricular fibrillation attributed to anabolic steroid use in an adolescent. *Cardiology in the Young* 2016;26(5):996-8. DOI: 10.1017/s104795111600007x
2. Nicholls AR, Cope E, Bailey R, Koenen K, Dumon D, Theodorou NC, et al. Children's First Experience of Taking Anabolic-Androgenic Steroids can Occur before Their 10th Birthday: A Systematic Review Identifying 9 Factors That Predicted Doping among Young People. *Front Psychol* 2017;8:1015. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01015
3. Piacentino D, Kotzalidis GD, Longo L, Pavan A, Stivali L, Stivali G, et al. Body Image and Eating Disorders are Common among Professional and Amateur Athletes Using Performance and Image Enhancing Drugs: A Cross-Sectional Study. *J Psychoactive Drugs* 2017;49(5):373-84. DOI: 10.1080/02791072.2017.1359708
4. dos Santos RL, da Silva FB, Ribeiro RF, Stefanon I. Sex hormones in the cardiovascular system. *Hormone molecular biology and clinical investigation* 2014;18(2):89-103. DOI: 10.1515/hmbci-2013-0048
5. Frati P, Busardò FP, Cipolloni L, De Dominicis E, Fineschi V. Anabolic androgenic steroid (AAS) related deaths: autopsic, histopathological and toxicological findings. *Current neuropharmacology* 2015;13(1):146-59. DOI: 10.2174/1570159X13666141210225414
6. Yeap BB. Sex steroids and cardiovascular disease. *Asian journal of andrology* 2014;16(2):239. DOI: 10.4103/1008-682X.122357
7. Silva VAP, Boaventura GT, Abboud RS, Ribas JAS, Chagas MA. Consumption of Green Tea (*Camellia sinensis*) Improves Lipid, Hepatic, and Hematological Profiles of Rats That Are Submitted to Long-Term Androgenic Stimulation. *American Journal of Sports Science* 2018;6(4):7. DOI: 10.11648/j.ajss.20180604.15
8. Herlitz LC, Markowitz GS, Farris AB, Schwimmer JA, Stokes MB, Kunis C, et al. Development of focal segmental glomerulosclerosis after anabolic steroid abuse. *Journal of the American Society of Nephrology* 2010;21(1):163-72. DOI: 10.1681/ASN.2009040450
9. Luciano RL, Castano E, Moeckel G, Perazella MA. Bile acid nephropathy in a bodybuilder abusing an anabolic androgenic steroid. *American Journal of Kidney Diseases* 2014;64(3):473-6. DOI: 10.1053/j.ajkd.2014.05.010
10. Silva VAP, Boaventura GT, Abboud RS, Ribas JAS, Chagas MA. Green Tea Consumption Lower Damage and Inflammatory Cytokines in Rat Cardiovascular

- System Under Androgenic Stimulation. *American Journal of Sports Science* 2019;7(4):141-8. DOI: 10.11648/j.ajss.20190704.12
11. Štimac D, Milić S, Dintinjana RD, Kovac D, Ristić S. Androgenic/Anabolic steroid-induced toxic hepatitis. *Journal of clinical gastroenterology* 2002;35(4):350-2. DOI: 10.1097/00004836-200210000-00013
 12. Banos G, Pérez-Torres I, El Hafidi M. Medicinal agents in the metabolic syndrome. *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Cardiovascular & Hematological Agents)* 2008;6(4): 237-52. DOI: 10.2174/187152508785909465
 13. Duester KC. Avocado fruit is a rich source of beta-sitosterol. *J Am Diet Assoc* 2001;101(4):404-5. DOI: 10.1016/s0002-8223(01)00102-x
 14. De Souza Abboud R, Pereira VA, Soares da Costa CA, Boaventura GT, Chagas MA. The action of avocado oil on the lipidogram of wistar rats submitted to prolonged androgenic stimulum. *Nutr Hosp* 2015;32(2):696-701. DOI: 10.3305/nh.2015.32.2.9009
 15. Loizou S, Lekakis I, Chrousos GP, Mousatsou P. Beta-sitosterol exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. *Mol Nutr Food Res* 2010;54(4):551-8. DOI: 10.1002/mnfr.200900012
 16. Al-Okbi SY, Mohamed DA, Hamed TE, Esmail RSh, Donya SM. Prevention of renal dysfunction by nutraceuticals prepared from oil rich plant foods. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014;4(8):618-27. DOI: 10.12980/apjtb.4.201414b66
 17. Prager N, Bickett K, French N, Marcovici G. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial to determine the effectiveness of botanically derived inhibitors of 5-alpha-reductase in the treatment of androgenetic alopecia. *J Altern Complement Med* 2002;8(2):143-52. DOI: 10.1089/107555302317371433
 18. de Amorim Ribeiro IC, Soares da Costa CA, Pereira da Silva VA, Silva Côrrea LBN, Boaventura GT, Chagas MA. Flaxseed reduces epithelial proliferation but does not affect basal cells in induced benign prostatic hyperplasia in rats. *European Journal of Nutrition* 2017;56(3):1201-10. DOI: 10.1007/s00394-016-1169-1
 19. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey Jr GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 1993;123(11):1939-51. DOI: 10.1093/jn/123.11.1939
 20. Melo MGDd, Dória GAA, Serafini MR, Araújo AAS. Valores de referência hematológicos e bioquímicos de ratos (*Rattus norvegicus* linhagem Wistar) provenientes do biotério central da Universidade Federal de Sergipe. *Scientia plena* 2012;8(9):6.
 21. Berasategi I, Barriuso B, Ansorena D, Astiasarán I. Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. *Food Chem* 2012;132(1):439-46. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.11.018
 22. Sriraman S, Ramanujam GM, Ramasamy MK, Dubey GP. Identification of beta-sitosterol and stigmasterol in *Bambusa bambos* (L.) Voss leaf extract using HPLC and its estrogenic effect in vitro. *J Pharm Biomed Anal* 2015;115:55-61. DOI: 10.1016/j.jpba.2015.06.024
 23. Panahi Y, Beiraghdar F, Kashani N, Javan NB, Dadjo Y. Comparison of piacledine (avocado and soybean oil) and hormone replacement therapy in menopausal-induced hot flashing. *Iran J Pharm Res* 2011;10(4):941-51.
 24. Venâncio DP, Nobrega ACL, Tufik S, Mello MT. Descriptive assessment on the use of anabolic steroids and their effect on the biochemical and neuroendocrine variables in practitioners of resisted exercise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2010;16(3):191-5. DOI: 10.1590/S1517-86922010000300007
 25. Hartgens F, Rietjens G, Keizer HA, Kuipers H, Wolffenbuttel BHR. Effects of androgenic-anabolic steroids on apolipoproteins and lipoprotein (a). *British Journal of Sports Medicine* 2004;38(3):253-9. DOI: 10.1136/bjism.2003.000199
 26. Carvajal-Zarrabal O, Nolasco-Hipolito C, Aguilar-Uscanga MG, Melo-Santiesteban G, Hayward-Jones PM, Barradas-Dermitt DM. Avocado oil supplementation modifies cardiovascular risk profile markers in a rat model of sucrose-induced metabolic changes. *Dis Markers* 2014;2014:386425. DOI: 10.1155/2014/386425
 27. Del Toro-Equihua M, Velasco-Rodríguez R, López-Ascencio R, Vásquez C. Effect of an avocado oil-enhanced diet (*Persea americana*) on sucrose-induced insulin resistance in Wistar rats. *J Food Drug Anal* 2016;24(2):350-7. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.11.005
 28. Riezzo I, Turillazzi E, Bello S, Cantatore S, Cerretani D, Di Paolo M, et al. Chronic nandrolone administration promotes oxidative stress, induction of pro-inflammatory cytokine and TNF-alpha mediated apoptosis in the kidneys of CD1 treated mice. *Toxicol Appl Pharmacol* 2014;280(1):97-106. DOI: 10.1016/j.taap.2014.06.031
 29. Chignalia AZ, Oliveira MA, Debbas V, Dull RO, Laurindo FRM, Touyzet RM, et al. Testosterone induces leucocyte migration by NADPH oxidase-driven ROS- and COX2-dependent mechanisms. *Clin Sci (Lond)* 2015;129(1):39-48. DOI: 10.1042/cs20140548
 30. Carvajal-Zarrabal O, Nolasco-Hipolito C, Aguilar-Uscanga MG, Melo-Santiesteban G, Hayward-Jones PM, Barradas-Dermitt DM. Effect of dietary intake of avocado oil and olive oil on biochemical markers of liver function in sucrose-fed rats. *Biomed Res Int* 2014;2014:595479. DOI: 10.1155/2014/595479
 31. Alkhunaizi AM, El Tigani MA, Rabah RS, Nasr SH. Acute bile nephropathy secondary to anabolic steroids. *Clin Nephrol* 2016;85(2):121-6. DOI: 10.5414/cn108696
 32. Winnett G, Cranfield L, Almond M. Apparent renal disease due to elevated creatinine levels associated with the use of boldenone. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26(2):744-7. DOI: 10.1093/ndt/gfq663
 33. Marquez-Ramirez CA, Hernández de la Paz JL, Ortiz-Ávila O, Raya-Farias A, González-Hernández JC, Rodríguez-Orozco AR, et al. Comparative effects of avocado oil and losartan on blood pressure, renal vascular function, and mitochondrial oxidative stress in hypertensive rats. *Nutrition* 2018;54:60-7. DOI: 10.1016/j.nut.2018.02.024
 34. Ortiz-Avila O, Sámano-García CA, Calderón-Cortés E, Pérez-Hernández IH, Mejía-Zepeda R, Rodríguez-Orozco AR, et al. Dietary avocado oil supplementation attenuates the alterations induced by type I diabetes and oxidative stress in electron transfer at the complex II-complex III segment of the electron transport chain in rat kidney mitochondria. *J Bioenerg Biomembr* 2013;45(3):271-87. DOI: 10.1007/s10863-013-9502-3
 35. Sharmila R, Sindhu G, Arockianathan PM. Nephroprotective effect of beta-sitosterol on N-diethylnitrosamine initiated and ferric nitrilotriacetate promoted acute nephrotoxicity in Wistar rats. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 2016;27(5):473-82. DOI: 10.1515/jbcpp-2015-0085
 36. Gupta S, Naini BV, Munoz R, Graham RP, Kipp BR, Torbenson MS, et al. Hepatocellular Neoplasms Arising in Association With Androgen Use. *Am J Surg Pathol* 2016;40(4):454-61. DOI: 10.1097/pas.0000000000000576
 37. Hamouda AF, Sameeh MY, Shrourou RM. Effect of Avocado (*Persea americana*), Cabbage (*Brassica oleracea*) and Ginger (*Zingiber officinale*) on Rat Liver and Thyroid Injuries Induced by CCl4 (Carbon Tetrachloride). *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2016;4:108-18. DOI: 10.17265/2328-2150/2016.03.002
 38. Kesler T, Sandhu RS, Krishnamoorthy S. Hepatology: hepatocellular carcinoma in a young man secondary to androgenic anabolic steroid abuse. *J Gastroenterol Hepatol* 2014;29(11):1852. DOI: 10.1111/jgh.12809
 39. Brai BI, Adisa RA, Odetola AA. Hepatoprotective properties of aqueous leaf extract of *Persea americana*, Mill (Lauraceae) 'avocado' against CCL4-induced damage in rats. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 2014;11(2):237-44. DOI: 10.4314/ajtcam.v11i2.2.237



Trabajo Original

Interaction between age and vitamin D deficiency in severe COVID-19 infection

Interacción entre la edad y el déficit de vitamina D en la COVID-19 grave

Fernando Macaya, Carolina Espejo, Adrián Valls, Antonio Fernández-Ortiz, Juan González del Castillo, F. Javier Martín-Sánchez, Isabelle Runkle and Miguel A. Rubio

Hospital Clínico San Carlos. IdISSC. Universidad Complutense. Madrid, Spain

Abstract

Introduction: coronavirus disease 2019 (COVID-19) can induce an exaggerated inflammatory response. Vitamin D is a key modulator of the immune system. We hypothesized that vitamin D deficiency (VDD) could increase the risk of developing severe COVID-19 infection.

Methods: patients with confirmed COVID-19 seen at the emergency department of our hospital with recent measurements of 25(OH)D were recruited. We explored the association of vitamin D deficiency (VDD), defined as 25-hydroxyvitamin D < 20 ng/mL, with a composite of adverse clinical outcomes.

Results: we included 80 patients, of which 31 (39 %) presented the endpoint. VDD tended to predict an increased risk of developing severe COVID-19 after adjusting for age, gender, obesity, cardiac disease, and kidney disease [OR 3.2 (95 % CI: 0.9-11.4), $p = 0.07$]. Age had a negative interaction with the effect of VDD on the composite outcome ($p = 0.03$), indicating that the effect was more noticeable at younger ages. Furthermore, male gender was associated with VDD and with severe COVID-19 at younger ages.

Conclusions: in this retrospective study, vitamin D deficiency showed a signal of association with severe COVID-19 infection. A significant interaction with age was noted, suggesting VDD may have a greater impact in younger patients. These findings should be confirmed in larger, prospective, adequately powered studies.

Keywords:

Coronavirus disease 2019. Severe acute respiratory syndrome. Vitamin D deficiency. Angiotensin converting enzyme 2.

Resumen

Introducción: la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) puede inducir una respuesta inflamatoria exagerada. La vitamina D es un modulador clave del sistema inmune. Planteamos que la deficiencia de vitamina D (VDD) podría aumentar el riesgo de desarrollar infección grave por COVID-19.

Métodos: se reclutaron pacientes consecutivos que acudieron al servicio de urgencias de nuestro centro con diagnóstico de COVID-19 confirmado (PCR-COVID-19 positiva) y mediciones recientes de 25(OH)D. Exploramos la asociación de la deficiencia de vitamina D (VDD), definida como una 25-hidroxivitamina D < 20 ng/mL, con un compuesto de resultados clínicos adversos.

Resultados: se incluyeron 80 pacientes, de los cuales 31 (39 %) presentaron el criterio de valoración primario. El VDD tendió a predecir un mayor riesgo de desarrollar COVID-19 grave después de ajustar edad, sexo, obesidad, enfermedad cardíaca y enfermedad renal [OR: 3,2 (IC 95 %: 0,9-11,4), $p = 0,07$]. La edad tuvo una interacción negativa con el efecto de la VDD en el resultado compuesto ($p = 0,03$), lo que indica que el efecto fue más notable a edades más tempranas. Además, el género masculino se asoció con la VDD y con la COVID-19 grave en las edades más jóvenes.

Conclusiones: en este estudio retrospectivo, la deficiencia de vitamina D mostró una tendencia de asociación con la infección grave por COVID-19. Se observó una interacción significativa con la edad, lo que sugiere que la VDD puede tener un mayor impacto en los pacientes más jóvenes. Estos hallazgos deben confirmarse en estudios más grandes, prospectivos y con potencia adecuada.

Palabras clave:

COVID-19. Síndrome de distrés respiratorio grave. Déficit de vitamina D. Enzima convertidora de angiotensina 2.

Received: 01/06/2020 • Accepted: 20/07/2020

Acknowledgements: The authors are grateful to Mercedes Martínez Novillo, María José Torrejón, and María Ángeles Cuadrado for their help in retrieving the measurements of 25(OH)D in patients with COVID-19. We also thank all the health workers that have taken care of patients with COVID-19 in our hospital, including all the extra departments that have been involved in attending to the overwhelming care demand arisen during this pandemic.

Funding: This study had no dedicated funding.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest for this study.

Ethics approval: this study received approval from the local committee of clinical research.

Consent to participate: A waiver from the local review board was granted to conduct the study without patient informed consent.

Authors' contributions: Concept and design: FM, JM, IR, MAR; data collection: CE, AV, JM; analysis: FM; first manuscript draft: FM; key intellectual review: AFO, JGdC, JM, IR, MAR.

Macaya F, Espejo C, Valls A, Fernández-Ortiz A, González del Castillo J, Martín-Sánchez FJ, Runkle I, Rubio MA. Interaction between age and vitamin D deficiency in severe COVID-19 infection. *Nutr Hosp* 2020;37(5):1039-1042

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03193>

Correspondence:

Fernando Macaya. Hospital Clínico San Carlos.
Profesor Martín Lagos, s/n. 28040 Madrid, Spain
e-mail: fernando@macaya.eu

INTRODUCTION

Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) disease 2019 (COVID-19) pandemic poses a major challenge for the scientific community. Given its novelty, and our dearth of knowledge regarding its characteristics, the identification of prognostic factors that could mediate disease severity/lethality is a priority. Vitamin D plays a key role in host response against infections, including the boosting of antimicrobial actions and modulation of the inflammatory response (1). The latter is mediated through several pathways directly involving the immune system, but also by regulation of the renin-angiotensin system and of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) (2,3).

Vitamin D deficiency (VDD) is highly prevalent worldwide (4). Southern Europe and Spain are known to have a high prevalence of VDD, particularly during winter months, coincidentally with respiratory virus outbreaks (5,6). VDD increases the risk of respiratory tract infections and the development of SARS (1,7). In fact, some patients with COVID-19 develop an inflammatory response that can lead to SARS (8). The aim of this study was to explore the association between VDD and the development of severe COVID-19.

METHODS

A retrospective study was performed on a cohort of consecutive patients attending the emergency department of a tertiary hospital in Madrid, Spain. Inclusion criteria were: 1) a positive reverse-transcriptase polymerase chain reaction for SARS-CoV-2, and 2) an available measurement of serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) (chemiluminescent immunoassay, Abbott Diagnostics) at admission or within the 3 previous months. Electronic medical records were reviewed to retrieve blood tests and clinical information, which was then entered in a dedicated database. VDD was considered as a $[25(OH)D] < 20 \text{ ng/mL}$ (50 nmol/L). The main composite outcome defining severity of COVID-19 included death, admission to the intensive care unit, and/or need for higher oxygen flow than that provided by a nasal cannula. Follow-up was completed at discharge or upon death. A univariate analysis was performed with the t-test or rank-sum test for continuous variables, and chi-squared test or Fisher's exact test for categorical ones. The primary association was measured with multivariable logistic regression. Results were initially adjusted for obesity [body mass index (BMI) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$], cardiac disease and age, since these are associated simultaneously with worse outcomes in COVID-19 and VDD (4,9), as well as for inter-group imbalanced variables such as gender and advanced chronic kidney disease (CKD). Age group (defined by percentile 50)-specific analyses were conducted owing to a significant interaction between VDD and age. All analyses were performed using the Stata 13 software (StataCorp LP, College Station, TX, USA).

RESULTS

Of the 1,011 patients attending our emergency department between March 5th and March 31st who tested positive for SARS-

CoV-2, 91 (9 %) had available 25(OH)D levels. Of these, 80 had completed their clinical follow-up at the time of the statistical analysis. Demographics are presented in table I. A total of 31 patients (39 %) presented the adverse composite outcome. These patients were older, more often male, and showed a non-significant trend towards higher advanced CKD. There were no differences in the prevalence of VDD or in the median levels of 25(OH)D between patients with and without the composite outcome, nor were there in the proportion of patients taking vitamin D supplements (numerically higher in those with the composite outcome).

Patients with VDD ($n = 45$, 56 %) tended to be admitted to hospital more often (84 % vs. 66 %, $p = 0.051$) and had a higher incidence of bacterial co-infection (33 % vs. 11 %, $p = 0.022$), but the difference in composite outcome was not significant overall (44 % vs. 31 %, $p = 0.236$). Nevertheless, after adjusting for age, gender, obesity, and severe CKD, the OR for VDD was 3.2 (95 % CI: 0.9-11.4), $p = 0.070$. In this multivariate model, age over 75 years (3rd tertile) and male gender were significantly associated with the composite outcome [OR 10.4 (95 % CI: 2.0-54.8) vs. the first tertile, $p = 0.006$; OR 6.2 (95 % CI: 2.0-19.5), $p = 0.002$, respectively].

The association of VDD with the composite outcome was significantly modified by patient age ($p_{\text{interaction}} = 0.03$). Figure 1 depicts the plotting of age, gender, and $[25(OH)D]$ against the composite outcome. Lack of statistical power prevented the conduction of adjusted subgroup analyses; however, the characteristics of patients below the median age (percentile 50: 67 years) can be seen in table I. Of note, patients with adverse outcomes were more often male (80 % vs. 20 %, $p = 0.001$) and had more frequently VDD (100 % vs. 43 %, $p = 0.002$). Patients with VDD below 67 years of age ($n = 23$, 57 % of this age subgroup) were more often male (48 % vs. 18 %, $p = 0.048$) and had more often adverse events such as the composite outcome (43 % vs. 6 %, $p = 0.008$), hospital admission (74 % vs. 29 %, $p = 0.005$) and bacterial co-infection (35 % vs. 0 %, $p = 0.013$). These worse outcomes were accompanied by greater alterations in biomarkers: lower median nadir lymphocyte count (0.7 vs. $1.5 \times 10^6/\text{mL}$) and higher peaks of D-dimer (1,359 vs. 596 ng/mL), C-reactive protein (13 vs. 2 mg/dL), and lactate dehydrogenase (669 vs. 410 U/L), with all p values < 0.01 . On the other hand, patients over 67 years with VDD did not show significant differences in any adverse event.

DISCUSSION

In this retrospective series of patients with confirmed COVID-19, vitamin D deficiency showed a statistically borderline association with severe illness. Furthermore, we found a significant interaction with age, indicating that vitamin D deficiency was more clearly associated with negative outcomes in younger patients. Male gender was associated with vitamin D deficiency and with adverse outcomes in this younger subset of patients. All these findings merit further research in larger-scale, prospective cohorts.

Patients with severe COVID-19 develop an exaggerated inflammatory response that ultimately jeopardizes their own integrity (8).

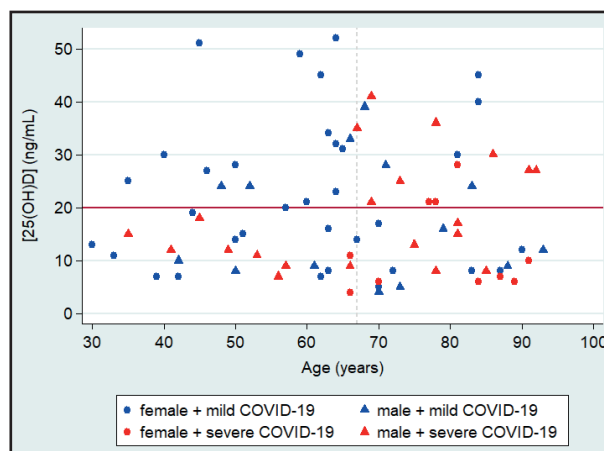
Table I. Patient characteristics and outcomes according to the composite endpoint

	All (n = 80)		p	Under 67 years (n = 40)		p
	non-severe COVID-19 (n = 49)	severe COVID-19* (n = 31)		non-severe COVID-19 (n = 30)	severe COVID-19* (n = 10)	
Baseline characteristics						
Age	63 (50-72)	75 (66-84)	0.014	51.5 (44-63)	54.5 (45-66)	0.662
Male gender	14 (29 %)	21 (68 %)	0.001	6 (20 %)	8 (80 %)	0.001
Smoking history	6 (12 %)	7 (23 %)	0.222	4 (13 %)	1 (10 %)	1.000
Hypertension	20 (57 %)	30 (67 %)	0.383	9 (30 %)	5 (50 %)	0.278
Diabetes <i>mellitus</i>	20 (41 %)	12 (39 %)	0.851	8 (27 %)	2 (20 %)	1.000
Cardiac disease	11 (22 %)	8 (26 %)	0.731	2 (7 %)	1 (10 %)	1.000
Advanced chronic kidney disease (CKD-EPI < 30 mL/min/m ²)	12 (24 %)	14 (45 %)	0.054	5 (17 %)	5 (50 %)	0.085
Chronic respiratory disease	8 (16 %)	5 (16 %)	0.981	1 (3 %)	0	1.000
Obesity (BMI ≥ 30 kg/m ²)	13 (27 %)	10 (32 %)	0.581	6 (20 %)	4 (40 %)	0.232
BMI (kg/m ²)	27.0 (24.5-30.8)	26.9 (24.3-32.1)	0.983	26.8 (24.1-29.5)	32.2 (23.3-34.0)	0.465
Vitamin D supplements	24 (49 %)	20 (65 %)	0.174	15 (50 %)	6 (60 %)	0.721
[25(OH)D] (ng/mL)	19 (9-30)	13 (8-25)	0.145	22 (11-31)	11 (9-12)	0.009
Vitamin D deficiency ([25(OH)D] < 20 ng/mL)	25 (51 %)	20 (65 %)	0.236	13 (43 %)	10 (100 %)	0.002

*Defined by the composite endpoint: death, ICU admission or requirement of high flow oxygen (greater than nasal cannula). BMI: body mass index; CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration equation.

Vitamin D promotes movement and phagocytic ability in macrophages, and induces the synthesis of bactericidal chemicals such as cathelicidin and beta-defensin (1). But vitamin D also modulates inflammatory response by reducing the expression of pro-inflammatory cytokines through the induction of macrophage M2 differentiation and promotion of T-helper type 2 and T-reg cells (1,2,10). Furthermore, vitamin D has been shown to regulate the renin-angiotensin system and ACE2 expression in animal models (11). ACE2 is the host receptor for SARS-CoV-2, and is downregulated by it (12). Dysregulation of the renin-angiotensin system increases lung permeability and may lead to the development of severe acute respiratory syndrome (3,13). Moreover, observational clinical data indicate that VDD confers a greater risk of respiratory infections, and supplementation with this vitamin reduces this risk (1). Taken together, all these data provide a rationale to consider vitamin D an important factor implicated in the pathophysiology of SARS in COVID-19. D'Avolio et al. recently found that patients with a positive COVID-19 test had lower 25(OH)D levels than those with a negative test (14). Also, interestingly, an ecological study has shown a significant inverse correlation between published levels of vitamin D and COVID-19 mortality per country (15).

We have found that male gender and age are independently associated with worse outcomes of patients with COVID-19, which is not novel but consistent with current knowledge of the disease (8,16). The impact of male gender in outcomes is not fully understood, but it has been suggested that sex hormones may influence the expression and/or function of angiotensin-converting

**Figure 1.**

Scatterplot of age, gender, and levels of 25(OH)D (25-hydroxyvitamin D) against the composite outcome. Triangles represent male patients and circles female patients. The horizontal maroon thick line defines the threshold for vitamin D deficiency (20 ng/dL). The vertical grey dashed line is the median age for this population (67 years).

enzyme 2, and this could be enhanced in the setting of VDD (17). On the other hand, the potential interaction of age with VDD is an interesting finding that merits further investigation. Waldhoer et al. found a similar interaction of age in the association between VDD

and mortality during the follow-up of a cohort of 78,581 patients (18). The effects of aging and its associated increased comorbidity translate into a complex interplay of causative mechanisms of morbidity and mortality in the older subset of patients with COVID-19 that is difficult to interpret. In addition, aging entails a dysfunction of normal immune responses and a profound dysregulation of inflammatory pathways (19). All this may explain why we could not find an association of VDD with adverse outcomes in the elderly whereas we did find it in the younger patients.

Our study findings are limited by a reduced sample size, but to date represent the only data available regarding this important topic. In our country, vitamin D is routinely measured in the elderly and in patients with comorbidities, renal disease, and obesity (20). This has obviously led to patient selection in our sample. Also, as a consequence of the retrospective nature of the study, the effect of vitamin D supplements in our population is uncertain. Despite the fact that no significant differences were noted between groups, the measurements of 25(OH)D could have potentially led to a prescription of supplements before the patient contracted COVID-19, which may add a degree of confusion to the primary association. Larger, all-comer, prospective studies are required to elucidate the impact of vitamin D deficiency in COVID-19 outcomes.

CONCLUSIONS

In this retrospective study, vitamin D deficiency showed a signal of association with severe COVID-19 infection. This association was significantly modified by age, indicating that vitamin D deficiency may have a greater impact in the younger subset of patients. Moreover, male gender was associated with VDD and with adverse outcomes in the younger patients. These findings should be confirmed in larger, prospective, adequately powered studies.

REFERENCES

- Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System—Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients* 2020;12:236. DOI: 10.3390/nu12010236
- Grant WB, Lahore H, McDonnell SL, Baggerly CA, French CB, Aliano JL, et al. Evidence that Vitamin D Supplementation Could Reduce Risk of Influenza and COVID-19 Infections and Deaths. *Nutrients* 2020;12:988. DOI: 10.3390/nu12040988
- Xu J, Yang J, Chen J, Luo Q, Zhang Q, Zhang H. Vitamin D alleviates lipopolysaccharide-induced acute lung injury via regulation of the renin-angiotensin system. *Molecular Medicine Reports* 2017;16:7432-8. DOI: 10.3892/mmr.2017.7546
- Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, Neuwersch-Sommeregger S, Köstenberger M, Tmava Berisha A, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *European Journal of Clinical Nutrition* 2020;1-16. DOI: 10.1038/s41430-020-0558-y
- Manios Y, Moschonis G, Lambrinou C-P, Tsoutsouloupoulou K, Binou P, Karachaliou A, et al. A systematic review of vitamin D status in southern European countries. *European Journal of Nutrition* 2018;57:2001-36. DOI: 10.1007/s00394-017-1564-2
- González-Molero I, Morcillo S, Valdés S, Pérez-Valero V, Botas P, Delgado E, et al. Vitamin D deficiency in Spain: a population-based cohort study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2011;65:321-8. DOI: 10.1038/ejcn.2010.265
- Dancer RCA, Parekh D, Lax S, D'Souza V, Zheng S, Bassford CR, et al. Vitamin D deficiency contributes directly to the acute respiratory distress syndrome (ARDS). *Thorax* 2015;70:617-24. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-206680
- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020;395:497-506. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5
- Sattar Naveed, McInnes Iain B., McMurray John J. V. Obesity a Risk Factor for Severe COVID-19 Infection: Multiple Potential Mechanisms. *Circulation [Internet]* [cited 2020 Apr 24]. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047659>. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047659
- Liang S, Cai J, Li Y, Yang R. 1,25DihydroxyVitamin D3 induces macrophage polarization to M2 by upregulating Tcell Igmem3 expression. *Mol Med Rep* 2019;19:3707-13. DOI: 10.3892/mmr.2019.10047
- Kong J, Zhu X, Shi Y, Liu T, Chen Y, Bhan I, et al. VDR Attenuates Acute Lung Injury by Blocking Ang-2-Tie-2 Pathway and Renin-Angiotensin System. *Molecular Endocrinology* 2013;27:2116-25. DOI: 10.1210/me.2013-1146
- Vaduganathan M, Vardeny O, Michel T, McMurray JJV, Pfeffer MA, Solomon SD. Renin-Angiotensin-Aldosterone System Inhibitors in Patients with Covid-19. *New England Journal of Medicine* 2020;382:1653-9. DOI: 10.1056/NEJMs2005760
- Imai Y, Kuba K, Rao S, Huan Y, Guo F, Guan B, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 protects from severe acute lung failure. *Nature* 2005;436:112-6. DOI: 10.1038/nature03712
- D'Avolio A, Avataneo V, Manca A, Cusato J, De Nicolò A, Lucchini R, et al. 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients* 2020;12. DOI: 10.3390/nu12051359
- Ilie PC, Stefanescu S, Smith L. The role of vitamin D in the prevention of coronavirus disease 2019 infection and mortality. *Aging Clinical and Experimental Research [Internet]* 2020 [cited 2020 May 17]. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40520-020-01570-8>. DOI: 10.1007/s40520-020-01570-8
- Guo Y-R, Cao Q-D, Hong Z-S, Tan Y-Y, Chen S-D, Jin H-J, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Military Medical Research [Internet]* 2020 [cited 2020 May 4]. Available from: <https://mmrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40779-020-00240-0>. DOI: 10.1186/s40779-020-00240-0
- La Vignera S, Cannarella R, Condorelli RA, Torre F, Aversa A, Calogero AE. Sex-Specific SARS-CoV-2 Mortality: Among Hormone-Modulated ACE2 Expression, Risk of Venous Thromboembolism and Hypovitaminosis D. *International Journal of Molecular Sciences* 2020;21:2948. DOI: 10.3390/ijms21082948
- Waldhoer T, Endler G, Yang L, Haidinger G, Wagner O, Marculescu R. Vitamin D deficiency, overall and cause-specific mortality: the impact of age. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique* 2018;66:S271. DOI: 10.1016/j.respe.2018.05.092
- Oh S-J, Lee JK, Shin OS. Aging and the Immune System: the Impact of Immunosenescence on Viral Infection, Immunity and Vaccine Immunogenicity. *Immune Network [Internet]* 2019 [cited 2020 Apr 26]. Available from: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.4110/in.2019.19.e37>. DOI: 10.4110/in.2019.19.e37
- Varsavsky M, Rozas Moreno P, Becerra Fernández A, Luque Fernández I, Quesada Gómez JM, Ávila Rubio V, et al. Recomendaciones de vitamina D para la población general. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* 2017;64:7-14. DOI: 10.1016/j.endinu.2016.11.002



Nutrición Hospitalaria



Revisión

Enfermedad celiaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. Revisión

Celiac disease: causes, pathology, and nutritional assessment of gluten-free diet. A review

Irene de la Calle, Gaspar Ros, Rocío Peñalver y Gema Nieto

Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Campus Regional de Excelencia Internacional "Campus Mare Nostrum". Campus Universitario de Espinardo. Universidad de Murcia. Espinardo, Murcia

Resumen

Introducción: los pacientes celíacos sufren deficiencias antes y durante el mantenimiento de la dieta sin gluten; esto se debe a la malabsorción asociada a la enfermedad y a los alimentos no enriquecidos, en su mayoría procesados, altos en grasas saturadas y deficientes en los minerales típicamente presentes en el trigo.

Objetivos: el principal objetivo de la presente revisión bibliográfica es recopilar aquellos trabajos que centren su atención en determinar las bases moleculares de la enfermedad celiaca y que pudieran explicar las deficiencias nutricionales que conlleva dicha dieta, y efectuar una valoración de la dieta sin gluten y sus deficiencias nutricionales una vez restauradas las microvelosidades intestinales.

Material y métodos: se ha realizado una búsqueda bibliográfica a través de bases de datos electrónicas. El contenido de la revisión se ha centrado en la patogénesis de la enfermedad celiaca y la valoración de la dieta sin gluten que se instaura como tratamiento.

Resultados: numerosos estudios encuentran una deficiencia nutricional de micronutrientes en los pacientes celíacos sin tratar, principalmente en términos de calcio, hierro, fibra, ácido fólico, omega-3, vitamina B₁₂ y vitamina D. Se ha observado que la calidad de vida de los pacientes celíacos, una vez iniciado el tratamiento, se ve reducida y que ello conlleva una baja adherencia a la dieta sin gluten. Además, estas dietas sin gluten, en el caso de que se sigan sin la supervisión de un especialista en nutrición, conllevan un aumento del riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y metabólicas, sobrepeso y obesidad.

Conclusión: la dieta sin gluten que siguen los pacientes celíacos suele conllevar ciertas deficiencias nutricionales como, por ejemplo, déficits de vitaminas del grupo B, vitamina D, calcio, hierro, ácido fólico y fibra, lo que se debe principalmente a la deficiente calidad nutricional de los productos sin gluten con respecto a sus equivalentes con gluten y a un bajo seguimiento por parte de los profesionales sanitarios.

Palabras clave:

Gluten. Enfermedad celiaca. Enfermedad autoinmune. Nutrición. Micronutrientes.

Abstract

Introduction: celiac patients suffer deficiencies before and during their maintenance of a gluten-free diet. This is due to malabsorption, associated with the disease, and to non-enriched, mostly processed foods high in saturated fats and deficient in the minerals typically present in wheat.

Objectives: the main objective of this review was to determine the molecular basis of celiac disease and the nutritional deficiencies that gluten-free diet entails, as well as an assessment of gluten-free diet and its nutritional deficiencies once the intestinal microvilli have been restored.

Material and methods: a bibliographic search was carried out through electronic databases. The content of the review focuses on the pathogenesis of celiac disease and the assessment of gluten-free diet when established for treatment.

Results: the main deficiencies that occur in untreated celiac patients are (calcium, iron, fiber, folic acid, omega-3, vitamin B₁₂, and vitamin D). It has been observed that the quality of life of celiac patients, after starting treatment, is reduced, and this leads to low adherence to gluten-free diet. In addition, these gluten-free diets without proper follow-up by a nutritionist entail other deficits such as: an increase in the risk of cardiovascular, metabolic, overweight and obesity diseases.

Conclusion: gluten-free diet, as followed by celiac patients, usually entails certain deficiencies such as group-B vitamins, vitamin D, calcium, iron, folic acid, and fiber, which is mainly due to the poor nutritional quality of gluten-free products as compared to their equivalents with gluten, and a scarce monitoring by health professionals.

Keywords:

Gluten. Celiac disease. Autoimmune disease. Nutrition. Micronutrients.

Recibido: 22/10/2019 • Aceptado: 03/03/2020

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

De la Calle I, Ros G, Peñalver R, Nieto G. Enfermedad celiaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. Revisión. Nutr Hosp 2020;37(5):1043-1051

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02913>

Correspondencia:

Gema Nieto. Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Campus Regional de Excelencia Internacional "Campus Mare Nostrum". Campus Universitario de Espinardo. Universidad de Murcia. 30071 Espinardo, Murcia
e-mail: gneto@um.es

INTRODUCCIÓN

La enfermedad celiaca es una enfermedad autoinmune en la que los anticuerpos de los pacientes reaccionan contra el gluten que ingieren en la dieta. Esta reacción provoca sobre todo problemas intestinales de malabsorción que afectan a otras áreas de su salud debido a déficits nutricionales. Es una enfermedad altamente influenciada tanto por factores genéticos como ambientales, además de un amplio abanico de presentaciones clínicas. En las personas afectadas se ve aumentada la morbi-mortalidad. La prevalencia es de aproximadamente un 1 %, pero cada año se diagnostican más casos de celiaquía (1,2). Una dieta estrictamente libre de gluten mejora la morbi-mortalidad además de reducir el riesgo de complicaciones, como el cáncer gastrointestinal (3).

El gluten se encuentra principalmente en el trigo, el centeno y la cebada. El trigo es el cereal más cultivado y la base de muchas dietas, entre ellas la dieta mediterránea. El consumo medio de gluten es de 5 a 20 g al día, y forma parte de muchos de los alimentos fundamentales de la dieta, como el pan y la pasta (4). El único tratamiento actual para esta enfermedad es el seguimiento de una dieta sin gluten durante toda la vida. De acuerdo con la revisión realizada por Gobbetti y cols. (5), los productos sin gluten muestran un menor contenido de proteínas y un mayor porcentaje de grasas, y una ingesta disminuida de ácido fólico, vitamina B₁₂, vitamina D, calcio, hierro y otros minerales. Además, el trabajo de Miranda-Villa (6) encuentra que los alimentos procesados sin gluten se elaboran con aditivos como hidrocoloides, proteínas y emulsionantes con el objetivo de mantener las características tecnológicas del producto (como, por ejemplo, la textura, el volumen y el alveolado de la miga). Para elaborar estos productos, la industria emplea almidones y harinas refinadas que proveen un bajo valor nutricional y una elevada densidad energética. Por ello, en general, los alimentos procesados sin gluten suelen ser ricos en azúcares y grasas, y tienen un índice glucémico alto, lo que puede influir en una mayor incidencia de la obesidad y el sobrepeso en los niños celíacos con este tipo de dieta. De acuerdo con el trabajo realizado por Salazar-Quero (7), la calidad de la grasa de las dietas celíacas suele ser mala, con concentraciones bajas de ácidos grasos poliinsaturados y altas de ácidos grasos tanto mono insaturados como saturados.

Todo esto conlleva un mayor riesgo de síndrome metabólico y mayor riesgo de sobrepeso y obesidad. Una forma de mejorar los desequilibrios nutricionales es el enriquecimiento de los alimentos sin gluten y adición de alimentos más ricos en nutrientes como harinas de legumbres, pseudocereales y semillas.

Un problema de la falta de gluten en los productos de panificación es la dificultad de panificar los cereales sin gluten, ya que el gluten aumenta la retención de gas durante la fermentación y aumenta el volumen del pan. Por lo tanto, los alimentos sin gluten requieren la adición de otros ingredientes para lograr una textura similar. Todo esto, sumado a su elevado precio y a las contaminaciones cruzadas que se producen, contribuye a que los pacientes celíacos presenten una baja adherencia a la dieta sin gluten.

Otro de los problemas de los alimentos sin gluten es su baja calidad organoléptica, ya que tienen un sabor un tanto insípido para el consumidor, que suele estar habituado al sabor habitual del pan común. Además, el precio es muy superior al de los alimentos con gluten.

OBJETIVOS

El principal objetivo de la presente revisión es presentar las bases moleculares de la enfermedad celiaca y las deficiencias nutricionales que conlleva. Como objetivos complementarios se describieron los tipos de deficiencias que se dan en los pacientes tratados y los no tratados, y se valoró nutricionalmente la dieta sin gluten.

DEFINICIÓN DE LA ENFERMEDAD CELIACA (EC)

La celiaquía es una enteropatía autoinmune crónica que se desencadena por la ingestión de gluten en los individuos predispuestos genéticamente, es decir, con el genotipo HLA-DQ2 o HLA-DQ8 (6). Tiene un amplio espectro de presentación de síntomas (intestinales y extraintestinales) y un amplio rango de edades en su debut. Se ha visto una alta influencia genética, pero también ambiental (7).

En los individuos que presentan la enfermedad celiaca (EC) se crean autoanticuerpos de tipo IgA frente a una enzima humana normal, la TG2. En esta enfermedad, el autoantígeno es esta enzima. La TG2 potencia la inmunogenicidad de los péptidos del gluten mediante la desaminación de los mismos en el intestino delgado; algunos péptidos no se degradan y pasan a través del epitelio de la mucosa intestinal; estos péptidos son presentados por las células presentadoras de antígenos en las personas con el genotipo de HLA-DQ2 (90 % de los celíacos) o HLA-DQ8 (10 %) y estimulan la acción de células T específicas que provocan una reacción inflamatoria. Esta reacción autoinmune daña gravemente las vellosidades intestinales, lo que suele producir el cuadro clínico típico de la EC, como alteraciones gastrointestinales y malabsorción. La activación de los linfocitos T en la lámina propia y en el epitelio provoca efectos citotóxicos, lo que provoca la apoptosis de los enterocitos y una remodelación atrófica de la mucosa, lo cual conlleva malabsorción (8).

El 100 % de los pacientes con enfermedad celiaca poseen variantes génicas de los antígenos leucocitarios humanos (HLA) de clase II en HLA-DQA1 y HLA-DQB1, que codifican las dos cadenas de los heterodímeros DQ2 y DQ8, expresados en la superficie de las células presentadoras de antígenos. Más del 90 % de los pacientes son DQ2-positivos y el resto son DQ8-positivos (7). Este genotipo está presente en un 30-40 % de la población, dependiendo de las zonas; sin embargo, la prevalencia de la EC es de un 1 %. Tener este genotipo no significa que se vaya a desarrollar esta respuesta autoinmune: tienen que darse otros factores ambientales tales como la exposición al gluten (también necesaria

Tabla I. Nuevos tratamientos para la enfermedad celiaca (16)

Tratamiento	Mecanismo de acción	Tipo de tratamiento
Larazotida	Impide el paso de los péptidos de gliadina a la mucosa	Primario
Bloqueo de CPA	Impide la activación de las CPA HLA-DQ2 o HLA-DQ8	Secundario
Inhibidores	- Inhiben la acción de desamidación de la enzima transglutaminasa tisular. - Inhiben la adhesión y migración leucocitaria. - Inhiben la rho-quinasa, que reduce la permeabilidad intestinal.	Secundario Terciario Primario
Anticuerpos anticitoquinas	Anti-IL15, citoquina proinflamatoria	Terciario
Latiglutenasa	Proteasa del gluten	Primario
Polímeros	Se unen al gluten y lo eliminan, evitando su absorción	Primario
Nexvax2	Vacuna que induce tolerancia al gluten	Inmunización

para el desarrollo de la enfermedad) y otros factores de riesgo, como las infecciones intestinales, el consumo de fármacos, etc. El riesgo asociado al genotipo es de un 40 % (8).

unen a las moléculas HLA-DQ2 o HLA-DQ8 y son presentados a las células T CD4+. Una vez iniciada la enfermedad, la actividad de la enzima se mantiene por el estado de inflamación crónica (9).

DEFINICIÓN DE GLUTEN

El gluten es la principal proteína de almacenamiento del trigo (4) y está formado principalmente por gliadinas y gluteninas, que son epítomos inmunogénicos. Algunos de los epítomos encontrados en las gliadinas α y ω gliadinas (trigo), las hordeínas (cebada) y las secalinas (centeno) son más inmunodominantes que otros, es decir, es más probable que desencadenen una respuesta inmune de células T. Estos epítomos son ricos en prolina, lo que genera resistencia a la degradación enzimática. Contienen una secuencia aminoacídica en la que la glutamina puede ser transformada en ácido glutámico por la enzima transglutaminasa tisular (TG2), lo que provoca una carga negativa que favorece la alta afinidad de la unión a algunos antígenos leucocitarios humanos como el HLA-DQ2 o el HLA-DQ8 y el reconocimiento por las células T CD4+ (8).

ASPECTOS GENERALES DE LA ENFERMEDAD CELIACA

IMPORTANCIA DE LA ENZIMA TRANSGLUTAMINASA TISULAR (TG2) EN LA ENFERMEDAD CELIACA

La enzima transglutaminasa tisular es una proteína cuya expresión es ubicua, tanto extracelular como intracelular, en todos los tejidos. Su principal función extracelular es la transamidación y desamidación de moléculas. La actividad de esta enzima depende del potencial redox del medio, activándose específicamente por una reducción mediada por la tioredoxina. En la patogénesis de la enfermedad celiaca no se sabe cuándo y dónde ocurre la desamidación mediada por la TG2. Una hipótesis que se plantea es que la TG2 se activa por la inflamación intestinal (debido a una infección) y esto crea péptidos desamidados de gluten que se

EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD CELIACA

La prevalencia de la celiaquía es aproximadamente del 1 %. En los grupos de riesgo, como en los niños con síndrome de Down y en las enfermedades autoinmunes, es mayor (6,10).

Por ejemplo, la prevalencia de la EC en las personas con diabetes mellitus de tipo 1 es del 1-11 %. Esto se debe a que, según se ha visto, el mismo patrón de moléculas HLA (HLA-DQ2 y HLA-DQ8) predispone a ambas enfermedades. Esto supone un problema ya que la mayoría de los productos sin gluten provocan un pico de glucosa importante en la sangre, debido al alto procesamiento de estos alimentos (2). La prevalencia en la población ha aumentado mucho, como se ha visto en un estudio de cohortes retrospectivo en el que se observa un incremento de la incidencia de hasta 6,4 veces entre 1990 y 2009 (11). La proporción de hombres y mujeres afectados es de 1 hombre por cada 4 mujeres (12). La demora del diagnóstico llega a alcanzar los 9 años y se estima que por cada caso diagnosticado hay 7 sin diagnosticar (13).

PATOGÉNESIS DE LA ENFERMEDAD CELIACA

El gluten es una proteína rica en glutaminas y prolinas, lo que provoca que su digestión gástrica, pancreática e intestinal sea incompleta y deje péptidos de 33 aminoácidos sin digerir. Estos péptidos sin digerir se introducen en la lámina propia del intestino y, en los individuos celíacos, provocan una reacción inmune adaptativa dependiente de la desaminación de las moléculas de gliadina por la TG2. La desaminación aumenta la inmunogenicidad de la gliadina, lo que facilita su unión a las moléculas HLA-DQ2.2, HLA-DQ2.5 y HLA-DQ8 en las células presentadoras de antígenos (9). Los anticuerpos resultantes pueden contribuir a las manifesta-

ciones extraintestinales de la enfermedad, como son la dermatitis herpetiforme y la ataxia (1).

También se produce una reacción inmunitaria innata en el compartimento epitelial, que se manifiesta con linfocitosis. Estos linfocitos expresan receptores de las células *natural killer* (NK), como NKG2D y CD9/NKG2A, que reconocen glucoproteínas de superficie inducidas por estrés, como las cadenas A y B de las moléculas MHC de clase I (MICA y MICB) y la proteína HLA-E, en la superficie de las células epiteliales. Ambas respuestas, la adaptativa y la innata, participan en la presentación clínica y la patogénesis de la EC (1).

Los inhibidores de la tripsina-amilasa pueden intervenir en el daño epitelial producido por la respuesta inmune innata (7). Constituyen entre un 2 % y un 4 % de las proteínas del trigo. Se ha visto que algunas fracciones de estas proteínas activan receptores de tipo Toll, como el TLR-4, lo que conlleva la liberación de citoquinas proinflamatorias por monocitos, macrófagos y células dendríticas en los pacientes celiacos y no celiacos (4). Una vez que se han creado células T específicas en la lámina propia, se producen cambios importantes en la composición, el tamaño y el estado de activación de los linfocitos intraepiteliales (LIE). Normalmente se encuentran repartidos por todo el epitelio intestinal, localizados en el lado basolateral de las células epiteliales. La mayoría son CD8+ $\alpha\beta$ TCR+, pero en las personas celiacas se encuentra un mayor número de CD8+ $\alpha\beta$ TCR+ y $\gamma\delta$ TCR+, un fenotipo celular NK (respuesta innata) que podría estar involucrado en la muerte de las células epiteliales y la remodelación intestinal que se observa en la EC. También se produce una redistribución de los LIE, siendo estos más abundantes en la punta de las vellosidades. La IL-15 se sobreexpresa en las células epiteliales de los pacientes con EC. Esto puede afectar a los LIE adyacentes. El aumento de las citoquinas mediadas por las células T de la lámina propia (IL-2, IL-21) puede contribuir también a la activación de los LIE.

Los cambios en el compartimento epitelial pueden ser secundarios a la activación de las células T CD4+. Además de los LIE, hay otros 4 tipos de linfocitos innatos que son especialmente abundantes en los niños pequeños. Uno de estos tipos tiene similitud con los ILC1, que son secretores de IFN- γ (equivalente a los TH1 en otros tejidos), mientras que el otro es un LIE con fenotipo respondedor a IL-15: este es el precursor de las células monoclonalmente expandidas en los pacientes con EC refractaria de tipo 2 (afección premaligna no respondedora a la dieta sin gluten) (14).

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD CELIACA

Los síntomas clásicos son los relacionados con problemas intestinales, como la diarrea y la malabsorción, que provocan pérdida de peso y déficits nutricionales. A pesar de esto, la mitad de los casos diagnosticados son asintomáticos o clínicamente atípicos, asociados a anemia (debido a la malabsorción de hierro), osteoporosis u osteopenia (malabsorción de calcio y vitamina D), alteraciones musculoesqueléticas y neurológicas, endocrinopatías y enfermedades epidérmicas. Otras formas de manifestación son las extraintestinales, como hepatopatía, dermatitis herpetiforme,

neuropatía por IgA, nefropatía, epilepsia del lóbulo temporal, ataxia cerebral, neuropatía periférica y hem siderosis pulmonar (8).

Hay otros síntomas menos específicos, como talla baja y retraso del crecimiento sin causa conocida, retraso de la pubertad, amenorrea, anorexia, dispepsia (indigestión), meteorismo, estreñimiento, diarrea, fatiga, llagas, problemas de concentración, depresión, cambios de humor, aumento de los valores de las transaminasas, dolor de cabeza crónico, dolor articular, defectos dentales, etc. (7,8).

La presentación clínica también varía en función de la edad. En los niños menores de 3 años son más comunes los síntomas del tipo de la diarrea crónica, el retraso del crecimiento y la distensión abdominal. En los adolescentes y los niños se dan síntomas gastrointestinales más suaves. También son frecuentes la artritis, los síntomas neurológicos y la anemia. Además, hasta un 43 % de los niños son asintomáticos (15). La anemia es secundaria al déficit de hierro, que puede deberse a malabsorción del mismo o a pérdidas ocultas de sangre en el sistema gastrointestinal; también puede deberse a deficiencia de folato, vitamina B₁₂ y otros micronutrientes. La prevalencia de la enfermedad celiaca entre los pacientes con anemia es muy variable, mostrando un rango entre el 1,8 % y el 13,7 %. Dicha prevalencia aumenta al tratarse de sujetos con anemia ferropénica que no presentan respuesta a la suplementación con hierro oral. Hasta un 5 % de los pacientes con EC muestran síntomas neurológicos tales como ataxia cerebelosa, neuropatía periférica, convulsiones y mielopatías (10). Pueden mostrar epilepsia, infertilidad, abortos recurrentes, síndromes psiquiátricos, convulsiones, migrañas, trastorno de déficit de atención e hiperactividad y bajo rendimiento académico (16).

Entre las principales complicaciones de la enfermedad celiaca que se pueden manifestar destacan la infertilidad, el parto prematuro, el bajo peso o las alteraciones del recién nacido, el cáncer (enteropatía asociada a linfoma de células T, EALT), el aumento de la mortalidad (8), el adenocarcinoma de intestino delgado y otros cánceres del tracto gastrointestinal (10).

DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD CELIACA

En base a los estudios realizados por Taylor y cols. (16) y por Vriezinga y cols. (14), se requiere una combinación de serología y biopsia intestinal para el diagnóstico de los adultos. Se miden los anticuerpos IgA-TG2, que tienen un alto valor pronóstico negativo. Es importante tener en cuenta el número total de anticuerpos IgA del paciente, especialmente debido a la mayor prevalencia de la deficiencia selectiva de IgA en los pacientes con EC (2 %). Si se obtiene un valor bajo de IgA, puede haber falsos negativos y se debe proceder a medir otros anticuerpos de tipo no IgA, como las IgG-TG2, las IgG anti-endomisio (EMA) o las IgG anti-péptidos de gliadina desaminados (DGPA). Los autoanticuerpos específicos (anti-TG2, EMA, DGPA) tienen una alta sensibilidad y especificidad en caso de severas alteraciones histológicas del intestino delgado, incluso en niños muy pequeños.

Las biopsias duodenales positivas muestran linfocitos intraepiteliales (signo de respuesta inflamatoria), hiperplasia de las criptas

duodenales y atrofia vellosa. La biopsia se toma mediante una gastroscopia (7). Las características histológicas del intestino delgado varían desde la atrofia parcial a la total, con hiperplasia de las criptas e infiltración de LIE. Las lesiones se clasifican según Marsh-Oberhuber y varían de 0 (normal) a 4 (lesiones hipoplásicas). Una lesión de tipo 2 o 3 junto con anticuerpos específicos de la EC en la serología confirma el diagnóstico de la enfermedad. Es importante destacar que la severidad de los síntomas no se correlaciona con la severidad de las alteraciones histológicas (11).

La diferencia diagnóstica con otras intolerancias al gluten es que, en todos los casos, los pacientes mejoran ante una dieta sin gluten pero, si no son celíacos, muestran una serología negativa y no tienen atrofia de las vellosidades del duodeno (17).

En el caso de los niños no es necesaria la biopsia, considerada el *gold standard*, para confirmar el diagnóstico. En la guía de 2012 de la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica se introduce una excepción a este *gold standard*. En el caso de los niños con sintomatología típica (gastrointestinal), título de IgA-antiTG2 10 veces superior al límite superior normal (estos valores permiten predecir la atrofia vellosa), serología positiva a EMA y genotipo HLA-DQ2 o HLA-DQ8, se puede omitir esta prueba y diagnosticar la celiaquía. Se confirma cuando hay una remisión serológica y clínica al seguir una dieta sin gluten (8,11).

Se recomienda el *screening* de la celiaquía en caso de observar síntomas compatibles no explicables por otras patologías, alteraciones autoinmunes, síndrome del intestino irritable y familiares de primer grado con celiaquía (7). Todas las pruebas diagnósticas deben realizarse mientras el paciente continúa una dieta con gluten ya que, en ausencia de gluten, puede haber una negativización de la serología y una reversión del daño intestinal (11). Celiac UK (el organismo nacional de pacientes del Reino Unido) informa de un retraso promedio de 13 años en el diagnóstico de los pacientes. Como resultado, en 2015, el Instituto Nacional de Excelencia en Salud y Atención (NICE) actualizó sus pautas para la enfermedad celíaca y creó una lista de síntomas y factores de riesgo que deberían desencadenar las pruebas de la enfermedad celíaca (7).

FACTORES AMBIENTALES DE LA ENFERMEDAD CELIACA

Para el desarrollo de la enfermedad celíaca tienen que darse los alelos HLA DQ2 o DQ8 (40 % de la población), así como la exposición al gluten. Sin embargo, esta enfermedad solo aparece en un 1 % de la población, por lo que se requieren otros factores ambientales. Algunos factores de riesgo son la época de nacimiento, el nacimiento por cesárea, ser mujer, las infecciones gastrointestinales, los rotavirus en los niños y *Campylobacter* en los adultos, un alto número de infecciones (incluidas las respiratorias), el uso de antibióticos e inhibidores de la bomba de protones, la colonización por *Helicobacter pylori* e incluso la exposición durante el embarazo a suplementos de hierro. Los homocigotos de HLA-DQ2 tienen un mayor riesgo de desarrollar la enfermedad que los heterocigotos, pero la dosis génica de HLA-DQ2 no se relaciona con los síntomas, ni con la severidad de las lesiones vellosas (15).

MICROBIOTA DE LA ENFERMEDAD CELIACA

Estudios transversales han mostrado que los pacientes con enfermedad celíaca tienen alteraciones de la microbiota intestinal que no se llegan a normalizar a pesar de hacer una dieta sin gluten. La concentración fecal de *Bifidobacterium bifidum* es significativamente mayor en los pacientes celíacos sin tratar que en los adultos sanos. Se ha observado una mayor incidencia de bacterias gramnegativas proinflamatorias en el duodeno de los niños con EC que en los niños sanos de control. Un estudio realizado en 2015 mostró alteraciones específicas en las bacterias fecales de los lactantes con riesgo de EC, asociándose este hallazgo con la presencia de HLA-DQ2, lo que indica que este tipo de HLA selecciona la microbiota intestinal (1).

ENFERMEDADES AUTOINMUNES Y SÍNDROMES TÍPICAMENTE ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD CELIACA

La celiaquía se presenta comúnmente asociada a otras enfermedades como la diabetes mellitus de tipo 1, la tiroiditis autoinmune, la hepatitis autoinmune, la enfermedad de Addison, el síndrome de Sjorgen, la dermatitis herpetiforme, la alopecia autoinmune, el síndrome de Down, el síndrome de Turner, el síndrome de Williams y la deficiencia selectiva de IgA (2,10,16).

Respecto a la reacción inmunológica, es importante destacar la avena, ya que contiene también una prolamina llamada avenina que, a pesar de que no contiene gluten, en caso de ser certificada podría causar cierta sensibilidad en un pequeño porcentaje de personas celíacas. La avenina podría desencadenar una respuesta inmunológica similar a la producida por el trigo, la cebada o el centeno; sin embargo, este cereal supondría un gran valor añadido a la dieta de estas personas. Según el Codex Alimentarius International Food Standards, varios estudios han demostrado que su inmunogenicidad depende de las variedades empleadas.

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD CELIACA

PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD CELIACA

Actualmente no se puede prevenir de manera primaria la enfermedad celíaca. Se sugirió una forma de prevención primaria mediante la introducción del gluten en la dieta entre los 4 y 6 meses de edad (Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica), preferentemente mientras se continúa con el periodo de lactancia, pero los resultados de estudios prospectivos y revisiones demostraron que la edad de introducción del gluten y la duración de la lactancia no influyen en el riesgo de desarrollar la enfermedad celíaca. Los únicos factores de riesgo identificados son: género femenino, genotipo HLA y ser de Suecia. La prevención secundaria es posible a través

del diagnóstico temprano, lo que permite el comienzo del tratamiento (dieta sin gluten). La adherencia a la dieta sin gluten se puede considerar la prevención terciaria, ya que reduce las complicaciones a largo plazo, como la anemia crónica, la infertilidad, las alteraciones autoinmunes, los procesos de malignización y la osteoporosis (14).

TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD CELIACA

Una vez detectada y confirmada la EC, hay que seguir una dieta sin gluten de por vida, ya que ese es el único tratamiento actual. Se debe evitar incluso la ingestión de pequeñas cantidades de trigo, centeno, cebada y otros cereales con gluten y sus derivados. Tras la incorporación de una dieta sin gluten, los pacientes con síntomas clásicos presentan remisión de los mismos en un tiempo reducido, a pesar de que la serología tarda más tiempo en normalizarse. Las vellosidades intestinales requieren meses, incluso años, para recuperarse, especialmente en los adultos.

El estricto seguimiento de una dieta sin gluten reduce enormemente la mortalidad y los problemas relacionados con la enfermedad, como osteoporosis, osteopenia, anemia e incluso riesgo de cáncer del tracto intestinal (18). La cantidad diaria mínima de gluten que causa daño a la mucosa intestinal es de 10 mg al día (5). Los efectos positivos de la dieta sin gluten en los pacientes celíacos se ven tras unas semanas de seguimiento: aumenta la velocidad de crecimiento, se alcanza el normopeso tras 6 a 12 meses, y la altura se normaliza al cabo de 2 o 3 años (19).

El seguimiento de una dieta sin gluten y sin posible contaminación cruzada es extremadamente difícil, lo que provoca que haya una baja adherencia a dicha dieta (5). Las incompatibilidades con el estilo de vida y las relaciones sociales y culturales, las otras intolerancias a alimentos, la mala etiquetación, la falta de seguimiento habitual de la serología, la desinformación (10) y, especialmente, la posible ausencia de síntomas tras la reintroducción del gluten y la ingesta accidental de productos que contienen trazas del mismo, unido todo ello a la menor palatabilidad de los alimentos y su elevado coste, son las principales causas de la mala adherencia terapéutica (13). Los adolescentes son los que menos se adhieren a la dieta sin gluten. En estos casos es importante la suplementación, ya que siguen en periodo de crecimiento y las deficiencias nutricionales pueden ser graves. Es importante la evaluación por un nutricionista, para ayudar a los pacientes a adaptarse a la nueva dieta y lograr que esta sea equilibrada, intentando evitar los déficits nutricionales. Mientras no se recupere el trofismo intestinal se deben tomar suplementos de vitaminas y minerales (hierro, vitamina B₁₂, ácido fólico, calcio, vitamina D) (13).

NOVEDADES EN LA INVESTIGACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LA EC

Se están investigando otras formas de tratar a los pacientes con EC. Se contempla la posibilidad de que el uso de enzimas

de bacterias o cereales, capaces de digerir el gluten, pueda ayudar a los pacientes con EC (16).

DIETA SIN GLUTEN

La dieta sin gluten es aquella en la que no se incluyen alimentos que contengan gluten como el trigo, la cebada o el centeno. Además, se debe evitar la contaminación cruzada, ya que un pequeño consumo de gluten puede provocar problemas de salud en los pacientes con EC. Esto es difícil ya que el trigo es una gran parte de la alimentación diaria y se añade a muchos productos manufacturados por sus propiedades físicas, pues confiere viscosidad, volumen y espesor. Más de la mitad de los productos comercializados contienen gluten como espesante o aglutinante, contaminación cruzada o adulteración (17).

La contaminación cruzada es el proceso por el cual alimentos con gluten entran en contacto con alimentos sin gluten que, por tanto, ya no son seguros para el consumo de los celíacos. Puede producirse en la cadena de producción, en el cocinado, mientras se consume cerca de productos con gluten, etc. Para considerarse libres de gluten, se determina que los alimentos tienen que tener menos de 20 ppm, de acuerdo a la Comisión del Codex Alimentarius (4,17,20).

La adherencia a una dieta sin gluten se estima entre el 17 % y el 45 % de los adultos. Esta intervención alimentaria provoca el deterioro de la calidad de vida de los pacientes en comparación con el grupo de control sano en el estudio realizado por Nunes-Silva y cols. (12). A pesar del aumento de la disponibilidad de alimentos sin gluten, estos siguen teniendo un coste económico muy superior al de los productos equivalentes con gluten y, por tanto, solo se lo pueden permitir familias con cierto nivel económico (12).

Los productos sin gluten contienen un mayor porcentaje de carbohidratos y lípidos saturados para tratar de compensar los problemas tecnológicos asociados a la ausencia de gluten. Por ende, la mayoría de estos alimentos son productos altos en calorías y grasas saturadas que alteran el perfil lipídico de los pacientes que siguen una dieta sin gluten. Los celíacos en tratamiento tienen un mayor riesgo de sobrepeso y obesidad asociado al alto índice glucémico de los productos sin gluten, debido en parte a que la ausencia de gluten aumenta la respuesta glucémica posprandial. También se debe a la eliminación de los síntomas gastrointestinales, al aumento de la absorción intestinal y, en muchas ocasiones, a que los pacientes seguían dietas altas en calorías debido a su malabsorción y llevan el mal hábito a la dieta sin gluten. Debido a estos factores, los pacientes celíacos tienen un mayor riesgo de síndrome metabólico tras 1 año de dieta sin gluten. Gobetti y cols. (5) evaluaron el índice de masa corporal de 679 pacientes celíacos antes y después de la dieta sin gluten. Antes de comenzar, el índice de masa corporal era menor del normal pero, tras 40 meses del inicio de la dieta sin gluten, el 20,5 % de los pacientes tenían sobrepeso y el 11,5 % eran obesos. En contraposición, un estudio español realizado por Bascuñán y cols. (20) recogió información de pacientes

tras un año de dieta sin gluten y encontró un descenso del consumo de grasas saturadas y un aumento del consumo de grasas monoinsaturadas y fósforo. A pesar de eso, antes y después de comenzar la dieta se vio déficit de vitamina D.

Los productos sin gluten son deficientes en minerales y con menos fortificaciones que los equivalentes con gluten. También se ha visto un déficit de fibra debido al consumo de estos alimentos sin gluten, que están altamente procesados y tienen muy baja calidad nutricional. Esto se relaciona con un aumento del riesgo de sufrir trastorno depresivo debido a los déficits de ciertos micronutrientes (5). Muchos estudios sugieren una asociación clínica con el riesgo de ciertas deficiencias nutricionales en el seguimiento de una dieta sin gluten, ya que se ha visto que muchos pacientes no alcanzan los valores recomendados de calcio, vitamina D, hierro, vitaminas del grupo B y fibra, y consumen un mayor porcentaje de grasas (17).

Se ha visto una mayor tendencia de los pacientes con EC a presentar complicaciones metabólicas, debido a una mayor cantidad de grasa visceral (12), y una mayor mortalidad por enfermedades cardiovasculares por el deterioro vascular que ocasiona la inflamación crónica (21). Al estudiar la dieta de los pacientes con EC se observó un consumo mayor de grasa total y grasa saturada, y significativamente mayor de kilocalorías en la visita de control tras 1 año de dieta sin gluten (22).

Cuando la enfermedad celiaca está activa, hay un gran déficit de ácido fólico y de vitaminas B₆ y B₁₂ debido a las alteraciones intestinales; sin embargo, a pesar de instaurar una dieta sin gluten (6-12 años), más de la mitad de los individuos siguen mostrando deficiencia de ácido fólico. Esto puede deberse a que hay escasos productos sin gluten fortificados con folatos, al contrario de lo que sucede con los productos con gluten (12).

Los pacientes con EC presentan malabsorción intestinal de vitamina D y calcio, que se asocia a un aumento de los niveles de PTH y a una densidad ósea reducida. El riesgo de osteoporosis en las mujeres con EC es mayor que en la población general. La EC afecta al metabolismo del calcio de manera directa, por la malabsorción de micronutrientes esenciales para el correcto metabolismo óseo (calcio, vitamina D, vitamina K, zinc, vitamina A, etc.), e indirecta, debido a la aparición temprana de la menopausia y de amenorrea (factores de riesgo de osteoporosis), y a alteraciones de las hormonas esteroideas en el hombre (23). En el artículo escrito por Paul y cols. (11) se hace particular énfasis en que la dieta sin gluten que recomienda el nutricionista cumpla con la cantidad recomendada de calcio.

A pesar de que hay mucha variedad de alimentos libres de gluten de manera natural, que podrían reemplazar al gluten en los productos fabricados (amaranto, quinoa, maíz, sorgo, legumbres, semillas, frutos secos, etc.), aumentando la calidad nutricional de los mismos, su disponibilidad es escasa y tienen un precio elevado. Por estos motivos, entre otros, los productos sin gluten suelen componerse de pocos ingredientes, lo que les confiere poca diversidad de nutrientes. Se ha visto que el enriquecimiento de los panes sin gluten con quinoa y semillas de lino mejora el balance de grasas poliinsaturadas respecto a las grasas saturadas, ya que aumenta el nivel de omega-3 de los productos (24).

PREVALENCIA DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN PACIENTES CON ENFERMEDAD CELIACA

El análisis de micronutrientes en la población europea adulta y anciana con celiaquía mostró una prevalencia media de la insuficiencia nutricional de entre el 11 % y el 20 % para el cobre en los adultos y ancianos, y para la vitamina C en los ancianos, y de un 10 % para el zinc, el hierro y la vitamina B₁₂ (solo ancianos). Respecto a la insuficiencia nutricional de micronutrientes que se observa tanto en adultos como en ancianos, destacan por encima del 21 % el yodo, el selenio, el calcio, el ácido fólico y la vitamina D, y únicamente en la población adulta la vitamina C (25). Además, la prevalencia de la enfermedad celiaca entre los pacientes con anemia es muy variable, mostrando un rango entre el 1,8 % y el 13,7 %. Dicha prevalencia aumenta al tratarse de sujetos con anemia ferropénica que no presentan respuesta a la suplementación con hierro oral.

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA DIETA CON GLUTEN Y SIN ÉL

En general, tras consultar los trabajos respecto a la evaluación nutricional de una dieta sin gluten, los indicios indican que la adherencia a una dieta sin gluten podría derivar en una deficiencia nutricional e implicar un riesgo para la salud debido a que dicha dieta tiene una distribución predominante de hidratos de carbono simples y lípidos y, sin embargo, presenta un porcentaje bajo de proteínas.

Si realizamos una evaluación comparando la dieta con gluten con la dieta sin él, en la revisión llevada a cabo por Garden Tabacchi y cols. (26) se puede encontrar que, en la población general europea, existe una ingesta insuficiente de yodo que afecta al 57 % de la población general y al 60 % de los niños en edad escolar. En cambio, en la población con enfermedad celiaca se aprecia una prevalencia del 21 %. Mientras que la prevalencia global de la deficiencia de folato en la población general es aún incierta, los datos sugieren que existe una escasez evidente de folato entre los adolescentes europeos, que en la población con enfermedad celiaca es superior al 21 %. El 31 % de las personas mayores del Reino Unido y el 15 % de las mujeres en edad reproductiva de Alemania tienen déficits de vitamina B₁₂ y, en el caso de los ancianos con enfermedad celiaca, la deficiencia alcanza el 10%. Alrededor del 20 % de la población mundial está en riesgo de deficiencia de Zn y su ingesta entre los ancianos europeos es generalmente baja, lo que ocurre en igual medida en los pacientes con enfermedad celiaca.

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DE LA DIETA SIN GLUTEN

La harina de trigo es la más comúnmente usada para realizar pan y ello se debe a sus grandes características panificables.

La harina de trigo tiene un alto contenido de gluten, que le aporta elasticidad a la masa de pan y ayuda al establecimiento de enlaces disulfuro intramoleculares, que aportan pegajosidad y extensibilidad. El gluten representa entre el 80 % y el 90 % del total de proteínas que se encuentran en el trigo (4). Además, la capacidad viscoelástica del gluten permite la retención de las burbujas de aire y el mantenimiento de la estructura, lo que da la textura característica del pan (27).

La matriz formada por el gluten es esencial para determinar la calidad de la masa en los productos horneados. El gluten es resistente al calor, por lo que resiste el horneado. El gluten es tan importante que, en ocasiones, se añade gluten aislado del trigo para aumentar la integridad estructural de algunos productos. Las propiedades reológicas y funcionales también dependen de la proporción de gluteninas y gliadinas que tenga la harina. La gliadina contribuye más a la viscosidad y extensibilidad de la masa, mientras que la glutenina contribuye a la cohesividad, a la fuerza de la masa y a la elasticidad (4). Por eso ambas proteínas se dividen en solubles en alcohol, que son las gliadinas por su escasa formación de enlaces intermoleculares, e insolubles en solución alcohólica, como las gluteninas, al formar numerosos enlaces disulfuros intercatenarios. Ambas fracciones son responsables de las propiedades reológicas de la masa. Otras uniones que se dan en el proceso de producción de la masa son los enlaces tirosina-tirosina y tiol-tirosina, además de otros enlaces no covalentes como enlaces de hidrógeno, enlaces iónicos, enlaces hidrofóbicos, etc. (27). Los productos sin gluten contienen aproximadamente un 20 % de amilosa y un 80 % de amilopectina con el fin de replicar la textura de los productos con gluten. La amilopectina provoca un aumento del índice glucémico de los productos por su degradación por la alfa-amilasa, lo que conlleva un mayor riesgo de síndrome metabólico, patología cardiovascular, obesidad y diabetes mellitus de tipo 2 (27).

PROBLEMAS NO TECNOLÓGICOS DE LA DIETA SIN GLUTEN

El trigo es una gran fuente de minerales, como zinc (Zn) y hierro (Fe); el consumo de trigo a nivel mundial aporta un 44 % de la recomendación diaria de Fe y un 25 % de la recomendación diaria de Zn. Además, es una fuente de selenio. Otros componentes más minoritarios son los lignanos, que tienen actividad fitoestrogénica; los ácidos fenólicos, relacionados con una alta capacidad antioxidante que tiene beneficios para la salud; folatos, y fibra soluble e insoluble, que puede aumentar la capacidad antioxidante de los fenoles y ayudar a la prevención del cáncer colorrectal (27).

LEGISLACIÓN DE LOS PRODUCTOS SIN GLUTEN

Con base en la ley de la UE número 228 (28), para denominar un producto como "sin gluten", este no puede contener más de 20 ppm. Si está entre 20 y 100 ppm se puede usar la declaración "muy bajo en gluten". La avena tiene que haber sido espe-

cíficamente elaborada, preparada y/o procesada para evitar la contaminación por el trigo, el centeno, la cebada y sus variedades híbridas, y su contenido de gluten no podrá sobrepasar los 20 mg/kg para poder considerarla sin gluten. De acuerdo con la Norma del Codex Alimentarius número 118 (29), un alimento realizado con ingredientes cereales a los que se les ha quitado el gluten se define como exento de gluten cuando el contenido de nitrógeno en los cereales es menor de 0,05 g por 100 g de materia seca, lo que equivale a un contenido máximo de 200 ppm de gluten. Si el alimento está constituido por ingredientes que no contienen prolaminas, el límite es de 20 ppm.

En el etiquetado se deben especificar, en la lista de ingredientes y con tipografía que resalte, los cereales que contengan gluten independientemente de su cantidad, de acuerdo a la ley de la UE número 304 (28); sin embargo, esto no se aplica a los residuos accidentales, como el contacto y la contaminación cruzada, lo que provoca muchos problemas en las personas con enfermedad celíaca.

La Norma del Codex Alimentarius n° 118 (29) contempla también factores de calidad como el aporte de la misma cantidad de vitaminas y minerales que contienen los alimentos con gluten a los que sustituyen y la preparación de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, evitando la contaminación con gluten.

Los métodos de análisis y muestreo oficiales se basan en métodos inmunológicos o de otro tipo que ofrezca la misma sensibilidad y especificidad. El anticuerpo utilizado debería reaccionar con las fracciones de las proteínas de los cereales que son tóxicas para las personas intolerantes al gluten, y no deberían reaccionar con otras proteínas de los cereales ni con otros constituyentes de los alimentos o ingredientes. Debe hacerse una valoración y calibración con el material de referencia certificado. El límite de detección debe ser igual o inferior a 10 mg/kg. El método recomendado es el ensayo con sustancias inmunoabsorbentes unidas a enzimas (ELISA) R5 Méndez (30).

CONCLUSIÓN

Los pacientes celíacos sufren importantes deficiencias de micronutrientes tanto antes de comenzar el tratamiento como después, tras la restauración de las microvellosidades. Antes de comenzar el tratamiento, las principales deficiencias son las de hierro, vitaminas B₆, B₁₂ y D, omega-3, ácido fólico y calcio, que se dan por la malabsorción producida por la enfermedad activa. Una vez instaurada la dieta sin gluten y recuperada la absorción intestinal se siguen observando deficiencias en cuanto a vitaminas del grupo B, vitamina D, calcio, hierro, ácido fólico y fibra, que se dan por la menor calidad de los productos sin gluten al compararlos con sus versiones equivalentes con gluten, la baja adherencia a la dieta sin gluten y el bajo nivel de seguimiento nutricional. También se ha reflejado el mayor riesgo que presentan los pacientes celíacos de sufrir enfermedades cardiovasculares, metabólicas, diabetes, sobrepeso y obesidad.

Teniendo en cuenta todos los aspectos expuestos previamente, se debería realizar un seguimiento más exhaustivo de los pacien-

tes celiacos, así como un asesoramiento nutricional correcto para realizar el progresivo cambio de una dieta con gluten a una sin gluten garantizando que no haya carencias. En el caso de que existan deficiencias graves de micronutrientes, se debería considerar el empleo de suplementos de vitaminas o minerales que suplan estas carencias, con el fin de evitar las distintas complicaciones que pueden darse por los déficits nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Lebwohl B, Sanders DS, Green PHR. Coeliac disease. *Lancet* [Internet] 2018;391(10115):70-81. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8). DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31796-8
- Marchese A, Lovati E, Biagi F, Corazza GR. Coeliac disease and type 1 diabetes mellitus: epidemiology, clinical implications and effects of gluten-free diet. *Endocrine* [Internet] 2013 [cited 2019 Feb 13];43(1):1-2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22820894>. DOI: 10.1007/s12020-012-9758-0
- Kurien M, Trott N, Sanders DS. Long-term care for patients with coeliac disease in the UK: a review of the literature and future directions. *J Hum Nutr Diet* [Internet] 2016 [cited 2019 Feb 13];29(5):617-23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27196331>. DOI: 10.1111/jhn.12379
- Biesiekierski JR. What is gluten? *J Gastroenterol Hepatol* [Internet] 2017 [cited 2019 Feb 20];32:78-81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28244676>. DOI: 10.1111/jgh.13703
- Gobbetti M, Pontonio E, Filannino P, Rizzello CG, De Angelis M, Di Cagno R. How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. *Food Res Int* 2017;110(4):22-32.
- Salazar-Quero JC, Espín Jaime B, Rodríguez Martínez A, Argüelles Martín F, García Jiménez R, Rubio Murillo M, et al. Nutritional assessment of gluten-free diet. Is gluten-free diet deficient in some nutrient? *An Pediatr (Barc)* 2015;83(1):33-9.
- Miranda-Villa PP, Mufari JR, Bergesse AE, Planchuelo AM, Calandri EL. Calidad nutricional y propiedades físicas de panes libres de gluten. *Nutr clín diet hosp* 2018;38(3):46-55.
- Leonard MM, Cureton PA, Fasano A. Managing coeliac disease in patients with diabetes. *Diabetes, Obes Metab* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];17(1):3-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24814173>. DOI: 10.1111/dom.12310
- Lebwohl B, Sanders DS, Green PHR. Coeliac disease. *Lancet* [Internet] 2018 [cited 2019 Feb 13];391(10115):70-81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28760445>. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31796-8
- Schuppan D, Zimmer K-P. The Diagnosis and Treatment of Celiac Disease. *Dtsch Aertzteblatt Online* [Internet] 2013 [cited 2019 Feb 13];110(49):835-46. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24355936>
- Lundin KEA, Qiao S-W, Snir O, Sollid LM. Coeliac disease - from genetic and immunological studies to clinical applications. *Scand J Gastroenterol* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];50(6):708-17. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25846940>. DOI: 10.3109/00365521.2015.1030766
- Nadhem ON, Azeez G, Smalligan RD, Urban S. Review and practice guidelines for celiac disease in 2014. *Postgrad Med* 2015;127(3):259-65. DOI: 10.1080/00325481.2015.1015926
- Paul SP, Kirkham EN, Pidgeon S, Sandmann S. Coeliac disease in children. *Nurs Stand* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];29(49):36-41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26243121>. DOI: 10.7748/ns.29.49.36.e10022
- Nunes-Silva JG, Nunes VS, Schwartz RP, MLSS Trecco S, Evazian D, Correa-Giannella ML, et al. Impact of type 1 diabetes mellitus and celiac disease on nutrition and quality of life. *Nutr Diabetes* [Internet] 2017 [cited 2019 Feb 13];7(1):e239. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28067892>. DOI: 10.1038/nutd.2016.43
- Peteiro-González D, Martínez-Olmos MA, Peinó R, Prieto-Tenreiro A, Villar-Tai-bo R, Andújar-Plata P, et al. Enfermedad celiaca del adulto: aspectos endocrinológicos y nutricionales ADULT CELIAC DISEASE: ENDOCRINOLOGICAL AND NUTRITIONAL ISSUES. *Nutr Hosp* [Internet] 2010;25(5):860-3. Available from: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4755.pdf>
- Vriezinga SL, Schweizer JJ, Koning F, Mearin ML. Coeliac disease and gluten-related disorders in childhood. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet] 2015;12(9):527-36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2015.98>. DOI: 10.1038/nrgastro.2015.98
- Vriezinga SL, Schweizer JJ, Koning F, Mearin ML. Coeliac disease and gluten-related disorders in childhood. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];12(9):527-36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26100369>. DOI: 10.1038/nrgastro.2015.98
- Taylor AK, Lebwohl B, Snyder CL, Green PH. Celiac Disease [Internet] *GeneReviews*® 1993 [cited 2019 Feb 9]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20301720>
- See JA, Kaukinen K, Makharia GK, Gibson PR, Murray JA. Practical insights into gluten-free diets. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];12(10):580-91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26392070>. DOI: 10.1038/nrgastro.2015.156
- Nadhem ON, Azeez G, Smalligan RD, Urban S. Review and practice guidelines for celiac disease in 2014. *Postgrad Med* [Internet] 2015 [cited 2019 Feb 13];127(3):259-65. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25702766>. DOI: 10.1080/00325481.2015.1015926
- Radlović N, Mladenović M, Leković Z, Zivanović D, Brdar R, Radlović V, et al. Effect of gluten-free diet on the growth and nutritional status of children with coeliac disease. *Srp Arh Celok Lek* [Internet] 2009 [cited 2019 Feb 9];137(11-12):632-7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20069920>. DOI: 10.2298/SARH0912632R
- Bascuñán KA, Vespa MC, Araya M. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *Eur J Nutr* 2017;56(2):449-59. DOI: 10.1007/s00394-016-1238-5
- De Marchi S, Chiarioni G, Prior M, Arosio E. Young adults with coeliac disease may be at increased risk of early atherosclerosis. *Aliment Pharmacol Ther* [Internet] 2013 [cited 2019 Apr 6];38(2):162-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23730933>. DOI: 10.1111/apt.12360
- Burden S, Langley-Evans S, Talley N. Coeliac disease: pathogenesis, prognosis and management. *J Hum Nutr Diet* [Internet] 2014 [cited 2019 Feb 13];27(3):203-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24826997>. DOI: 10.1111/jhn.12233
- Stazi AV, Trinti B. Reproduction, endocrine disorders and celiac disease: risk factors of osteoporosis. *Minerva Med* [Internet] 2006 [cited 2019 Feb 9];97(2):191-203. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16760857>
- Bascuñán KA, Vespa MC, Araya M. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *Eur J Nutr* [Internet] 2017 [cited 2019 Feb 20];56(2):449-59. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27334430>. DOI: 10.1007/s00394-016-1238-5
- Lamacchia C, Camarca A, Picascia S, Di Luccia A, Gianfrani C. Cereal-based gluten-free food: How to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients. *Nutrients* 2014;6(2):575-90. DOI: 10.3390/nu6020575
- Bardella MT, Fredella C, Prampolini L, Molteni N, Giunta AM, Bianchi PA. Body composition and dietary intakes in adult celiac disease patients consuming a strict gluten-free diet. *Am J Clin Nutr* 2000;72:937-9. DOI: 10.1093/ajcn/72.4.937
- Tabacchi G, Wijnhoven TMA, Branca F, Román-Viñas B, Ribas-Barba L, Ngo J, et al. How is the adequacy of micronutrient intake assessed across Europe? A systematic literature review. *Br J Nutr* 2009;2:S29-36. DOI: 10.1017/S0007114509990560
- Reglamento de Ejecución (UE) n° 828/2014 de la Comisión, relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos. <DOUE> número 228, de 30 de junio de 2014.
- Norma Codex Alimentarius, n° 118, 1979. Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten; 1979.
- Reglamento (UE) n° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 1924/2006 y (CE) n° 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) n° 608/2004 de la Comisión. <DOUE> número 304, de 25 de octubre de 2011.



Revisión

Partial sleep deprivation on dietary energy intake in healthy population: a systematic review and meta-analysis

Efectos de la privación parcial de sueño sobre la ingesta energética en una población sana: revisión sistemática y metaanálisis

Ailema González-Ortiz^{1,2}, Fabiola López-Bautista^{2,3}, Matilde Valencia-Flores⁴, and Ángeles Espinosa-Cuevas¹

¹Nephrology and Mineral Metabolism Department. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Mexico City, Mexico. ²School of Medicine.

Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico City, Mexico. ³Molecular Biology Department. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Mexico City, Mexico.

⁴Sleep Disorders Clinic. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Mexico City, Mexico

Abstract

Introduction: the restriction of nocturnal sleep has immediate effects, including the presence of excessive daytime sleepiness, general fatigue, or impaired concentration. In the long term, it increases the risk of death from cardiac, respiratory, and metabolic disorders, and the prevalence of obesity in healthy populations. However, despite the existence of a large number of studies on this topic, results have been controversial.

Objective: to discuss and analyze the evidence on the effects of nocturnal sleep restriction versus habitual sleep on dietary energy intake, including specific meals, as well as the relationship between ghrelin and leptin levels in a healthy population.

Methods: a systematic search of the literature was conducted in October 2016 and February 2019 using the PubMed, Scopus, Lilacs, and Embase databases. Terms used were "sleep," "feeding behavior," "dietary energy intake," "energy intake," "meal," "ghrelin," and "leptin."

Results: the bibliographic search identified 384 potential articles. Of a total of eight articles accepted in the review, six contain information available for the analysis of total energy intake. The overall result shows a significant difference in energy intake between study groups (149.86 (95 % CI: 10.09-289.63); $p = 0.04$), and a higher intake of all macronutrients.

Conclusions: the present systematic review and meta-analysis demonstrated that partial sleep deprivation increases total energy intake, as well as all macronutrients, when compared to habitual sleep.

Keywords:

Sleep. Sleep deprivation. Energy intake. Dietary intake. Appetite.

Received: 03/04/2020 • Accepted: 08/07/2020

Funding: The authors declare no funding.

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments: We thank the National Council of Science and Technology (CONACYT), which provided a graduate scholarship for AGO and LBF, CVU 373297 and 547092, respectively. They are School of Medicine students, Master and Doctorate Program in Medical, Dental, and Health Sciences, Universidad Nacional Autónoma de México.

Authors' contributions: Ailema González Ortiz and Fabiola López Bautista contributed equally in the manuscript.

AGO and FLB participated in the conception and design of the study, in the analysis of the data, and in writing the paper. MVF participated in the analysis and interpretation of the data, and the revision of the manuscript. AEC participated in the conception and design of the study, the revision and analysis of the data, and the revision of the final version of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

González-Ortiz A, López-Bautista F, Valencia-Flores M, Espinosa-Cuevas Á. Partial sleep deprivation on dietary energy intake in healthy population: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Hosp* 2020;37(5):1052-1060

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03108>

Correspondence:

Ángeles Espinosa-Cuevas. Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga No. 15. Col. Belisario Domínguez Sección XVI, Deleg. Tlalpan. 14080 Ciudad de México, Mexico
e-mail: angeles.espinosac@incmnsz.mx

Resumen

Introducción: la restricción del sueño nocturno tiene efectos inmediatos, como la presencia de somnolencia diurna excesiva, fatiga general o alteraciones en la concentración; a largo plazo, aumenta el riesgo de muerte por trastornos cardíacos, respiratorios y metabólicos, y aumenta la prevalencia de la obesidad en las poblaciones sanas. Sin embargo, a pesar de la existencia de una gran cantidad de estudios, los resultados siguen siendo controvertidos.

Objetivo: discutir y analizar la evidencia sobre la restricción parcial del sueño frente al sueño habitual y su efecto en la ingesta dietética de energía, incluyendo comidas específicas, así como en las concentraciones de ghrelina y leptina en una población sana.

Métodos: se realizó una búsqueda electrónica de la literatura entre octubre de 2016 y febrero de 2019 en PubMed, Scopus, Lilacs y Embase. Los términos utilizados fueron "sleep", "feeding behavior", "dietary energy intake", "energy intake", "meal", "ghrelin" y "leptin".

Resultados: la búsqueda bibliográfica identificó 384 artículos potenciales. De un total de 8 artículos aceptados en la revisión, 6 tenían información disponible para el análisis de la ingesta total de energía. El resultado general mostró una diferencia significativa en la ingesta de energía (149,86 (IC 95 %: 10,09-289,63); $p = 0,04$) y una mayor ingesta de todos los macronutrientes.

Conclusiones: la presente revisión sistemática y meta-análisis indicó que la restricción del sueño aumenta la ingesta total de energía, así como la de todos los macronutrientes, en comparación con el sueño habitual.

Palabras clave:

Sueño. Privación del sueño. Consumo de energía. Ingesta dietética. Apetito.

INTRODUCTION

Sleep, like food, is essential for life. Sleep has a restorative function and the brain signals the need for it, similarly to how it regulates thirst and hunger (1). Sleep hours are part of the sleep-wake cycle, which usually consists of an alternation of approximately 8 hours of night sleep and 16 hours of wakefulness (2,3). An alteration of sleep patterns has immediate effects, such as the presence of excessive daytime sleepiness, general fatigue, impaired concentration with increased sensitivity to distractors, reduced reactivity to stimuli, irritability, and emotional instability. In the long-term, it increases the risk of death from cardiac, respiratory, and metabolic disorders, and it increases the prevalence of obesity in healthy populations (4,5). For adults aged 18-64 years, it is recommended to sleep 7 to 9 hours to improve health. The appropriate amount of sleep is 6-10 hours, and it is not recommended to have less than 6 hours or more than 10 (6). Individuals who sleep more or less than indicated may have health problems that compromise their wellbeing (6). Sleep deprivation can alter dietary choices and this, in turn, can reduce the duration of sleep. Some experiments have found that subjects who sleep shorter tend to consume excessive food the following day (7,8). This suggests that sleep restriction increases dietary energy intake (DEI) (9) but not necessarily energy expenditure. A better understanding of this response can guide nutritional management in the population exposed to this condition.

In the last few years, some studies have shown a relationship between substances such as ghrelin (10-13), growth hormone, cortisol (12,14), cholecystokinin (CCK), or peptide tyrosine (PYY) and sleep-wake behavior. Ghrelin has been known to stimulate appetite and is important for energy balance. It is expressed primarily in the stomach and acts to stimulate growth hormone secretion and food intake to regulate energy homeostasis (12,14). As well, sleep debt has been associated with lower leptin levels, increasing hunger, and as a consequence higher food intake (15). This is probably one of the reasons why there is a continuously increasing amount of evidence linking nocturnal sleep to different characteristics of diet, appetite, or body composition (16).

Some reviews on the subject have been already published (5,17,18). Capers et al. (5), in a systematic review (SR) of clinical trials, found no significant association between serum leptin and ghrelin levels following sleep restriction. However, due to insufficient information, they were unable to perform an analysis for energy intake. Subsequently, in 2017, Khatib et al. (17) authored an SR that included randomized and non-randomized studies; they found an association between sleep restriction and an increase in energy intake, as well as in total macronutrients, without specifying when the highest energy intake occurred. Zhu et al. (18), in another SR, investigated the relationship between sleep restriction and different metabolic outcomes, and they found an inverse and significant relationship between the hours of nighttime sleep and appetite, as well as increased "energy intake from one meal of the day".

Some studies have investigated the relationship between sleep and appetite, as measured subjectively. The relationship between sleep restriction and increased intake appears to be compelling, but it is unclear whether the study design has influenced the results. This is a reason why, in this review, we sought to delimit only randomized studies, hoping to obtain a better level of evidence.

In addition, it is necessary to know if the increase in energy intake is related to a specific meal timing. Breakfast irregularity, for example, has been associated with inflammation and change in body weight (19). Nutritional strategies can be implemented focused on the meal of greater intake and, thus, prevent weight gain in a population exposed to a short night's sleep. Therefore, the purpose of this review is to discuss and analyze the evidence on the effect of nocturnal sleep restriction versus habitual sleep on dietary energy intake including specific meals, as well as the relationship between ghrelin and leptin levels in healthy populations.

MATERIALS AND METHODS

This SR and meta-analysis was carried out under the guidelines of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, Version 5.1.0 (20), with additional support from other bibliographic resources (21).

TYPES OF PARTICIPANTS

Inclusion criteria

We included healthy adults, aged 18-64 years. This age range was chosen because the recommended hours of sleep within it are all the same (6).

Exclusion criteria

We did not include studies of patients with cancer, obstructive sleep apnea, or metabolic disorders (such as fatty liver, polycystic ovary, and autoimmune diseases).

Studies without randomization, information on diet and outcomes of interest, or control group, and those in which a long-term nutritional intervention was performed were also excluded.

TYPES OF INTERVENTION

We included all relevant experimental studies in English and Spanish, published until 2019, that included sleep restriction as an intervention (< 6 hours) compared with habitual sleep.

TYPES OF OUTCOMES MEASURES

Primary outcome: dietary energy intake, including meal timing and information about macronutrients—carbohydrates, proteins and fat, according to dietary energy intake.

Secondary outcome: changes in leptin and ghrelin levels after short sleep or habitual sleep.

SEARCH STRATEGY

A search of electronic literature was made in October 2016 and February 2019 in the PubMed, Scopus, Lilacs, and Embase databases. To identify relevant studies, the following combinations were used: "sleep" AND ("feeding behavior" OR "dietary energy intake" OR "energy intake" OR "meal" OR "appetite" OR "ghrelin" OR "leptin") AND (random) NOT ("cohort" OR "observational" OR "review"); we used Medical Subjects Headings (MESH) terms and also free search terms with restrictions in human studies. Two authors (AGO and FLB) completed the title and abstract screening and full-text screening, and manually searched the reference lists of eligible studies and reviews to identify other potentially relevant studies. An additional effort was made to acquire unpublished data by contacting two authors. We used consensus to resolve disagreements.

DATA EXTRACTION AND MANAGEMENT

The extraction of data from all included studies was carried out by two reviewers working independently from each other (AGO and FLB). Collected data were transferred to a previously arranged

and standardized database. When additional information that was not published in the articles was required, an e-mail was sent to the authors to request it. Mean $\pm$ SD values were extracted, as well as the number of participants in each study.

EVALUATION OF THE QUALITY OF EVIDENCE

To ensure that the studies met the inclusion criteria, they were independently reviewed by two authors (AGO and FLB). To evaluate the quality of publications, the Jaddad scale (22) was used. The two blinded authors extracted the relevant information using previously designed forms. Any disagreement was solved by discussion and analysis of the information.

The quality of peer-reviewed articles was evaluated using checklists for quantitative studies and the experience of the authors.

EVALUATION OF THE BIAS RISK IN INCLUDED STUDIES

Bias risk was assessed independently by the reviewers (AGO and FLB) based on the following aspects: generation of the allocation sequence, method used to conceal the allocation sequence, and blind evaluation of resulting data (23). Due to the heterogeneity of data, it was not possible to perform a meta-analysis of the secondary outcome. The risk for bias was assessed using the tool included in the Cochrane Handbook (23).

STATISTICAL ANALYSIS

Demographic data were extracted from the included studies. The bias risk of each study was analyzed and compared with the bias risk of the other studies. The data were reported as means or standardized (Std) mean difference and SD for kilocalories according to total energy intake and kcal per meals. A sensitivity analysis was performed where macronutrients were compared between the available studies. In order to carry these comparisons, a percentage conversion was made to kcal and then from kcal to grams according to the total per group. Statistical heterogeneity was assessed using the I^2 test; when the test showed a value greater than 50 %, heterogeneity was considered moderate or high. A random-effects model was used. The Review Manager Software, Version 5.1[®] (RevMan) was used to analyze the data and create the figures.

RESULTS

Among the 384 potential studies identified, a total of eight studies met the selection criteria and included 129 participants within the group with short sleep, and 126 participants in the group with habitual sleep (Fig. 1). The characteristics of the eight clinical trials included are shown in table I.

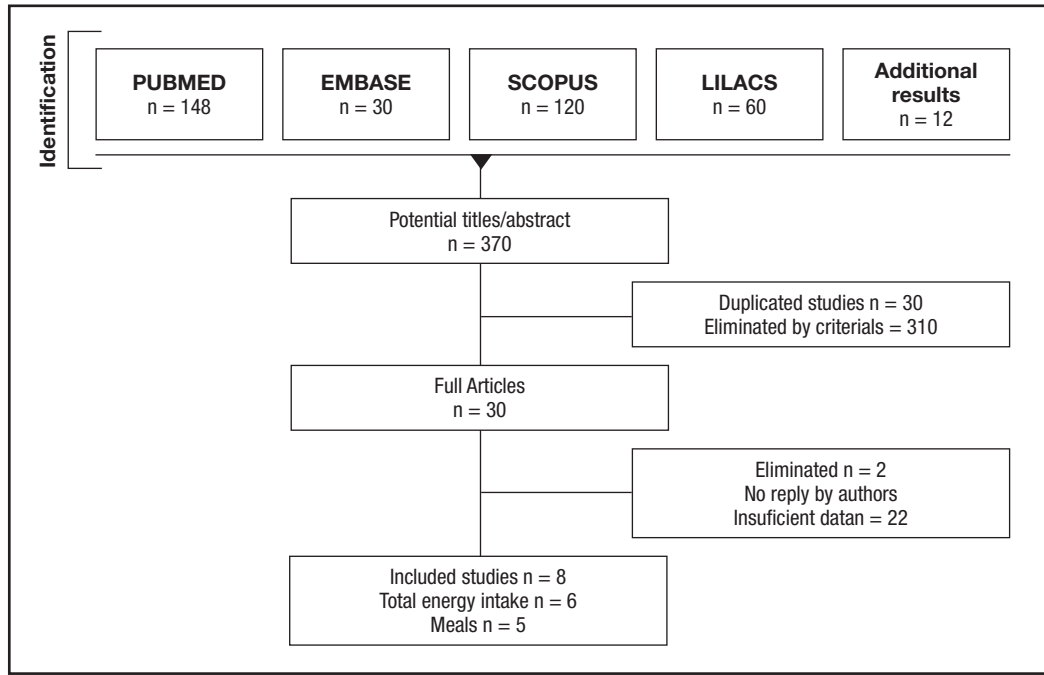


Figure 1.
Flowchart for study selection.

Table I. General characteristics of the studies included in the systematic review

Study	Nocturnal sleep hours		Participants	Outcomes
	Intervention group	Control group		
Nedeltcheva et al. 2009 USA (28)	5.5 h	> 8 h	5 women and 6 men Mean age: 39 ± 5 years old	Total energy intake Snack intake Energy expenditure Change in body weight
Brondel et al. 2010 France (26)	~ 4 h	~ 8 h	12 men Mean age: 22.3 ± 3 years old	Energy intake Physical activity
St-Onge et al. 2011 USA (24)	4 h	9 h	15 men and 15 women Mean ages 36.6 ± 5.6 and 33.9 ± 4.3 years old, respectively	Total energy intake Energy expenditure
Spaeth et al. 2013 USA (22)	4 h	9 h	34.4 ± 9.2 years old group sleep-restricted (n = 31) 20-50 years all population	Weight gain Caloric intake Meal timing
Calvin et al. 2013 USA (25)	Two-thirds restriction usual sleep	Usual sleep	Adults Mean age: 24.1 ± 4.5 years old	Caloric intake Physical activity Leptin and ghrelin concentrations
Hart et al. 2016 USA (23)	5h	9 h	12 women Mean age: 41.7 ± 10.3 years old	Hunger Food intake Appetite-regulating hormones
Hanlon 2016 USA (27)	4.5 h	8.5 h	14 adults 11 men and 3 women Mean age: 23.4 ± 0.8 years old	Hunger Appetite Food intake
Tajiri et al. 2018 Japan (29)	4 h	7 h	15 women Mean age: 21.6 ± 0.5 years old	Energy intake Physical activity

All values are unadjusted means ± SD; h: hours.

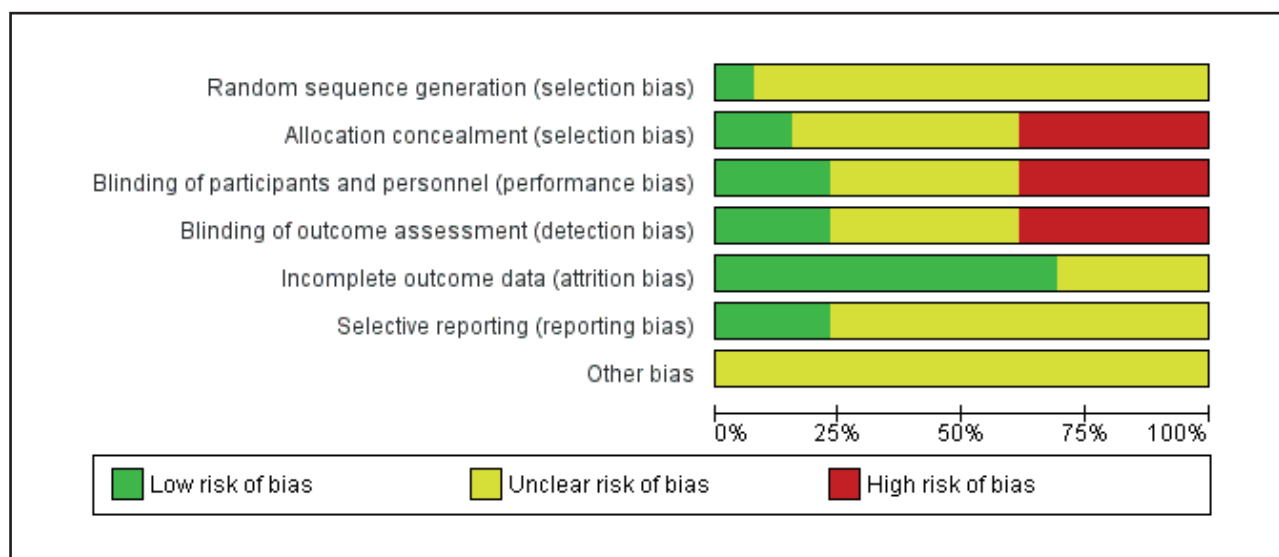


Figure 2.

Risk of bias graph. The review authors (AGO and FLB) on each risk of bias item are presented as percentages across all included studies.

Regarding the results, six of the studies reported total energy intake (24-29), the remaining two reported energy intake per mealtime (30,31). Five studies were conducted in the USA, one in France, and one in Japan. The mean age of the subjects was 31.6 ± 5.3 years, with a mean BMI of 24.1 ± 2.08 kg/m² (Table I).

All the studies compared sleep restriction versus habitual sleep time to evaluate the effects of sleep deprivation.

The most widely used method for evaluating diet was weighted food in 6 studies, and only two of them carried out questionnaires (27,29); in all the studies these measurements were performed and carefully supervised by trained staff. Sleep was evaluated using actigraphy, polysomnography (PSG), and an accelerometer (Table I). Several evaluations were made in a lab in a controlled environment, and only one of them was at home with sleep measurements using a wristwatch-type accelerometer (29); others in both conditions controlled environment and free living (24) (Table I). To evaluate hunger, the instrument most commonly used was the Hunger Questionnaire (24,30). The analysis of ghrelin and leptin levels was not possible due to the great heterogeneity of the data, as well as the type of method used for the quantification of hormones and the time at which they were measured.

BIAS RISK OF THE INCLUDED STUDIES

Figure 2 shows the bias risk of the studies included. A high bias risk was found in approximately 70 % of included studies, mainly because the nature of the intervention made it difficult to conceal randomization and blinding (of participants, researchers, and measured results). Generation of the allocation sequence, selective reporting, and management of incomplete data showed no clear bias risk.

TOTAL ENERGY INTAKE

Figure 3 shows the estimation and description of the effect of partial sleep deprivation versus habitual sleep. Of a total of eight articles accepted in the review, six contained information available for the analysis of total energy intake. For this analysis Spaeth and cols. (28) showed results according to each day of sleep restriction, 1-5 days; following the comparison in the other studies, the mean of all days (1-5) was used in this analysis. The overall result shows a significant difference in energy intake between study groups (149.86 (95 % CI: 10.09-289.63); $p = 0.04$). The results showed low heterogeneity, with $I^2 = 0$ % (Fig. 3). Furthermore, the analysis was performed using data for each day of sleep restriction versus intake on the day of normal sleep, and found a higher difference using data from day one (mean 211.4 (95 % CI: 22.78-399.96); $p = 0.03$) (figure not showed).

MACRONUTRIENT AND MEAL INTAKE

According to macronutrient intake, three articles had this information available (24,26,28). For this analysis, a higher intake of all macronutrients was generally found in the short sleep condition. The overall result shows a significant difference between study groups, and all results showed low heterogeneity, with $I^2 = 0$ % (Fig. 4). Only four studies included energy intake per meal. Brondel et al. (24) reported the results of energy intake and macronutrient composition in four meals: breakfast, lunch, afternoon, and dinner. Data for the first meal, breakfast, on the second day of the intervention were used. Nedeltcheva et al., and Hanlon (25,31) reported the energy from snacks, meals, and total energy intake separately. Spaeth et al. (28) reported energy intake

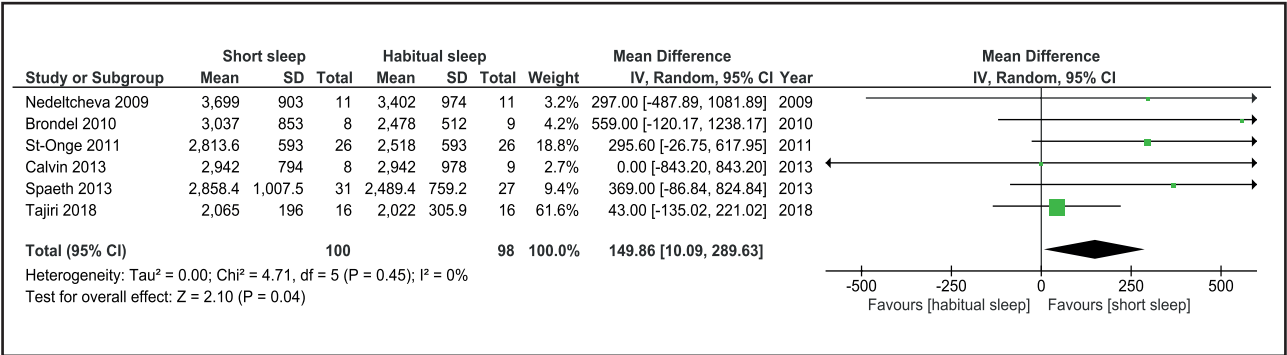


Figure 3.
Forest plot of the comparison of total energy intake for habitual sleep vs short sleep.

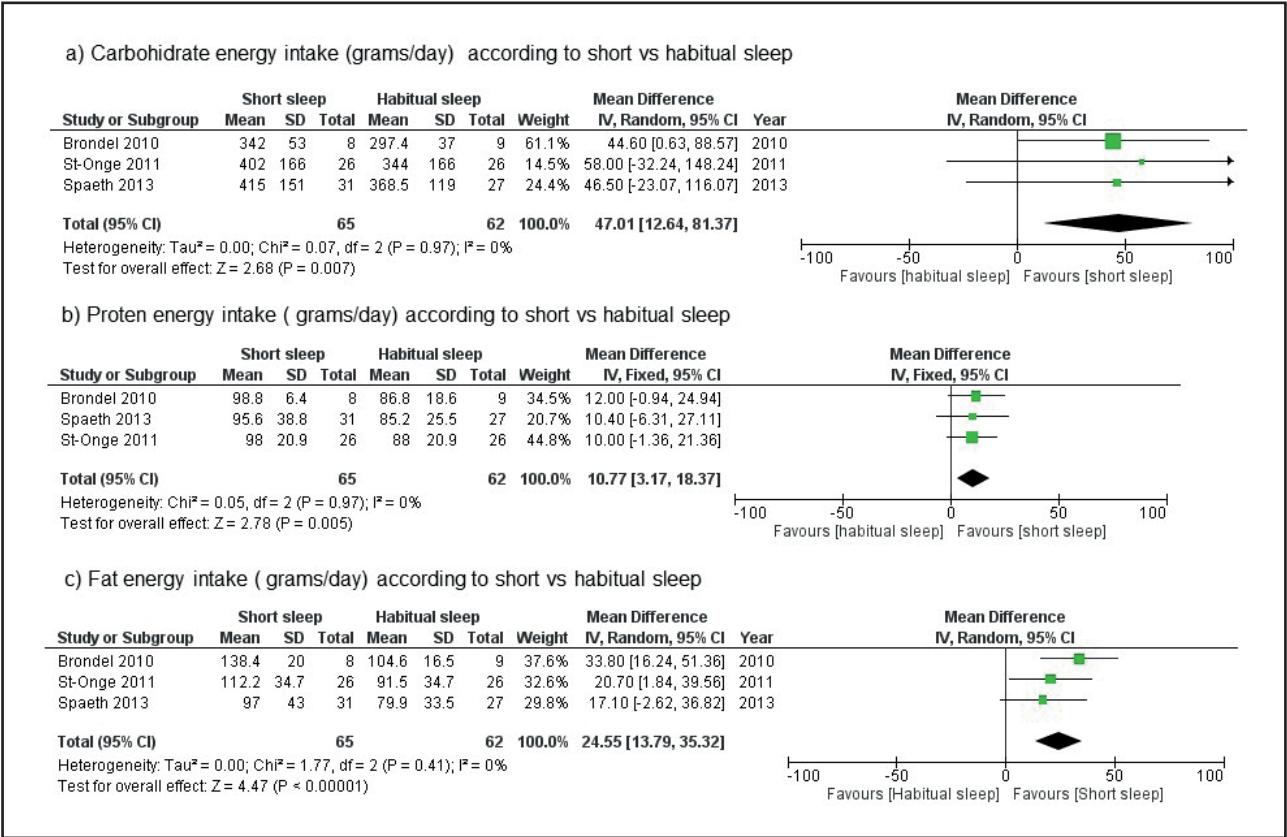


Figure 4.
Forest plot of the comparison of macronutrient intake (grams) for habitual sleep vs short sleep.

for three meals: 8:00 am to 3:00 pm, 3:00 pm to 10:00 pm, and after 10:00 pm. They found that only the sleep restriction group consumed foods after 10 pm. Tajiri (29) reported the results for breakfast, lunch, and dinner, and they did not find any significant differences in intake for the different meal times.

There was not enough information for all mealtimes; however, it was possible to perform the analysis for the first mealtime.

Figure 5 shows the results of energy intake for the first meal immediately after the nocturnal sleep restriction, compared to normal sleep. In contrast to what was expected regarding total

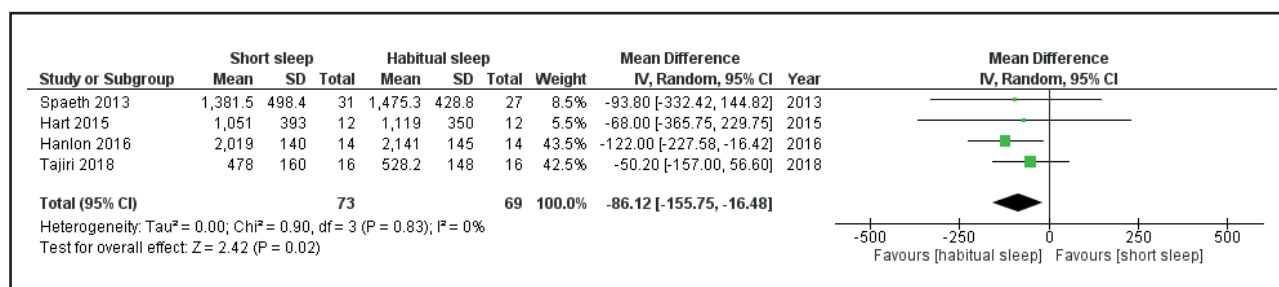


Figure 5.

Forest plot of the comparison of energy intake in the first meal for habitual sleep vs short sleep.

energy and macronutrient intake, it appears that the first meal shows a lower intake in those subjects in the habitual sleep group. The results showed a low heterogeneity, with I^2 at 0 %.

DISCUSSION

The relationship between sleep, appetite, and body weight has been studied for several years. However, the methods used in the different trials have been different. This is probably why it has been difficult to reach a conclusion on this subject. In this SR, we studied the relationship between habitual sleep (around 8 hours) versus short sleep (< 6 hours), and its effect on dietary energy intake in a healthy population.

In this SR, a positive relationship was found between total energy intake and short sleep, but not in a specific mealtime.

The most common outcome reported was total energy intake (24-27,29). In this meta-analysis we found a significant increase in total energy intake and macronutrient intake in the group with sleep restriction when compared to the control group. Similar to Khatib et al. (17), a statistically significant relationship was found between partial sleep deprivation and dietary energy intake in randomized and non-randomized trials. The difference in the first meal post-sleep deprivation between the groups was studied, and four articles (28-31) were analyzed. However, contrary to the expected, the results showed a higher energy intake in the group with habitual sleep.

Capers et al. (5), in a systematic review, found that the available experimental literature suggests that sleep restriction increases food intake and energy expenditure, but with inconsistent effects on energy balance. As we mentioned, a number of factors may contribute to these results, such as the method used for measuring diet and sleeping hours, and the ability to carry out randomized and blinded controlled clinical studies. However, despite the existing heterogeneity, there seems to be a clear trend, mainly for total energy intake, and it is important to know from which nutrients this energy is obtained. There is evidence that shows that dietary intake can significantly affect sleep when changing the amount of macronutrients consumed (32-34). According to the studies included in this analysis, the results show a higher intake of all

macronutrients in the short sleep group; however, the information was available only in three studies, and this should be a limitation. Some studies have found that a diet high in carbohydrates and low in fat decreases slow-wave sleep (non-REM) as compared to a normal balanced diet or a diet low in carbohydrates and high in fat. Similarly, a rat-based study that fed the animals a protein-rich diet based on albumin, found that this diet significantly improved non-REM sleep (32,35).

A study carried out by Husain et al. on individuals without a previous history of sleep disorders found that those who consumed a diet rich in carbohydrates and low in fat spent less time in non-REM sleep when compared to those who consumed either a balanced diet or a low-carbohydrate, high-fat diet (34).

A study conducted by Hudson et al. (36) compared three groups that consumed test diets: 1) a bar-shaped source of tryptophan protein (i.e., husked pumpkin seed) and carbohydrates; 2) pharmaceutical grade tryptophan in combination with carbohydrates; and 3) only carbohydrates. They found that the protein bar was more effective in reducing waking time in the population with insomnia when compared to the subjects who consumed only carbohydrates or pharmaceutical grade tryptophan (36). Everything indicates that diet has a strong relationship with sleep, and different interventions should be carried out surrounding this topic. Unfortunately, the methods of measurement continue to be diverse, which may be the reason why there is still controversy surrounding this topic.

On the other hand, Zhu et al. (18) carried out an SR in which they included clinical trials, both randomized and non-randomized. They found a relationship between "hunger level" and partial or total sleep restriction; no differences in energy intake and weight change were reported.

Some studies have reported on energy intake as obtained through snacks (29,31) and during dinner (24,29,31); however, measurement times were so heterogeneous that it was not possible to draw any conclusions in this regard. It is important to point out that alterations in meal timing have been associated with inflammatory markers and changes in body weight (9,19).

In the SR conducted by Khatib et al. (17), an association was found between sleep restriction, increased total fat percentage, and decreased protein intake. Therefore, it is necessary to imple-

ment nutritional strategies focused on these food groups in order to prevent unfavorable outcomes in the population exposed to a shortening of night-time sleep.

One of the most important findings is that, regardless of the way sleep hours and diet were evaluated, the results supported the same conclusion: sleeping less than the recommended hours increases energy intake, regardless of the tool used to measure energy intake.

The results of the existing clinical trials regarding the effect of sleep deprivation and increase in ghrelin levels have been inconsistent and poorly targeted. The study by Spiegel et al. (37) showed that sleeping four hours for two consecutive nights induced a decrease in leptin by 18 %, and an increase in ghrelin by 28 %. However, these results are not consistent with experimental studies of sleep deprivation, probably because total energy intake was not duly considered, even though it influences the concentration of both hormones (37). A recent systematic review (5) whose aim was to find evidence of a relationship between sleep duration and body composition measurements, energy intake, and related biomarkers found that sleep deprivation did not affect ghrelin and leptin levels. However, their meta-analysis also found a high heterogeneity levels among the studies they selected ($I^2 = 77\%$), which could be explained by the inclusion of different age groups.

One of the main reasons why the analysis was not carried out for this objective is that there is great heterogeneity in how these results are reported (e.g., time when the sample was taken, environmental conditions), even in the same report (e.g., ghrelin becomes reported as active or inactive). The study has some limitations that should be considered when interpreting the results. Despite having selected only randomized studies, one of the main limitations is intervention time, which can range from one to six days. In the study by Spaeth (28), who showed the intake for each day of sleep deprivation, the highest intake occurred after the first day of sleep restriction. Therefore, it is important to carry out more randomized studies in which intervention time, as well as the study conditions, are the same for all of the studies assessed.

PRACTICAL APPLICATION

Given the close relationship extant between short sleep and increased dietary intake, consideration of this information will allow healthcare professionals to improve the health status of the population through nutritional interventions.

CONCLUSIONS

The present systematic review and meta-analysis indicate that sleep restrictions increase total energy intake in healthy adults. Further controlled trials are needed to assess the effect of sleep deprivation on food intake, body weight, and energy balance factors.

REFERENCES

1. Carskadon MA, Dement WC. Normal Human Sleep: An Overview. *Princ Pract Sleep Med* 2011;16-26. DOI: 10.1016/B978-1-4160-6645-3.00141-9
2. Reséndiz García M et al. *Apnea Obstructiva del Sueño*. Primera. (Trillas, ed.). Ciudad de México; 2016.
3. Reséndiz-García M, Valencia-Flores M, Santiago-Ayala M, Castaño V, Montes J, Sumano J, et al. Somnolencia diurna excesiva: causas y medición. *Rev Mex Neurocir* 2004;5(2):144-55.
4. Wu Y, Zhai L, Zhang D. Sleep duration and obesity among adults: A meta-analysis of prospective studies. *Sleep Med* 2014;15(12):1456-62. DOI: 10.1016/j.sleep.2014.07.018
5. Capers PL, Fobian AD, Kaiser KA, Borah R, Allison DB. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of the impact of sleep duration on adiposity and components of energy balance. *Obes Rev* 2015;16(9):771-82. DOI: 10.1111/obr.12296
6. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Heal* 2015;1(1):40-3. DOI: 10.1016/j.sleh.2014.12.010
7. Chapman CD, Nilsson EK, Nilsson VC, Cadernaes J, Rångtell FH, Vogel H, et al. Acute sleep deprivation increases food purchasing in men. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21(12):E555-60. DOI: 10.1002/oby.20579
8. St-Onge M-P. The role of sleep duration in the regulation of energy balance: effects on energy intakes and expenditure. *J Clin Sleep Med* 2013;9(1):73-80. DOI: 10.5664/jcsm.2348
9. McNeil J, Forest G, Hintze LJ, Brunet JF, Finlayson G, Blundell JE, et al. The effects of partial sleep restriction and altered sleep timing on appetite and food reward. *Appetite* 2017;109:48-56. DOI: 10.1016/j.appet.2016.11.020
10. Shechter A, Grandner MA, St-Onge M-P. The Role of Sleep in the Control of Food Intake. *Am J Lifestyle Med* 2014;8(6):371-4. DOI: 10.1177/1559827614545315
11. Broussard JL, Van Cauter E. Disturbances of sleep and circadian rhythms. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2016;23(5):353-9. DOI: 10.1097/MED.0000000000000276
12. Steiger A, Dresler M, Schüssler P, Kluge M. Ghrelin in mental health, sleep, memory. *Mol Cell Endocrinol* 2011;340(1):88-96. DOI: 10.1016/j.mce.2011.02.013
13. Müller TD, Nogueiras R, Andermann ML, Andrews ZB, Anker SD, Argente J, et al. Ghrelin. *Mol Metab* 2015;4(6):437-60. DOI: 10.1016/j.molmet.2015.03.005
14. Peuhkuri K, Sihvola N, Korpela R. Diet promotes sleep duration and quality. *Nutr Res* 2012;32(5):309-19. DOI: 10.1016/j.nutres.2012.03.009
15. Bayon V, Leger D, Gomez-Merino D, Vecchierini MF, Chennaoui M. Sleep debt and obesity. *Ann Med* 2014;46(5):264-72. DOI: 10.3109/07853890.2014.931103
16. Chen M, Zhang X, Liang Y, Xue H, Gong Y, Xiong J, et al. Associations between nocturnal sleep duration, midday nap duration and body composition among adults in Southwest China. *PLoS One* 2019;14(10):e0223665. DOI: 10.1371/journal.pone.0223665
17. Al Khatib HK, Harding SV, Darzi J, Pot GK. The effects of partial sleep deprivation on energy balance: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* 2017;71(5):614-24. DOI: 10.1038/ejcn.2016.201
18. Zhu B, Shi C, Park CG, Zhao X, Reutrakul S. Effects of sleep restriction on metabolism-related parameters in healthy adults: A comprehensive review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sleep Med Rev* 2019;45:18-30. DOI: 10.1016/j.smrv.2019.02.002
19. Chakradeo PS, Keshavarzian A, Singh S, Dera AE, Esteban JPG, Lee AA, et al. Chronotype, social jet lag, sleep debt and food timing in inflammatory bowel disease. *Sleep Med* 2018;52:188-95. DOI: 10.1016/j.sleep.2018.08.002
20. Higgins JPT, Green S. *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones*; 2011. Available from www.cochrane-handbook.org.
21. Molina EL, Marino AP. *Introducción Al Análisis de Datos En Meta-Análisis*. 1st ed. (Díaz-de S, ed.); 2001.
22. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds JM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials* 1996;17(1):1-12. DOI: 10.1016/0197-2456(95)00134-4
23. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2011;343:d5928. DOI: 10.1136/bmj.d5928

24. Brondel L, Romer MA, Nougues PM, Touyarou P, Davenne D. Acute partial sleep deprivation increases food intake in healthy men. *Am J Clin Nutr* 2010;91(6):1550-9. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28523
25. Nedeltcheva AV, Kilkus JM, Imperial J, Kasza K, Schoeller DA, Penev PD. Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks. *Am J Clin Nutr* 2009;89(1):126-133. DOI: 10.3945/ajcn.2008.26574
26. St-Onge M-P, Roberts AL, Chen J, Kelleman M, O'Keeffe M, Choudhury AR, et al. Short sleep duration increases energy intakes but does not change energy expenditure in normal-weight individuals. *Am J Clin Nutr* 2011;94(2):410-6. DOI: 10.3945/ajcn.111.013904
27. Calvin AD, Carter RE, Adachi T, Macedo PG, Albuquerque FN, van der Walt C, et al. Effects of Experimental Sleep Restriction on Caloric Intake and Activity Energy Expenditure. *Chest* 2013;144(1):79-86. DOI: 10.1378/chest.12-2829
28. Spaeth AM, Dinges DF, Goel N. Effects of Experimental Sleep Restriction on Weight Gain, Caloric Intake, and Meal Timing in Healthy Adults. *Sleep* 2013;36(7):981-90. DOI: 10.5665/sleep.2792
29. Tajiri E, Yoshimura E, Hatamoto Y, Tanaka H, Shimoda S. Effect of sleep curtailment on dietary behavior and physical activity : A randomized crossover trial. *Physiol Behav* 2018;184(8):60-7. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.11.008
30. Hart CN, Carskadon MA, Demos KE, Van Reen E, Sharkey KM, Raynor HA, et al. Acute changes in sleep duration on eating behaviors and appetite-regulating hormones in overweight/obese adults. *Behav Sleep Med* 2016;13(5):424-36. DOI: 10.1080/15402002.2014.940105
31. Hanlon E, Tasali E, Leproult R, Stuhr KL, Doncheck E, de Wit H, et al. Sleep Restriction Enhances the Daily Rhythm of Circulating Levels of Endocannabinoid 2-Arachidonoylglycerol. *Sleep* 2016;39(03):653-64. DOI: 10.5665/sleep.5546
32. Lindseth G, Lindseth P, Thompson M. Nutritional Effects on Sleep. *West J Nurs Res* 2011;35(4):497-513. DOI: 10.1177/0193945911416379
33. Szentirmai E, Kapas L, Sun Y, Smith RG, Krueger JM. Restricted feeding-induced sleep, activity, and body temperature changes in normal and preproghrelin-deficient mice. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010;298(2):R467-77. DOI: 00557.2009 [pii]r10.1152/ajpregu.00557.2009
34. Husain AM, Yancy WS, Carwile ST, Miller PP, Westman EC. Diet therapy for narcolepsy. *Neurology* 2004;62(12):2300-2.
35. Obál F, Kapás L, Bodosi B, Krueger JM. Changes in sleep in response to intracerebral injection of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in the rat. *Sleep Res Online* 1998;1(2):87-91.
36. Hudson C, Hudson SP, Hecht T, MacKenzie J. Protein source tryptophan versus pharmaceutical grade tryptophan as an efficacious treatment for chronic insomnia. *Nutr Neurosci* 2005;8(4):121-7. DOI: 10.1080/10284150500069561
37. Spiegel K, Tasali E, Penev P, Cauter E Van. Brief Communication: Sleep Curtailment in Healthy Young Men Is Associated with Decreased Leptin Levels, Elevated Ghrelin Levels, and Increased Hunger and Appetite. *Am Coll Physicians* 2004;141:846-50.



Revisión

Eficacia de los hidroxycinamatos y los beta-glucanos como herramientas dietéticas frente a la obesidad y sus disfunciones asociadas y su aplicación como nutraceutico *Effectiveness of hydroxycinnamates and beta-glucans as dietary tools against obesity and its associated dysfunctions, and their application as nutraceuticals*

Joaquín García Cordero, Beatriz Sarria Ruiz, Susana González Rámila, Laura Bravo Clemente y Raquel Mateos Briz

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición ICTAN. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid

Resumen

Durante los últimos años se ha incrementado la incidencia de casos de sobrepeso/obesidad entre la población, afectando en ciertas partes del mundo a más de la mitad de la población adulta. La obesidad lleva asociada comorbilidades como la diabetes tipo 2, la esteatosis hepática no alcohólica y las enfermedades cardiovasculares entre otras muchas, que la han convertido en la segunda causa de muerte evitable en el mundo, solo por detrás del tabaquismo. Ante esta nueva realidad se hace necesaria la búsqueda de nuevas estrategias para combatir el sobrepeso/obesidad y sus patologías asociadas. Los nutraceuticos o suplementos dietéticos se han convertido en una herramienta dietética de sumo interés gracias a su contenido en compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. De entre estos compuestos bioactivos, este estudio abordará en profundidad dos de ellos: una fibra soluble, los β -glucanos procedentes de la avena, y un tipo de compuesto fenólico, los hidroxycinamatos. Ambos tipos de compuestos presentan efectos complejos y multifactoriales al actuar como agentes hipolipemiantes, hipoglucemiantes, antioxidantes, prebióticos o saciantes. Ejercen su efecto modulando diferentes vías metabólicas que afectan tanto a la absorción como al metabolismo de los lípidos y los glúcidos, reduciendo el daño oxidativo, promoviendo la proliferación de especies bacterianas beneficiosas y reduciendo la ingesta dietética. Se puede concluir que tanto los beta-glucanos como los hidroxycinamatos presentan potencial como herramienta nutricional en el manejo de distintas disfunciones metabólicas asociadas a la obesidad.

Palabras clave:

Obesidad.
Compuestos bioactivos.
 β -Glucanos.
Hidroxycinamatos.
Estudios clínicos de intervención en humanos.

Abstract

Over the last few years the prevalence of overweight and obesity has increased, affecting in certain parts of the World to more than half of the adult population. Obesity has been related to disorders such as type-2 diabetes, non-alcoholic fatty liver disease, and cardiovascular diseases, among others, which has made obesity the second cause of preventable death, only behind smoking. Bearing this in mind, it is necessary to find new strategies to overcome overweight/obesity and its associated pathologies. In this context, nutraceuticals and dietary supplements have become interesting tools thanks to their composition, rich in bioactive compounds beneficial to health. Among bioactive compounds, this study will focus on β -glucans, a type of soluble dietary fiber, and hydroxycinnamic acids, a group of phenols. Both types of compounds show complex and multifactorial effects, acting as hypolipemic, hypoglycemic, antioxidant, prebiotic and satiating agents. They act by modulating different metabolic pathways, affecting the absorption and metabolism of lipids and carbohydrates, reducing oxidative damage, promoting the proliferation of beneficial bacterial species, and reducing dietary intake. It may be concluded that both beta-glucans and hydroxycinnamates have potential as nutritional tools for the management of obesity and its associated metabolic dysfunctions.

Keywords:

Obesity. Bioactive compounds.
 β -Glucans.
Hydroxycinnamates.
Clinical trials.

Recibido: 14/04/2020 • Aceptado: 24/06/2020

Agradecimientos: JGC agradece la beca predoctoral de la Comunidad de Madrid (PEJD-2018-PRE/SAL-9104). SGR es una estudiante predoctoral financiada por ORIVA (Interprofesional del Aceite de Orujo de Oliva). Se agradece la financiación por la Agencia Estatal de Investigación del proyecto AGL2015-69986-R.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

García Cordero J, Sarria Ruiz B, González Rámila S, Bravo Clemente L, Mateos Briz R. Eficacia de los hidroxycinamatos y los beta-glucanos como herramientas dietéticas frente a la obesidad y sus disfunciones asociadas y su aplicación como nutraceutico. Nutr Hosp 2020;37(5):1061-1071

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03125>

Correspondencia:

Joaquín García Cordero. Departamento de Metabolismo y Nutrición.
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
C/ José Antonio Nováis, 10. 28040 Madrid
e-mail: j.garcia@ictan.csic.es

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una de las patologías más extendidas mundialmente, habiendo duplicado su prevalencia en los últimos 30 años con más de 1900 millones de adultos con sobrepeso y 650 millones de obesos en 2016, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En ese año, un 39 % de la población adulta mundial tenía sobrepeso y el 13 % era obesa (11 % de hombres y 15 % de mujeres) (1). En España, los datos son igual de alarmantes, con más de la mitad de la población adulta española (54,5 %) aquejada de exceso de peso en 2017. Además, un 17,4 % de los adultos había alcanzado el rango de la obesidad. Esto supone un incremento de 2,4 veces con respecto al porcentaje de obesidad de hace 30 años (7,4 % en 1987) (2). Aunque sobrepeso y obesidad se consideran derivados de un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, también hay factores genéticos, epigenéticos, medioambientales y socioeconómicos implicados en su etiología, desempeñando un importante papel la microbiota colónica ("endotoxemia metabólica"), el periodo perinatal y las primeras etapas de vida ("programación metabólica") en el desarrollo de la obesidad en el adulto. La obesidad lleva asociadas comorbilidades tales como la enfermedad coronaria, los accidentes cerebrovasculares, la hipertensión, la dislipemia, la resistencia a la insulina, la diabetes *mellitus* tipo 2, la esteatosis hepática no alcohólica, la inflamación y el síndrome metabólico, además de trastornos del aparato locomotor como la osteoartritis y algunos tipos de neoplasias (endometrio, mama, hígado) (3). Ello ha convertido a la obesidad en la segunda causa de mortalidad evitable tras el tabaquismo.

Teniendo en cuenta que es una enfermedad prevenible si se actúa sobre factores del estilo de vida como la alimentación (dieta sana y equilibrada a los requerimientos energéticos y nutricionales) y la actividad física (reduciendo el sedentarismo y aumentando las horas dedicadas al ejercicio físico), incidir sobre estos aspectos debería hacer posible observar un descenso en la prevalencia de la obesidad. Sin embargo, la realidad es que la incidencia continúa aumentando a pesar de las medidas tomadas por los organismos gubernamentales. Claramente, se ha de seguir incidiendo en mensajes a la población que redunden en la necesidad de adoptar patrones de vida y alimentación más saludables. Pero igualmente, han de buscarse soluciones alternativas que ayuden no solo a prevenir, sino también a combatir esta epidemia entre las personas afectadas, a quienes les resulta difícil aplicar, de manera sostenida en el tiempo, dichos cambios en sus hábitos dietéticos y de ejercicio físico.

Es, por tanto, un reto social encontrar soluciones eficaces para mejorar la salud y el bienestar de la población afectada, aplicando estrategias que necesariamente deben contemplar una aproximación práctica y realista que facilite la adopción de dichas medidas durante tiempos prolongados, evitando el riesgo de abandono de las pautas efectivas a corto plazo, como la realización de dietas de adelgazamiento y el aumento del ejercicio físico, que adolecen de una clara falta de adherencia y continuidad a largo plazo.

Los nutracéuticos o suplementos dietéticos, así como los alimentos funcionales, que contienen compuestos bioactivos con efectos beneficiosos para la salud, han cobrado un papel relevante como herramienta coadyuvante frente a diversas patologías, incluidos el sobrepeso y la obesidad. Actualmente existen numerosos nutracéuticos destinados a la pérdida de peso que emplean sustancias naturales o extractos de plantas ricas en polifenoles o metilxantinas, como el té verde o el café verde, la yerba mate y el guaraná, así como fibras dietéticas solubles, como pectinas, quitosano, glucomanano, psyllium, etc. Los mecanismos de acción de los polifenoles (PF) y de la fibra soluble (FS) son distintos; afectan a la absorción y el metabolismo de los nutrientes (grasas y azúcares, fundamentalmente) con efecto termogénico, promoviendo la saciedad, actuando como laxantes, etc., por lo que podrían ejercer acciones complementarias o sinérgicas. Sin embargo, a pesar de que en el mercado existen productos que combinan diversos extractos ricos en PF (p. ej., yerba mate, guaraná y damiana), hasta donde conocemos no existen nutracéuticos que combinen PF y FS. Igualmente, los alimentos funcionales pueden ser una alternativa interesante que permita ofrecer a las personas con sobrepeso/obesidad alimentos atractivos que, además de reducir el aporte calórico de alimentos similares, incluyan compuestos con efecto saciante y que faciliten la pérdida de peso.

Por ello, y a la vista del alto índice de población que presenta obesidad, en el presente trabajo se revisarán las capacidades de la fibra soluble y los PF como herramientas coadyuvantes en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, centrándonos en los beta-glucanos, una fibra soluble presente en la avena, y los hidroxicinamatos, un amplio grupo de sustancias pertenecientes a la familia de los polifenoles.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica, empleando como motores de búsqueda *online* los buscadores científicos Google Academics, Pubmed y Web of Science, e introduciendo como palabras clave en inglés "hidroxicinamatos", "beta-glucanos", "obesidad", "diabetes" y "microbiota". Se estableció como límite de antigüedad el de los artículos publicados en los 10 últimos años, a excepción de los estudios clínicos de suma relevancia. Se revisaron un total de 162 artículos, de los que se seleccionaron 74, tomándose como criterios de inclusión que se tratase de estudios clínicos en seres humanos, con un $n > 15$, centrados en grupos poblacionales mayores de 18 años, sanos o con enfermedad metabólica (obesidad/sobrepeso (índice de masa corporal (IMC) $> 25 \text{ kg/m}^2$), hipercolesterolemia (colesterol total $> 200 \text{ mg/dL}$ y LDL $> 130 \text{ mg/dL}$), prediabetes (glucosa $> 100 \text{ mg/dL}$ y HbA1c $> 5,7 \%$), y de revisiones centradas en estudios clínicos de seres humanos o estudios de modelos animales de obesidad. Tras una segunda revisión se seleccionaron 49 artículos conforme a su impacto a nivel clínico y a si proporcionaban o no alguna explicación del mecanismo biológico subyacente a los efectos beneficiosos de los β -glucanos y los hidroxicinamatos (Fig. 1).

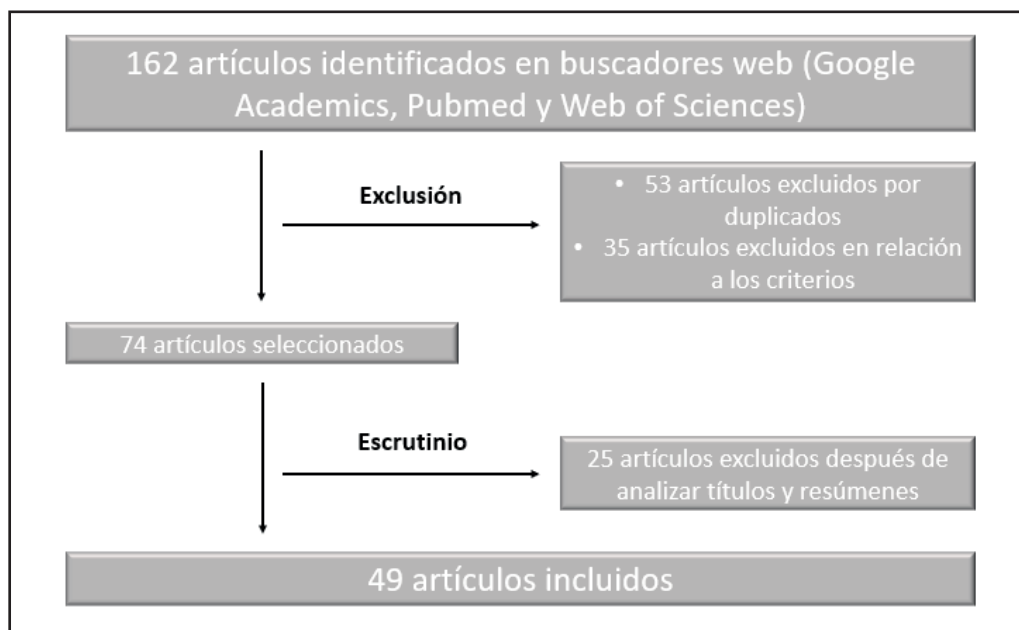


Figura 1.

Diagrama de flujo de la búsqueda de artículos científicos.

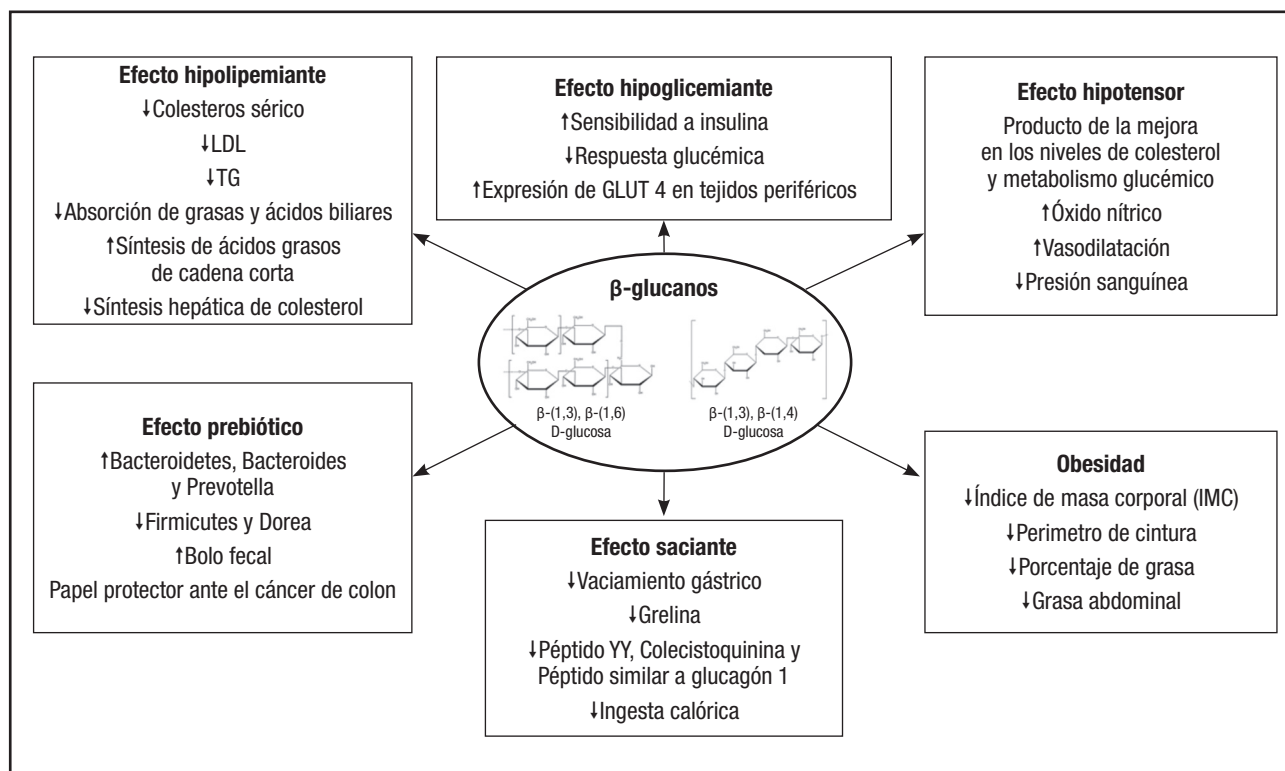
EFFECTOS BENEFICIOSOS DE LOS β -GLUCANOS

La fibra dietética (FD) es un componente vegetal conformado por polisacáridos y lignina. La fibra soluble (FS), al igual que la fibra insoluble (FI), es resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas humanas, si bien la FS sí puede ser metabolizada por la microbiota intestinal, por lo que se la considera un prebiótico al favorecer el crecimiento de las bacterias lácticas y las bifidobacterias (4,5).

Entre las distintas fuentes y tipos de fibra soluble se encuentran las pectinas, ciertos tipos de hemicelulosas, los glucomananos, los galactomananos, el quitosano, etc., así como los beta-glucanos (BG). Los BG son polímeros de glucosa de alto peso molecular que, en el caso de las levaduras, los hongos, las setas y las algas, consisten en polímeros ramificados de β -(1,3)-glucanos y β -(1,6)-glucanos (Fig. 2) con propiedades inmunomoduladoras. Por su parte, en los cereales, la avena y la cebada principalmente, son mayoritarios los polímeros lineales de glucosa con enlaces β -(1,4) y β -(1,3) (Fig. 2), tratándose de un producto económico que se obtiene fácilmente tras el molido de los granos (6,7). Como otros tipos de FS, los BG forman soluciones viscosas a baja concentración y son altamente fermentables en el intestino grueso (6), siendo estas propiedades las principales responsables de los efectos beneficiosos de los BG. Pero no todas las FS presentan los múltiples efectos beneficiosos de los BG, siendo de especial relevancia sus propiedades hipolipemiantes, hipoglucemiantes, prebióticas y saciantes, tal como se resume en la figura 2. En la tabla I se resumen algunos de los principales estudios clínicos llevados a cabo recientemente con BG.

Numerosos estudios y meta-análisis han mostrado un claro efecto de los BG para disminuir los niveles séricos de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos (TG) (6,8). La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) emitió un dictamen favorable, admitiendo la evidencia de que el consumo regular de al menos 3 g/d de BG contribuye al mantenimiento de concentraciones normales de colesterol (9), así como un efecto específico de los BG de la avena para reducir los niveles de colesterol (10). Este efecto se asocia a su alta viscosidad, que ralentiza el vaciado gástrico y dificulta la acción de las enzimas digestivas y las sales biliares, entorpeciendo en consecuencia la absorción de grasas y ácidos biliares. Además, los BG se fermentan más rápidamente que las otras FS, produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC: ácidos acético, propiónico y butírico, mayoritariamente) en una proporción que favorece una menor síntesis hepática de colesterol, entre otros efectos.

Junto a su marcado efecto hipolipemiante, es también conocido el efecto de los BG para reducir la respuesta glucémica e insulinémica posprandial, y mejorar la sensibilidad a la insulina tanto en los sujetos diabéticos como en los no diabéticos (6), lo que ha propiciado un dictamen favorable de la EFSA, que establece un consumo de 4 g de BG por cada 30 g de carbohidratos digeribles para lograr un descenso en la respuesta glucémica posprandial (11). De nuevo, este efecto se asocia a la alta viscosidad de los BG, que retrasan el vaciado gástrico y la digestión y absorción de nutrientes. También los AGCC producidos tras la fermentación de los BG modulan la expresión del transportador de glucosa GLUT4 en los tejidos periféricos (músculo y tejido adiposo), favoreciendo la captación de glucosa (12).

**Figura 2.**

Efectos fisiológicos de los β -glucanos y su relevancia para la salud.

Este efecto de reducción de los niveles de colesterol sérico y la mejora del metabolismo lipídico pueden explicar el efecto hipotensor que se ha observado en diversos estudios de intervención sobre distintos grupos de población tras el consumo de BG (13,14). No obstante, también se puede atribuir este efecto al aumento de los niveles de óxido nítrico, que tiene propiedades vasodilatadoras, como se ha observado en pacientes con hipercolesterolemia tras el consumo de BG aunque sin efectos sobre la función endotelial determinada por pletismografía (dilatación mediada por flujo o FMD) (15).

Estudios *in vitro* muestran un claro efecto prebiótico de los BG. Aunque no abundan los estudios en seres humanos (Tabla I), un estudio llevado a cabo en voluntarios con normopeso y con sobrepeso reportó un aumento de la proliferación de *Bacteroidetes*, *Bacteroides* y *Prevotella*, y una reducción del recuento de *Firmicutes* y *Dorea* tras el consumo de alimentos ricos en BG, lo que se correlaciona con una disminución de los parámetros de riesgo cardiovascular, incluidos el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de la cintura, los niveles sanguíneos de TG, LDL, HDL y glucosa, y la presión sanguínea (16). Incluso se ha observado un papel protector de los BG frente al cáncer de colon (17).

Al igual que otras fibras solubles, los BG de avena y cebada favorecen el aumento del tamaño del bolo fecal, contribuyendo así a la salud intestinal (18). A pesar de ser altamente fermentables,

se ha demostrado una buena tolerancia con consumos diarios de hasta 10 g de BG, sin provocar síntomas gastrointestinales adversos (19).

Asimismo, estudios recientes avalan el efecto de los BG para promover la saciedad y reducir la ingesta energética (20). Tanto la ralentización del vaciado gástrico provocada por los BG, con un aumento directo de la sensación de saciedad, como los AGCC producidos tras la fermentación de los BG modulan la secreción de hormonas gastrointestinales orexigénicas (grelina) y anorexigénicas [péptido tirosina-tirosina (PYY), colecistoquinina (CCK), péptido similar al glucagón 1 (GLP-1 Glucagon Like Peptide 1)], dando lugar a una menor ingesta calórica (14).

Todo ello otorga a los BG un papel relevante como compuestos bioactivos frente a la obesidad. Así lo demuestran numerosos estudios revisados en un meta-análisis recientemente publicado (21), que relacionan la ingesta de productos ricos en BG con una disminución del IMC, la circunferencia de la cintura y la ingesta calórica. Este efecto es especialmente prevalente en los sujetos con sobrepeso/obesidad, en quienes Aoe y cols. (22) observaron una importante mejora de los parámetros antropométricos, como el peso, el IMC, la grasa visceral y la circunferencia de la cintura, tras la ingesta de cebada rica en BG (22).

Aunque algunas de estas propiedades de los BG son compartidas por otros tipos de fibra soluble, no todas las fibras combinan los diversos efectos positivos de los BG frente a las disfunciones

Tabla I. Principales estudios clínicos* llevados a cabo sobre los efectos de los β -glucanos (BG) incluidos en esta revisión

Referencia	Tipo de estudio	n	Duración	Criterios	Intervención	Resultados
Mitsou y cols., 2010 (4)	Aleatorizado, doble-ciego, controlado y paralelo.	52	6 semanas	Hombres y mujeres sanos de 39-70 años sin historial médico de patologías digestivas, enfermedades crónicas, episodios epilépticos, desórdenes alimenticios y consumo de antibióticos u otra medicación desde dos meses antes del inicio del estudio.	Dos grupos: control e intervención. Consumo de una porción de pastel diario (grupo de intervención: enriquecido con 0,75 g de BG de cebada).	Tendencia al incremento del recuento de <i>Bifidobacterium</i> y <i>Bacteroides</i> en los sujetos del grupo de intervención mayores de 50 años frente al grupo de control. No se hallaron complicaciones digestivas tras el consumo del producto.
Tabesh y cols., 2014 (15)	Aleatorizado, controlado y paralelo.	60	6 semanas	Hombres y mujeres de 18-65 años. hipercolesterolémicos (colesterol total > 200 mg/dL, LDL > 190 mg/dL y TG < 300 mg/dL) y sin historial médico de enfermedades crónicas.	Dos grupos: control e intervención. Dieta hipocalórica (1500-2000 kcal/d) acompañada de una ingesta diaria de 5 porciones de pan (150 g/d) (grupo de intervención: enriquecido con 6 g por porción de BG de avena).	Las concentraciones de NO en suero se incrementaron significativamente ($p = 0,017$) en el grupo de intervención, sin cambios en el grupo de control. Función endotelial, determinada como FMD (dilatación mediada por flujo), sin cambios en ambos grupos.
Wang y cols., 2016 (16)	Aleatorizado, controlado y cruzado.	30	32 semanas	Hombres y mujeres de entre 27 y 78 años con IMC de 20-40 kg/m ² , hipercolesterolémicos (CT: 5-8 mmol/L y LDL: 2,7-5 mmol/L) y sin historial médico de consumo de medicamentos hipolipemiantes o suplementos nutricionales.	Cuatro grupos que recibieron durante 5 semanas ya sea un desayuno de tratamiento que contenía 3 g/d de BG de cebada de alto peso molecular (HMW), 3 g/d de bajo peso molecular (LMW) o 5 g/d de LMW, o un desayuno de control a base de trigo y arroz.	Incremento significativo del recuento de <i>Bacteroides</i> ($p < 0,001$) y <i>Bacteroides</i> ($p < 0,003$) junto a una tendencia al incremento de <i>Prevotella</i> y disminución de <i>Firmicutes</i> ($p < 0,001$) durante la suplementación con 3 g/d de β -glucano HMW en comparación al grupo de control. Reducción del índice de masa corporal (IMC), circunferencia de la cintura, niveles de triglicéridos (TG), LDL, HDL y glucosa, y presión sanguínea.
Turunen, 2016 (17)	Aleatorizado, doble ciego, controlado y paralelo.	57	3 meses	Hombres y mujeres menores de 75 años y con historial médico de polipectomía (pólipos neoplásicos (≥ 1 cm en tamaño) o pólipos hiperplásicos (≥ 3 en número)).	Dos grupos: control e intervención. Consumo de 125 g/d de pan (grupo de intervención enriquecido con 3 g de BG de cebada por porción).	Incremento significativo del recuento de <i>Bifidobacterium</i> ($p = 0,011$) y la concentración de ácidos grasos de cadena corta ($p = 0,007$) tras la intervención. Disminución de los niveles de genotoxicidad en heces ($p = 0,001$). No se hallaron complicaciones digestivas tras el consumo del producto.
Pentikäinen y cols., 2014 (20)	Dosis-respuesta (posprandial), ciego y paralelo.	30	6 días	Mujeres sanas mayores de 18 años sin historial médico de enfermedades crónicas.	Cuatro grupos que consumieron en días distintos un desayuno a base de zumo (normal o enriquecido con 1 g de BG de avena por 100 g) y galletas (normal o enriquecidas con 5,1 g de BG de avena por 100 g).	Aumento significativo de la saciedad posprandial ($p < 0,001$) (medida mediante escalas analógicas visuales) en los voluntarios que consumieron el desayuno conformed por galletas y zumo enriquecidos con BG frente al control.
Aoe y cols., 2017 (22)	Aleatorizado, doble ciego, controlado y paralelo.	100	12 semanas	Hombres y mujeres con sobrepeso/obesidad (circunferencia de cintura ≥ 85 cm para los hombres y ≥ 90 cm para las mujeres, IMC ≥ 24 kg/m ²)	Dos grupos: control e intervención. Consumo diario de dos paquetes de comida compuestos a base de arroz y avena (grupo de intervención enriquecido con 2,2 g de BG).	Disminución significativa del IMC, el peso corporal, la circunferencia de la cintura y el área de grasa visceral en ambos grupos (control e intervención).

*No se incluyen meta-análisis ni revisiones.

metabólicas clave en la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular o diabetes, lo que evidencia el potencial de los BG frente al sobrepeso, la obesidad y las patologías asociadas.

EFFECTOS BENEFICIOSOS DE LOS HIDROXICINAMATOS

Dentro del extenso grupo de sustancias conocidas como PF o compuestos fenólicos, existe un grupo que comprende los ácidos hidroxicinámicos o hidroxicinamatos. En la naturaleza se encuentran principalmente como ácido ferúlico, cafeico, *p*-cumárico y sinápico, conjugados con ácido tartárico o quínico, dando lugar a sustancias como el ácido clorogénico (ácido 5-cafeoil-quínico, 5CQA) (Fig. 3). En los últimos años han cobrado gran interés debido a que son responsables, en parte, de los múltiples efectos beneficiosos sobre la salud que se asocian al consumo de alimentos como el café, el romero o la yerba mate. Al igual que el resto de los PF, los hidroxicinamatos poseen propiedades antioxidantes, protegiendo al ADN y otras macromoléculas, como las lipoproteínas, de la oxidación, favoreciendo la expresión de enzimas antioxidantes e inhibiendo las enzimas prooxidantes (23). Además, se han descrito otras propiedades únicas de los hidroxicinamatos con importante impacto sobre la salud y que brevemente se detallan a continuación y se esquematizan en la figura 3.

Estudios en seres humanos, resumidos en la tabla II, han mostrado un claro efecto hipolipemiante e hipotensor tras el consumo de alimentos ricos en hidroxicinamatos, como el café verde, en voluntarios hipercolesterolémicos (24), y la yerba mate, en voluntarios con alta viscosidad sanguínea (25) y en diabéticos (26). En todos ellos se observó una reducción de los niveles de colesterol total, LDL y TG, así como de la presión arterial, además de un incremento de la capacidad antioxidante en el plasma. Estos efectos beneficiosos son producto de los diferentes mecanismos de acción de los hidroxicinamatos. Así, se ha demostrado que los ácidos clorogénico y ferúlico son capaces de aumentar la biodisponibilidad del óxido nítrico en el endotelio vascular y de atenuar el estrés oxidativo al disminuir la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) (27). También son capaces de inhibir la activación del factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células β activadas (NF- κ B), reduciendo la inflamación. Los ácidos cafeico, clorogénico y ferúlico disminuyen la expresión de los factores de adhesión celular E-selectina, molécula de adhesión intercelular 1 (ICAM-1) y molécula de adhesión vascular 1 (VCAM-1), reduciendo así la agregación celular y la progresión de la arterioesclerosis (28). Otros mecanismos de acción de los hidroxicinamatos incluyen la inhibición de la ciclooxigenasa (COX) (26) y la peroxidación lipídica, tanto por el ácido *p*-cumárico, al prevenir la muerte celular en el endotelio vascular (29), como por el ácido clorogénico, que protege la paraoxonasa 1

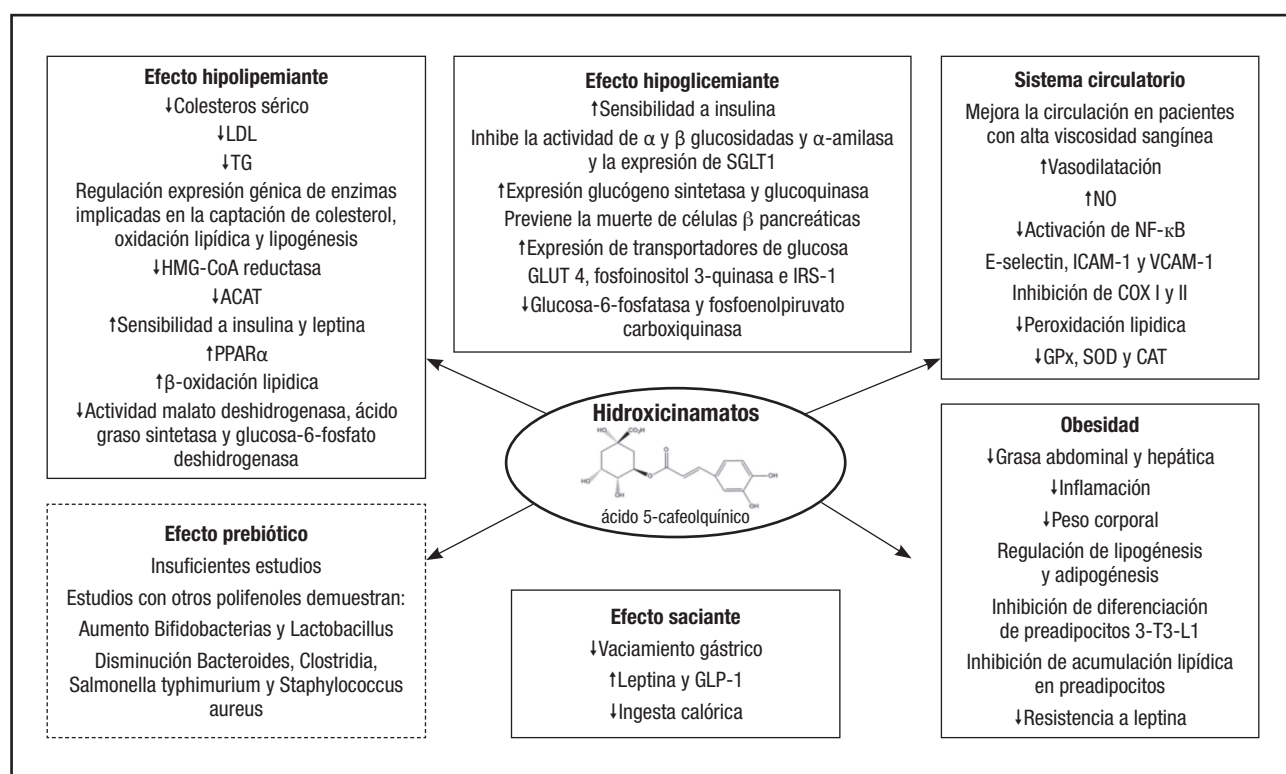


Figura 3.

Efectos fisiológicos de los hidroxicinamatos y su relevancia para la salud.

Tabla II. Principales estudios clínicos* llevados a cabo sobre los efectos de los hidroxycinamatos incluidos en esta revisión

Referencia	Tipo de estudio	n	Duración	Criterios	Intervención	Resultados
Martínez-López y cols., 2018 (24)	Aleatorizado, controlado y cruzado.	52	21 semanas	Hombres y mujeres sanos o hipercolesterolémicos (CT: 200-240 mg/dL), de 18-55 años, con un IMC < 25 kg/m ² , no fumadores, no veganos y sin historial médico de enfermedades crónicas (aparte de hipercolesterolemia), desórdenes alimenticios o consumo de antibióticos o medicamentos hipolipemiantes desde seis meses antes del inicio del estudio.	Dos grupos (sanos o hipercolesterolémicos). Consumo de 6 g/día de café verde soluble/tostado (35:65) (74,2 mg/g de hidroxycinamatos) o una bebida de control (agua o una bebida isotónica) durante 8 semanas.	Reducción significativa en los niveles de CT (p = 0,006), LDL (p = 0,001), VLDL (p = 0,003) y TG (p = 0,017) en sangre en el grupo hipercolesterolémico. Disminución significativa de la presión sistólica (p = 0,001) y diastólica (p < 0,001), el ritmo cardíaco (p = 0,035) y la masa corporal (p < 0,017).
Yu y cols., 2015 (25)	Aleatorizado, doble ciego, controlado y cruzado.	142	12 semanas	Hombres y mujeres de 22-60 años con alta viscosidad sanguínea.	Dos grupos. Consumo de 5 g/d de yerba mate (intervención) o té con un ingrediente principal de trigo frito (5 g) durante 6 semanas.	Reducción significativa de la viscosidad plasmática, la sedimentación eritrocitaria (p = 0,000), el tromboxano TBX ₂ (p = 0,03) y la prostaglandina 6-keto-PGF1α (p = 0,005). Incremento significativo de los niveles de HDL (p < 0,00) y reducción de LDL y TG (p < 0,00) en sangre.
Boaventura y cols., 2013 (26)	Piloto (ciego, controlado y paralelo)	22	2 meses	Hombres y mujeres de 19-60 años con diagnóstico de diabetes tipo 2 o prediabéticos y sin historial médico de otras enfermedades crónicas, embarazo o consumo de suplementos nutricionales.	Consumo diario de un 1 L de yerba mate (consumo de polifenoles: 1,7 g/d).	Incremento significativo del glutatión (GSH) inversamente correlacionado con la disminución de los peróxidos lipídicos (LOOH, p = 0,034) en los voluntarios prediabéticos, y de los productos de la glucosilación avanzada (AGE, p = 0,035) en los voluntarios diabéticos.
Kim y cols., 2015 (31)	Aleatorizado, doble ciego, controlado y paralelo.	30	12 semanas	Hombres y mujeres ≥ 18 años con obesidad (IMC 25-35 kg/m ² y circunferencia de la cintura ≥ 85 cm los hombres y ≥ 90 cm las mujeres), sin historial médico de otras enfermedades crónicas, sin embarazo, y sin haber participado en otro estudio en los últimos tres meses.	Dos grupos: control e intervención. Consumo diario de 3 g/d de yerba mate (35 mg/g de ácido clorogénico) en forma de cápsulas o placebo.	Reducción significativa de la grasa corporal (p = 0,036), el porcentaje de grasa corporal (p = 0,030) y el índice cintura-cadera (p = 0,004) en el grupo de intervención.
Kelin y cols., 2011 (34)	Piloto (ciego, controlado y paralelo)	58	2 meses	Hombres y mujeres ≥ 18 años, prediabéticos (glucosa > 100 mg/dL y HbA1c > 5,7 %) o diabéticos tipo 2 (glucosa > 125 mg/dL y HbA1c > 6,5 %).	29 voluntarios diabéticos tipo 2 y 29 prediabéticos se dividieron en tres grupos: consumo de 330 mL de yerba mate tres veces al día; intervención dietética, dieta + yerba Mate.	Reducción significativa de los niveles de glucosa, HbA1c y LDL (p < 0,05) en los voluntarios diabéticos. Reducción significativa de los niveles de LDL, HDL y TG (p < 0,05) en los voluntarios prediabéticos tras la intervención nutricional.
Blum y cols., 2007 (35)	Piloto (ciego, controlado y paralelo)	15	40 días	Hombres y mujeres de 18-70 años, sanos y sin consumo de medicamentos o suplementos dietéticos.	Consumo de 3 tabletas diarias (200 mg de extracto de café verde por tableta).	Reducción significativa de la glucemia posprandial (p < 0,05).

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (Cont.). Principales estudios clínicos* llevados a cabo sobre los efectos de los hidroxicinamatos incluidos en esta revisión

Referencia	Tipo de estudio	n	Duración	Criterios	Intervención	Resultados
Sarría y cols., 2016 (36)	Alatorizado, controlado y cruzado.	52	21 semanas	Hombres y mujeres de 18-55 años con IMC de 20-25 kg/m ² , no fumadores, no vegetarianos, sin historial médico de enfermedades crónicas, desórdenes alimenticios o consumo de antibióticos o medicamentos desde seis meses antes del inicio del estudio.	Consumo de 6 g/día de café verde/tostado (35:65) (74,2 mg/g de hidroxicinamatos) o una bebida de control (agua o una bebida isotónica) durante 8 semanas.	Disminución significativa de la glucosa en ayunas ($p = 0,007$) y de la resistencia a la insulina (HOMA-IR; $p = 0,001$), con aumento de la sensibilidad a la insulina (QUICKI, $p = 0,008$) tras el consumo del café.
Jacket y cols., 2009 (42)	Longitudinal (ciego, controlado y paralelo)	16	6 semanas	Hombres y mujeres de 21-57 años, sanos y sin consumo de antibióticos, laxantes u otros medicamentos gastrointestinales desde tres meses antes del inicio del estudio.	Consumo de 3 cápsulas diarias que contienen 3,4 g de polvo de café instantáneo, mezcla de granos de café verde y tostado.	Incremento del recuento de <i>Bifidobacterium</i> ($p=0,02$) y una tendencia al incremento de la actividad metabólica de <i>Bifidobacterium</i> .
Harrold y cols., 2013 (43)	Alatorizado, ciego, controlado y cruzado.	58	10 días	Mujeres de 18-65 años con IMC de 18,5-29,9 kg/m ² , sin historial médico de patologías graves y sin haber seguido una dieta de adelgazamiento desde 12 meses antes del inicio del estudio.	Cuatro grupos que consumieron en días distintos un extracto de yerba mate, guaraná y damiana (YGD), una fibra soluble a base de inulina (SFF), una combinación de estos o placebo.	Reducción significativa en la ingesta calórica ($p < 0,001$), el apetito ($p = 0,027$) y el deseo de comer ($p = 0,038$) tras el consumo de un producto que combina extracto de YGD + SFF.

*No se incluyen meta-análisis ni revisiones.

de las lipoproteínas (30), o el ácido ferúlico, que aumenta la actividad de las enzimas glutatión-peroxidasa (GPx), superóxido-dismutasa (SOD) y catalasa (CAT) (29).

El efecto de los hidroxicinamatos no se limita a mantener la integridad de los vasos sanguíneos sino que también actúan regulando el metabolismo lipídico. Esto se ha observado en diversos estudios en seres humanos (Tabla II), donde el consumo de alimentos ricos en hidroxicinamatos, como la yerba mate (31) o el café verde (24), se relacionaba con una disminución de los niveles de TG, colesterol sérico y LDL. Los mecanismos de acción por los que los hidroxicinamatos ejercerían este efecto implicarían una inhibición de la síntesis de colesterol hepático, mediante la inhibición de la 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA-reductasa (HMG-CoA-reductasa), enzima clave en la biosíntesis hepática de colesterol, y la acetil-coenzima A-acetiltransferasa (ACAT) hepática, implicada en la síntesis de ésteres de colesterol a partir del colesterol libre, y su capacidad para aumentar la sensibilidad a la leptina y la insulina, reducir la expresión de los genes implicados en la lipogénesis y aumentar la β -oxidación lipídica y la expresión del receptor alfa activado por proliferadores de peroxisomas (PPAR- α) en el hígado (32,33). Al mismo tiempo, se ha observado que el ácido ferúlico reduce la actividad de la malato-deshidrogenasa, la ácido graso-sintetasa y la glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa, enzimas clave en la síntesis de ácidos grasos (33).

Junto a su función hipolipemiente, los hidroxicinamatos son capaces de mejorar la homeostasis glucídica y la sensibilidad a la insulina. Así lo demuestran los diversos estudios llevados a cabo con alimentos ricos en estas sustancias (Tabla II). Un estudio piloto llevado a cabo en pacientes con prediabetes y diabetes tipo 2 reportó un marcado efecto hipoglucemiante tras el consumo de yerba mate, reduciendo los niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada (34). De la misma manera, otro estudio piloto en voluntarios sanos observó una considerable reducción de la glucemia posprandial tras el consumo de un extracto de café verde (35). El mismo efecto se observó en voluntarios sanos (36) y en sujetos con riesgo de padecer síndrome metabólico (37), con disminución de la glucemia y la insulinemia, dando lugar a una mejora del índice HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment-Insulin Resistance) tras el consumo de una mezcla de café verde y tostado. Los hidroxicinamatos ejercerían este efecto hipoglucemiante actuando a diferentes niveles. Reducen la captación de glucosa en el intestino a través de la inhibición de la expresión de las proteínas de transporte sodio-glucosa (SGLT1) en las células epiteliales intestinales y de las enzimas β -glucosidasas y α -amilasa (38,39); incrementan la expresión de glucógeno-sintetasa en el hígado; previenen la muerte de las células β pancreáticas, manteniendo la secreción de insulina; incrementan la captación de glucosa por los tejidos muscular y adiposo, restaurando la expresión de los receptores de insulina (fosfoinositol 3-quinasa y sustrato receptor de insulina 1 (IRS-1)) y la fosforilación (activación) de la proteína-quinasa activada por AMP (AMPK); e incrementan la expresión del transportador de glucosa GLUT-4, lo que conlleva un incremento del metabolismo glucémico (32,40). Otros mecanismos de acción incluyen la capacidad del ácido ferúlico para reducir la actividad de las enzimas glucosa-6-fosfatasa

y fosfoenolpiruvato-carboxiquinasa e incrementar la actividad de la glucoquinasa en el hígado (41), o la inhibición de manera competitiva de la actividad de la glucosa-6-fosfatasa por parte del ácido clorogénico (42).

Con respecto a los efectos de los hidroxycinamatos sobre la microbiota intestinal, se han llevado a cabo diversos estudios con distintos tipos de PF (flavonoides, taninos hidrolizables, estilbenos, etc.), demostrándose un aumento del recuento de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* y una disminución del de *Bacteroides*, *Clostridia*, *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus* (43). No obstante, el número de estudios llevados a cabo con ácidos hidroxycinámicos es limitado. Cabe destacar un trabajo con café en el que se observó un aumento en la actividad metabólica y el recuento de *Bifidobacterium* spp., compatible con un efecto prebiótico de los hidroxycinamatos (44).

Adicionalmente, los hidroxycinamatos han demostrado su capacidad de influir en el nivel de saciedad al reducir la ingesta de alimentos, efecto observado en la mayoría de los estudios en animales así como en ensayos clínicos con el empleo de yerba mate y café verde, ricos en hidroxycinamatos (45). Este efecto anorexigénico puede explicarse por el aumento de la sensibilidad a la leptina (46) y a la GLP-1 (47). Además, se ha descrito un marcado retraso del vaciado gástrico tras el consumo de mate (48), lo que, junto con un aumento de los niveles de leptina y GLP-1 (46,47), podría explicar la mayor sensación de saciedad y el menor apetito e ingesta calórica que se asocian al consumo de un suplemento que contiene yerba mate (45).

En su conjunto, estos múltiples efectos pueden explicar la capacidad de los hidroxycinamatos para combatir la obesidad. Esto se ha comprobado en estudios con ratones obesos, donde se ha observado un descenso del peso corporal y de la acumulación de grasa visceral y hepática (esteatosis) tras el consumo de alimentos ricos en hidroxycinamatos como el vino, el café verde y la yerba mate, habiéndose descrito también un menor grado de inflamación (29,32,46). Otro mecanismo de acción a tener en cuenta es la capacidad de los ácidos clorogénico, *m*-cumárico y *o*-cumárico de detener el ciclo celular en la fase G1 en los preadipocitos 3T3-L1, inhibiendo así la diferenciación y proliferación de esta línea celular en el tejido adiposo (29).

No obstante, es conveniente señalar el papel de otros compuestos presentes en alimentos como el café o la yerba mate, como son las metilxantinas, específicamente la cafeína, ya que se ha demostrado un efecto sinérgico del ácido clorogénico y la cafeína para suprimir la acumulación de grasa y el aumento del peso corporal, y regular la expresión y los niveles proteicos de enzimas relacionadas con el metabolismo hepático de los lípidos (49).

EFECTOS BENEFICIOSOS DE LA ACCIÓN COMBINADA DE PF Y FD

A día de hoy no existen estudios que evalúen los efectos combinados de los PF y los BG, y el único estudio encontrado se centra en la interacción de una combinación de extractos de hierbas (yerba mate, guaraná y damiana) con la inulina como FS (45).

En este trabajo, Harrold y cols. (2013) observaron cómo el consumo de ambos ingredientes reducía significativamente la ingesta calórica, el apetito y el deseo de comer de forma más eficaz que cuando los productos se consumían por separado.

En un estudio clínico llevado a cabo en pacientes hipercolesterolémicos se reportó una disminución de los niveles de colesterol total, LDL y TG tras el consumo de un extracto concentrado de fibra insoluble y PF procedente de la algarroba (50). Otro estudio llevado a cabo en pacientes con sobrepeso/obesidad valoraba el efecto del consumo de un producto elaborado con semillas de trigo integral que, además de FD, aportaba PF (principalmente hidroxycinamatos como el ácido ferúlico) unidos a la pared celular de la cáscara de trigo. En este estudio se observó una disminución de la concentración hemática de TNF- α (factor de necrosis tumoral- α) junto a un incremento de los niveles de interleuquina-10 y de la abundancia de *Bacteroidetes* y *Bifidobacterium* (51). Por último, en un estudio de intervención en sujetos sanos y con riesgo cardiovascular (hipercolesterolémicos), el consumo regular de cacao soluble rico en FD (34 %) y PF (principalmente flavonoides, 13,9 mg/g de cacao) produjo un incremento significativo de los niveles de colesterol-HDL ($p < 0,001$), disminuyendo la glucemia en ayunas ($p = 0,029$) y la concentración de las interleuquinas IL-1 β ($p = 0,001$) e IL-10 ($p = 0,001$) (52). No obstante, el consumo de cacao rico en PF, pero no en FD, tan solo aumentó los niveles de HDL, sin mostrar efectos hipoglucemiantes ni antiinflamatorios (53,54). Estos estudios ponen en evidencia el papel beneficioso de la combinación de FD y PF, apuntando al interés que tiene el consumo conjunto de ambos tipos de compuestos bioactivos para el mantenimiento de la salud cardiometabólica.

CONCLUSIONES

De todo lo anterior se puede concluir que tanto los beta-glucanos como los hidroxycinamatos presentan un complejo y multifactorial efecto con capacidad de mejorar las distintas disfunciones metabólicas asociadas a la obesidad: dislipemia, resistencia a la insulina e inflamación. Por ello, su potencial como herramienta nutricional en el manejo de las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo 2, la obesidad o el síndrome metabólico merece ser estudiado en profundidad.

Dado que la mayor parte de los resultados en la bibliografía proceden de estudios con animales de experimentación, es necesario aportar nuevas evidencias científicas procedentes de estudios en seres humanos, donde los resultados preliminares son ciertamente prometedores. De igual manera, son necesarios estudios que evalúen la acción complementaria o sinérgica de estos compuestos bioactivos, lo que podría potenciar su efectividad y, por tanto, su uso conjunto en alimentos funcionales o en nutraceuticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Obesity and overweight; 2019. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Encuesta Nacional de Salud 2017. MSCBS-INE.

3. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, World Obesity Federation. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev* 2017;18:715-23. DOI: 10.1111/obr.12551
4. Mitsou EK, Panopoulou N, Turunen K, Spiliotis V, Kyriacou A. Prebiotic potential of barley derived β -glucan at low intake levels: a double-blinded, placebo controlled clinical study. *Food Res Int* 2010;43:1086-92. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.01.020
5. Arena MP, Caggianiello G, Fiocco D, Russo P, Torelli M, Spano G, et al. Barley β -glucans-containing food enhances probiotic performances of beneficial bacteria. *Int J Mol Sci* 2014;15:3025-39. DOI: 10.3390/ijms15023025
6. Wang Q, Ellis PR. Oat β -glucan: physico-chemical characteristics in relation to its blood-glucose and cholesterol-lowering properties. *Brit J Nutr* 2014;112:S4-S13. DOI: 10.1017/S0007114514002256
7. Du B, Meenu M, Liu H, Xu B. A concise review on the molecular structure and function relationship of β -glucan. *Int J Mol Sci* 2019;20:4032-49. DOI: 10.3390/ijms20164032
8. Andrade EF, Vieira Lobato R, Vasques de Araújo T, Zangerônimo MG, de Sousa RV, Pereira LJ. Effect of beta-glucans in the control of blood glucose levels of diabetic patients: a systematic review. *Nutr Hosp* 2015;31:170-7.
9. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta glucans and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) and maintenance or achievement of a normal body weight (ID 820, 823) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006.
10. Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to oat beta glucan and lowering blood cholesterol and reduced risk of (coronary) heart disease pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006.
11. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta-glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852), reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 821, 824), and "digestive function" (ID 850) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006.
12. Bozbulut R, Sanlier N. Promising effects of β -glucans on glycaemic control in diabetes. *Trends Food Sci Technol* 2019;83:159-66. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.11.018
13. Aleixandre A, Miguel M. Dietary fiber and blood pressure control. *Food Funct* 2016;7:1864-71. DOI: 10.1039/C5FO00950B
14. El Khoury D, Cuda C, Luhovyy BL, Anderson GH. Beta glucan: health benefits in obesity and metabolic syndrome. *J Nutr Metab* 2012;2012:851362. DOI: 10.1155/2012/851362
15. Tabesh F, Sanei H, Jahangiri M, Momenizadeh A, Tabesh E, Pourmohammadi K, et al. The effects of beta-glucan rich oat bread on serum nitric oxide and vascular endothelial function in patients with hypercholesterolemia. *Biomed Res Int* 2014;2014:481904. DOI: 10.1155/2014/481904
16. Wang Y, Ames NP, Tun HM, Tosh SM, Jones PJ, Khafipour E. High molecular weight barley β -glucan alters gut microbiota toward reduced cardiovascular disease risk. *Front Microbiol* 2016;7:129. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00129
17. Turunen KT. Impact of beta-glucan on the intestinal microbiota of a high-risk colon cancer population (polypectomised patients). Doctoral dissertation, Universidad Harokopio; 2016.
18. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to oat and barley grain fibre and increase in faecal bulk (ID 819, 822) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006.
19. Cloetens L, Ulmius M, Johansson-Persson A, Åkesson B, Önnings G. Role of dietary beta-glucans in the prevention of the metabolic syndrome. *Nutr Rev* 2012;70:444-58. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2012.00494.x
20. Penttinen S, Karhunen L, Flander L, Katina K, Meynier A, Aymard P, et al. Enrichment of biscuits and juice with oat β -glucan enhances postprandial satiety. *Appetite* 2014;75:150-6. DOI: 10.1016/j.appet.2014.01.002
21. Rahmani J, Miri A, Černevičiūtė R, Thompson J, de Souza NN, Sultana R, et al. Effects of cereal beta-glucan consumption on body weight, body mass index, waist circumference and total energy intake: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement Ther Med* 2019;43:131-9. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.01.018
22. Aoe S, Ichinose Y, Kohyama N, Komae K, Takahashi A, Abe D, et al. Effects of high β -glucan barley on visceral fat obesity in Japanese individuals: A randomized, double-blind study. *Nutrition* 2017;42:1-6. DOI: 10.1016/j.nut.2017.05.002
23. Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998;56:317-33. DOI: 10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x
24. Martínez-López S, Sarriá B, Mateos R, Bravo-Clemente L. Moderate consumption of a soluble green/roasted coffee rich in caffeoylquinic acids reduces cardiovascular risk markers: results from a randomized, cross-over, controlled trial in healthy and hypercholesterolemic subjects. *Eur J Nutr* 2018;58:865-78. DOI: 10.1007/s00394-018-1726-x
25. Yu S, Wei Yue S, Liu Z, Zhang T, Xiang N, Fu H. Yerba mate (*Ilex paraguayensis*) improves microcirculation of volunteers with high blood viscosity: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Exp Gerontol* 2015;62:14-22. DOI: 10.1016/j.exger.2014.12.016
26. Boaventura BCB, Di Pietro PF, Klein GA, Stefanuto A, de Moraes EC, de Andrade F, et al. Antioxidant potential of mate tea (*Ilex paraguayensis*) in type 2 diabetic mellitus and pre-diabetic individuals. *J Funct Foods* 2013;5:1057-64. DOI: 10.1016/j.jff.2013.03.001
27. Rodrigo R, Laiz JY. Beneficial effects of chlorogenic acids on essential hypertension. *Int J Food Nutr Sci* 2016;3:213-7. DOI: 10.15436/2377-0619.16.893
28. Fuentes E, Palomo I. Mechanisms of endothelial cell protection by hydroxycinnamic acids. *Vasc Pharmacol* 2014;63:155-61. DOI: 10.1016/j.vph.2014.10.006
29. El-Seedi HR, Taher EA, Sheikh BY, Anjum S, Saeed A, AlAjmi MF, et al. Hydroxycinnamic acids: natural sources, biosynthesis, possible biological activities, and roles in Islamic medicine. *Stud Nat Prod Chem* 2018;55:269-92. DOI: 10.1016/B978-0-444-64068-0.00008-5
30. Fernandes ES, de Oliveira Machado M, Becker AM, de Andrade F, Maraschin M, da Silva EL. Yerba mate (*Ilex paraguayensis*) enhances the gene modulation and activity of paraoxonase-2: In vitro and in vivo studies. *Nutrition* 2012;28:1157-64. DOI: 10.1016/j.nut.2012.04.011
31. Kim SY, Oh MR, Kim MG, Chae HJ, Chae SW. Anti-obesity effects of yerba mate (*Ilex paraguayensis*): a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *BMC Complement Altern Med* 2015;15:338. DOI: 10.1186/s12906-015-0859-1
32. Alam MA, Subhan N, Hossain H, Hossain M, Reza HM, Rahman MM, et al. Hydroxycinnamic acid derivatives: a potential class of natural compounds for the management of lipid metabolism and obesity. *Nutr Metab* 2016;13:27. DOI: 10.1186/s12986-016-0080-3
33. Cho AS, Jeon SM, Kim MJ, Yeo J, Seo KI, Choi MS, et al. Chlorogenic acid exhibits anti-obesity property and improves lipid metabolism in high-fat diet-induced-obese mice. *Food Chem Toxicol* 2010;48:937-43. DOI: 10.1016/j.fct.2010.01.003
34. Klein GA, Stefanuto A, Boaventura BC, De Moraes EC, Cavalcante LDS, de Andrade F, et al. Mate tea (*Ilex paraguayensis*) improves glycemic and lipid profiles of type 2 diabetes and pre-diabetes individuals: a pilot study. *J Am Coll Nutr* 2011;30:320-32. DOI: 10.1080/07315724.2011.10719975
35. Blum J, Lemaire B, Lafay S. Effect of a green decaffeinated coffee extract on glycaemia. *Nutr Food Res* 2007;6:13-7.
36. Sarriá B, Martínez-López S, Mateos R, Bravo-Clemente L. Long-term consumption of a green/roasted coffee blend positively affects glucose metabolism and insulin resistance in humans. *Food Res Int* 2016;89:1023-8. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.12.032
37. Sarriá B, Martínez-López S, Sierra-Cinos JL, García-Diz L, Mateos R, Bravo-Clemente L. Regularly consuming a green/roasted coffee blend reduces the risk of metabolic syndrome. *Eur J Nutr* 2018;57:269-78. DOI: 10.1007/s00394-016-1316-8
38. Peng BJ, Qi Z, Zhong YL, Xu SH, Zheng W. Chlorogenic acid maintains glucose homeostasis through modulating the expression of SGLT-1, GLUT-2, and PLG in different intestinal segments of Sprague-Dawley rats fed a high-fat diet. *Biomed Environm Sci* 2015;28:894-903.
39. Pei K, Ou J, Huang J, Ou S. p-Coumaric acid and its conjugates: dietary sources, pharmacokinetic properties and biological activities. *J Sci Food Agric* 2016;96:2952-62. DOI: 10.1002/jsfa.7578
40. Santana-Gálvez J, Cisneros-Zevallos L, Jacobo-Velázquez DA. Chlorogenic acid: Recent advances on its dual role as a food additive and a nutraceutical against metabolic syndrome. *Molecules* 2017;22:358. DOI: 10.3390/molecules22030358
41. Son MJ, Rico CW, Nam SH, Kang MY. Effect of oryzanol and ferulic acid on the glucose metabolism of mice fed with a high-fat diet. *J Food Sci* 2011;76:H7-H10. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01907.x
42. Henry-Vitrac C, Ibarra A, Roller M, Mérillon JM, Vitrac X. Contribution of chlorogenic acids to the inhibition of human hepatic glucose-6-phosphatase activity in vitro by Svetol, a standardized decaffeinated green coffee extract. *J Agric Food Chem* 2010;58:4141-4. DOI: 10.1021/jf9044827
43. 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. DOI: 10.1186/s12967-017-1175-y

44. Jaquet M, Rochat I, Moulin J, Cavin C, Bibiloni R. Impact of coffee consumption on the gut microbiota: a human volunteer study. *Int J Food Microbiol* 2009;130:117-21. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.011
45. Harrold JA, Hughes GM, O'Shiel K, Quinn E, Boyland EJ, Williams NJ, et al. Acute effects of a herb extract formulation and inulin fibre on appetite, energy intake and food choice. *Appetite* 2013;62:84-90. DOI: 10.1016/j.appet.2012.11.018
46. da Silva Lima N, de Oliveira E, da Silva APS, de Albuquerque Maia L, de Moura EG, Lisboa PC. Effects of *Ilex paraguariensis* (yerba mate) treatment on leptin resistance and inflammatory parameters in obese rats primed by early weaning. *Life Sci* 2014;115:29-35. DOI: 10.1016/j.lfs.2014.09.003
47. Fujii Y, Osaki N, Hase T, Shimotoyodome A. Ingestion of coffee polyphenols increases postprandial release of the active glucagon-like peptide-1 (GLP-1 (7-36)) amide in C57BL/6J mice. *Journal of nutritional science* 4. DOI: 10.1017/jns.2014.71
48. Gambero A, Ribeiro M. The positive effects of yerba maté (*Ilex paraguariensis*) in obesity. *Nutrients* 2015;7:730-50. DOI: 10.3390/nu7020730
49. Zheng G, Qiu Y, Zhang QF, Li D. Chlorogenic acid and caffeine in combination inhibit fat accumulation by regulating hepatic lipid metabolism-related enzymes in mice. *Brit J Nutr* 2014;112:1034-40. DOI: 10.1017/S0007114514001652
50. Ruiz-Roso B, Quintela, JC, de la Fuente E, Haya J, Pérez-Olleros L. Insoluble carob fiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *Plant Foods Hum Nutr* 2010;65(1),50-6. DOI: 10.1007/s11130-009-0153-9
51. Vitaglione P, Mennella I, Ferracane R, Rivellesse AA, Giacco R, Ercolini D, et al. Whole-grain wheat consumption reduces inflammation in a randomized controlled trial on overweight and obese subjects with unhealthy dietary and lifestyle behaviors: role of polyphenols bound to cereal dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 2015;101(2):251-61. DOI: 10.3945/ajcn.114.088120
52. Sarriá B, Martínez-López S, Sierra-Cinos JL, García-Diz L, Mateos R, Bravo L. Regular consumption of a cocoa product improves the cardiometabolic profile in healthy and moderately hypercholesterolaemic adults. *Br J Nutr* 2014;111:122-34. DOI: 10.1017/S000711451300202X
53. Martínez-López S, Sarriá B, Sierra-Cinos JL, Goya L, Mateos R, Bravo L. Realistic intake of a flavanol-rich soluble cocoa product increases HDL-cholesterol without inducing anthropometric changes in healthy and moderately hypercholesterolemic subjects. *Food Funct* 2014;5:364-74. DOI: 10.1039/c3fo60352k
54. Sarriá B, Martínez-López S, Sierra-Cinos JL, García-Diz L, Goya L, Mateos R, et al. Effects of bioactive constituents in functional cocoa products on cardiovascular health in humans. *Food Chem* 2015;174:214-8. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.004



Artículo Especial

Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual

The importance of water consumption in health and disease prevention: the current situation

Jordi Salas-Salvadó^{1,2,3}, Francisco Maraver⁴, Leocadio Rodríguez-Mañas⁵, Miguel Sáenz de Pipaon^{6,7}, Isidro Vitoria⁸ y Luis A. Moreno^{2,9}

¹Universitat Rovira i Virgili. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Unitat de Nutrició Humana. Reus, Tarragona. Spain. ²Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (IISPV). Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Reus, Tarragona. Spain. ³Consorcio CIBER, M.P. Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN). Instituto de Salud Carlos III (ISCIII). Madrid, Spain. ⁴Departamento de Radiología, Rehabilitación y Fisioterapia. Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ⁵Servicio de Geriátrica. Hospital Universitario de Getafe. Getafe, Madrid, y CIBER de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. ⁶Departamento de Neonatología. Hospital Universitario La Paz. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. ⁷Red de Salud Materno Infantil y Desarrollo (SAMID). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. ⁸Unidad de Nutrición y Metabolopatías. Hospital Universitari I Politècnic La Fe. Valencia. ⁹Grupo GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development). Universidad de Zaragoza. Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2) e Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS Aragón). Zaragoza

Resumen

Aunque el agua es un nutriente esencial para la vida y el componente más abundante de nuestro cuerpo, recibe escasa atención en las recomendaciones dietéticas y las guías clínicas. Existen inconvenientes para determinar las cifras óptimas, tanto para la cantidad de agua que debe contener el cuerpo como para su ingesta. La ingesta y eliminación del agua dependen de factores no constantes y difíciles de medir, a su vez compensados por la capacidad del organismo para la homeostasis. Dada la falta de evidencia científica para el establecimiento de recomendaciones, se han estimado las "ingestas adecuadas" (para mantener un estado de hidratación adecuado) utilizando datos de ingestas de agua en grupos de personas sanas. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) también considera la osmolaridad deseable en la orina para estimar la ingesta adecuada de agua en los adultos.

Los estudios clínicos han mostrado en general beneficios con una hidratación adecuada y perjuicios con sus desequilibrios, ya sean cuantitativos (deshidratación y sobrehidratación) o cualitativos (agua extracelular e intracelular). Desafortunadamente, estos estudios son escasos y suelen tener diseños deficientes, ya sean transversales, de casos y controles o prospectivos, utilizando muestras pequeñas o métodos indirectos para evaluar el estado de hidratación.

En este artículo se presenta información de actualización respecto a: 1) la adherencia a las recomendaciones de consumo de agua y sugerencias para mejorarla; 2) técnicas disponibles para medir el estado de hidratación y sus aplicaciones clínicas; 3) efectos de la hidratación/deshidratación en las actividades físicas o cognitivas y en las enfermedades crónicas; y 4) normativa española sobre calidad y salubridad del agua.

Abstract

Water is an essential nutrient for life and the most abundant component in the human body. However, its dietary recommendations or clinical management guidelines do not receive as much attention as they deserve. In addition, there are some obstacles to establishing optimal values, both for the amount of water the body must contain and for water ingestion. Water intake and elimination depend on unsteady factors that are difficult to measure and, at the same time, compensated by the body's ability to regulate homeostasis. Since scientific evidence is lacking for establishing recommendations, "adequate intakes" (to maintain an adequate hydration state) have been estimated using data on water intake from groups of healthy people. The European Food Safety Authority (EFSA) also considers desirable the use of urine osmolarity to estimate the adequacy of water intake in adults.

Clinical studies have generally shown the benefits of adequate hydration and the damage caused by water imbalance, whether quantitative (dehydration and overhydration) or qualitative (extracellular and intracellular water). Unfortunately, these studies are few and often have poor cross-sectional, case-control, or prospective designs, and use small samples or indirect methods to assess hydration status.

This article presents up-to-date information on subjects such as: 1) compliance with water consumption recommendations and suggestions for improvement; 2) techniques available to measure hydration status and their clinical applications; 3) effects of hydration/dehydration on physical or cognitive activities and chronic diseases; and 4) existing Spanish regulations on the quality and salubrity of water.

Palabras clave:

Ingesta de agua.
Hidratación.
Deshidratación.
Estado de salud.
Agua extracelular.
Agua intracelular.

Keywords:

Water intake.
Hydration.
Dehydration. Health status. Extracellular water. Intracellular water.

Recibido: 15/05/2020 • Aceptado: 13/06/2020

Todos los autores han contribuido por igual en la elaboración del manuscrito.

Agradecimientos: La Dra. María Dolores Julián ha prestado sus servicios de redactora médica.

Support: This work is partially supported by ICREA under the ICREA Academia programme.

Conflicto de intereses: los autores no tienen ningún conflicto de interés con los contenidos de este manuscrito. Los gastos ocasionados para su publicación han sido financiados por el Instituto Danone. Jordi Salas-Salvadó y Luis A. Moreno son miembros del Comité Ejecutivo del Instituto Danone en España y han realizado labores de asesoramiento a Danone S.A.

Salas-Salvadó J, Maraver F, Rodríguez-Mañas L, Sáenz de Pipaon M, Vitoria I, Moreno LA. Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. Nutr Hosp 2020;37(5):1072-1086

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>

Correspondencia:

Luis A. Moreno. Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad de Zaragoza. C/ Domingo Miral, s/n.
50009 Zaragoza
e-mail: lmoreno@unizar.es

AGUA EN EL ORGANISMO HUMANO

El agua es un nutriente esencial para la vida y el componente más abundante del cuerpo humano, participando de alguna manera en prácticamente todos los procesos fisiológicos.

La cantidad de agua presente en el cuerpo depende de muchos factores que son variables, no solo en función de cada persona en concreto sino también según su cronología y estados fisiopatológicos. La cantidad total de agua y su distribución en los distintos compartimentos depende de factores como: edad, sexo, raza, volumen corporal, temperatura, metabolismo, estado de salud, actividades físicas, dieta, medicación, etc.

El agua total disminuye con la edad, desde aproximadamente un 75 % del peso corporal en los primeros meses de vida hasta un 55 % en las personas mayores, representando de media el 60 % en los adultos (1-3). Además, las partes del organismo tienen porcentajes de agua muy distintos que también cambian con la edad (Fig. 1). Después del primer año de vida, parte del contenido de agua se sustituye por proteínas y minerales (2). Debido a que tienen mayor tamaño corporal y más masa magra, que tiene un mayor contenido de agua que la grasa, los varones suelen tener un mayor porcentaje de agua que las mujeres (4).

También es importante la distribución en dos compartimentos (1-2): a) agua intracelular (dentro de las células) y b) agua extracelular, repartida entre los vasos sanguíneos (intravascular) y los espacios entre células y órganos (intersticial). En los adultos, aproximadamente las dos terceras partes del agua corporal total corresponden al agua intracelular (Fig. 1).

INGESTA ADECUADA DE AGUA

Las necesidades de ingesta de agua vienen determinadas por factores como la edad, el sexo y el peso corporal. Además,

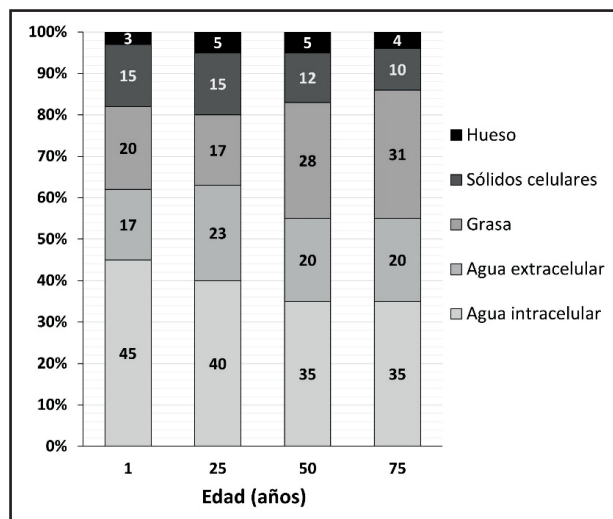


Figura 1.

Variaciones de la composición corporal y cambios según la edad. Modificado de cita 1.

se debe consumir más agua en determinadas circunstancias, en cantidades que compensen los incrementos de su eliminación, como con la práctica de actividad física, los climas cálidos y las alteraciones relacionadas con la salud (fiebre, vómitos y diarrea).

El balance hídrico depende esencialmente de la ingesta de agua y la producción de orina. Fisiológicamente, la ingesta de líquidos está regulada por la sed (deseo consciente de beber). La sensación de sed se genera por mecanismos neurales activados por los osmorreceptores cuando detectan un aumento de la osmolaridad del plasma (5). Existen otros factores que pueden inducir la sed, como un descenso del volumen de sangre (> 10 %) o de la presión sanguínea.

Además, aunque a un umbral más bajo que el de la sed (en torno a 280 mOsm/kg frente a 290-295 mOsm/kg del plasma, respectivamente), se estimula la secreción de la hormona anti-diurética (ADH), sintetizada por el hipotálamo y excretada a la circulación por la hipófisis (6). La ADH favorece la reabsorción de agua.

Las recomendaciones de ingesta de agua que se consideran frecuentemente como referencia son las del Instituto de Medicina de Estados Unidos o IOM (7) y las de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria o EFSA (8), presentadas en la tabla I.

Tabla I. Ingesta adecuada de agua total diaria, incluyendo también el agua de otras bebidas y de los alimentos, según el Instituto de Medicina de Estados Unidos o IOM (7) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria o EFSA (8)

Edad y sexo		Ingesta adecuada de agua total (L/día)	
		IOM	EFSA
0-6 meses		0,7	0,10-0,19 L/kg
7-12 meses		0,8	0,8-1
1-3 años		1,3	-
1-2 años		-	1,1-1,2
2-3 años		-	1,3
4-8 años		1,7	1,6
9-13 años	Varones	2,4	2,1
	Mujeres	2,1	1,9
14-18 años	Varones	3,3	2,5
	Mujeres	2,3	2,0
19-> 70 años	Varones	3,7	2,5
	Mujeres	2,7	2,0
Embarazo	14-50 años	3,0	2,3
Lactancia	14-50 años	3,8	2,7

No existe suficiente evidencia científica para estimar los requerimientos medios (*Estimated Average Requirement: EAR*), en parte como consecuencia de la capacidad de adaptación del cuerpo a diferentes cantidades de ingesta de agua o de sus pérdidas, además de por la escasez de estudios clínicos y las limitaciones de sus diseños (transversales, observacionales, no controlados, muestras pequeñas, etc.). Por tanto, las recomendaciones del IOM y la EFSA se basan en una ingesta adecuada (*Adequate Intake: AI*) que permite mantener un estado de hidratación adecuado. Las ingestas adecuadas se calculan a partir del consumo de agua observado en grupos de personas sanas y en condiciones de pérdidas moderadas (metabolismo, actividad física o temperatura). Además, la EFSA ha tenido en cuenta otro parámetro para determinar la ingesta adecuada de agua en los adultos, como es obtener una osmolaridad deseable de la orina (establecida en 500 mOsm/L). Para conseguir esta osmolaridad de la orina se requiere un volumen de orina de 2,0 L/día en los varones y 1,6 L/día en las mujeres (8).

Las recomendaciones del IOM y la EFSA se refieren a la ingesta total de agua, que incluye líquidos (agua y otras bebidas, aportando aproximadamente el 80 % de las ingestas recomendadas) y el agua de los alimentos. Desde la preadolescencia se recomienda una ingesta mayor en los varones que en las mujeres (Tabla I). A partir de los 4 años de edad, la EFSA recomienda ingestas inferiores a las de IOM (7,8).

DATOS DE CONSUMO DE AGUA Y ESTADO DE HIDRATACIÓN

En los estudios nutricionales a menudo se infravalora la ingesta de agua. Además, en los estudios sobre consumo de agua raramente se evalúa el estado de hidratación.

La ingesta de agua varía enormemente entre las distintas personas. En el estudio NHANES 2005-2006 (9), la mediana de la ingesta total de agua (procedente de bebidas y alimentos) por encima del percentil 80 (5,4 L/día) triplicaba la ingesta por debajo del percentil 20 (1,6 L/día). La mediana de la ingesta entre los percentiles 20 y 80 era de 2,9 L/día.

En la mitad (50,4 %) de una muestra de 1262 adultos (18-70 años) de todas las regiones españolas, la ingesta de fluidos era menor del 80 % de la cantidad recomendada por la EFSA para la ingesta total de agua (Tabla II), siendo el cumplimiento de las recomendaciones mayor en las mujeres y las personas que realizaban actividad física tres o más días por semana (10). Aproximadamente, un cuarto de estas personas consumían más azúcar que la ingesta máxima recomendada por la Organización Mundial de la Salud (máximo, 10 % de la ingesta calórica), procedente de bebidas azucaradas.

Se dispone además de información de estudios realizados de manera simultánea en 13 países de 3 continentes: América Latina (México, Brasil y Argentina), Europa (España, Francia, Reino

Tabla II. Ingesta de líquidos en adultos (10) y en niños y adolescentes (14) de todas las regiones españolas (excepto Ceuta, Melilla e Islas Canarias) en un estudio trasversal realizado de marzo a mayo de 2012

		Adultos n = 1262		Niños y adolescentes n = 238	
		Media (IC 95 %)		Media (DE)	
Agua (mL/día)	Varones	973 (918, 1027)		827 (541)	
	Mujeres	1050 (997, 1103)		819 (576)	
Bebidas calientes (mL/día)	Varones	261 (242, 279)		36 (108)	
	Mujeres	349 (327, 371)		40 (98)	
Leche y derivados (mL/día)	Varones	111 (93, 129)		461 (263)	
	Mujeres	94 (83, 106)		421 (274)	
Zumos (mL/día)	Varones	101 (85, 117)		201 (290)	
	Mujeres	88 (77, 99)		202 (206)	
Bebidas azucaradas (mL/día)	Varones	176 (150, 201)		148 (306)	
	Mujeres	128 (111, 145)		89 (160)	
Bebidas <i>light</i> (mL/día)	Varones	26 (12, 40)		13 (52)	
	Mujeres	50 (35, 64)		16 (69)	
Ingesta total de líquidos (mL/día)	Varones	1937 (1872, 2003)		1732 (688)	
	Mujeres	1865 (1804, 1927)		1599 (665)	
Incumplimiento de las recomendaciones de la EFSA*	Varones	59,2 %	50,4 %	86 %	87 %
	Mujeres	41,6 %		88 %	

*Ingesta de fluidos < 80 % de la recomendación de la EFSA para la ingesta total de agua; DE: desviación estándar; EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (*European Food Safety Authority*); IC: intervalo de confianza.

Unido, Alemania, Polonia y Turquía) y Asia (Irán, China, Indonesia y Japón), utilizando una metodología similar (11). Se observó que el 41 % de las mujeres y el 59 % de los hombres no cumplían con las recomendaciones de la EFSA. La probabilidad de cumplir las recomendaciones era superior en las mujeres e inferior en los individuos de más de 50 años de edad.

Comparando los datos de tres estudios de países europeos, ANIBES (España), INRAN-SCAI 2005-06 (Italia) y NutriNet-Santé (Francia), solo las mujeres de Francia cumplían con la ingesta adecuada de agua recomendada por la EFSA (12).

En una muestra de cuatro países de América Latina (Argentina, Brasil, México y Uruguay), la ingesta media de agua total más baja era de 1,7 L/día, en mujeres de México, y la más alta era de 2,3 L/día, en varones de Argentina (13). En general, los individuos de Uruguay y Argentina mostraban valores superiores a los de México y Brasil. Aproximadamente, un tercio de los adultos no ingería suficiente líquido para alcanzar las ingestas adecuadas de agua. Se observó también un consumo muy elevado de bebidas azucaradas, especialmente en México (mediana: 531 mL/día).

En 238 niños y adolescentes españoles de 3 a 17 años, la ingesta de líquidos estaba por debajo del 80 % de las recomendaciones de la EFSA en el 87 % de la muestra (Tabla II). El agua fue la principal fuente de líquidos (especialmente, la ingerida en las comidas), seguida de la leche y derivados y de las bebidas azucaradas (14).

En un estudio de la ingesta total de fluidos en 1666 niños y adolescentes (4-17 años) de México, Brasil, Argentina y Uruguay (15), más del 75 % de los niños en Uruguay cumplían las recomendaciones del IOM; menos niños las cumplían en Argentina (64-72 %) y Brasil (41-50 %), y el porcentaje más bajo se observó en México (33-44 %). Los niños de México y Argentina bebían más bebidas azucaradas que agua.

En una reciente revisión de 32 estudios observacionales sobre una muestra de 36.813 niños (4-13 años) de 25 países (16), en los 19 países que compararon la ingesta de fluidos (agua y bebidas), el 60 % de los niños (rango: 10-98 %) no cumplía las recomendaciones de su área geográfica. Solo 11 de los 32 estudios examinaban la ingesta de fluidos y el estado de hidratación, siendo fundamental evaluar estos dos parámetros. Entre los 13 estudios que evaluaban el estado de hidratación, en cuatro de ellos se detectaba un "nivel bajo de hidratación" (osmolalidad media de la orina mayor de 800 mmol/kg), definido como un estado en el que se ha iniciado la regulación hormonal para equilibrar los fluidos pero todavía el agua total corporal no se ha reducido significativamente y, generalmente, todavía no se ha activado la sensación de sed. Estos niños no consumían agua suficiente para conseguir un estado de hidratación adecuado. Los autores sugerían instaurar medidas adecuadas, como facilitar el libre acceso al agua de beber en los colegios y promover los hábitos de ingesta adecuada de agua en el ámbito familiar.

En el Estudio Europeo de Investigación de la Hidratación (EHRS), que evaluó la ingesta total de agua y el estado de hidratación durante siete días consecutivos en 573 adultos, la media individual de la ingesta total de agua era menor que la ingesta

adecuada de la EFSA en el 37% de los varones y el 22 % de las mujeres (17). Algunos individuos (16 % de varones y 4 % de mujeres) no realizaron una ingesta adecuada en ninguno de los días evaluados. La osmolalidad de la orina de 24 horas era significativamente mayor en los varones que en las mujeres (681 frente a 595 mOsmol/kg). También más varones que mujeres (40 % vs. 26 %) presentaron una osmolalidad de la orina por encima de 800 mOsmol/kg durante al menos cuatro días del estudio. Estos niveles de osmolalidad eran más frecuentes en los españoles (46 %) que en los griegos (29 %) o los alemanes (11 %).

RECOMENDACIONES PARA LA POBLACIÓN

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) propone unas guías dietéticas adaptadas a la población española que se van actualizando regularmente (18). En la base de la "Pirámide de la Alimentación Saludable" de la SENC se incluyen algunas consideraciones que sustentan, favorecen y/o complementan la alimentación saludable, como la actividad física y la hidratación. Se recomienda consumir 4-6 vasos de agua al día con el objetivo de asegurar un estado de hidratación óptimo. Además, en la base de la "Pirámide de la Hidratación Saludable" solo se incluye la ingesta de agua, con contenido de sodio limitado. Los criterios para otras bebidas se basan en sus aportes nutritivos y energéticos (proporcionando vitaminas y minerales, con bajo contenido en azúcar). En el segundo nivel están las aguas con un contenido mayor de sodio, junto con los refrescos no azucarados y otras bebidas sin calorías (café, té, etc.). En el tercer nivel, las bebidas que aportan nutrientes saludables y calorías (zumos, sopas, leche desnatada, etc.). En la cima (cuarto nivel) se encuentran las bebidas azucaradas que solo se deben consumir de forma opcional y ocasional. Puesto que las bebidas alcohólicas no contribuyen a la hidratación, se incluye un mensaje aconsejando evitarlas. Para la ingesta adecuada de agua se recomiendan 10 vasos al día, que es mayor que los 4-6-vasos recomendados con la dieta, porque en la pirámide de la hidratación se contabiliza el agua de los alimentos y otras bebidas, que habría que aumentar de manera adecuada en caso de realizar actividad física, de aumentar la temperatura o la humedad ambiental, o de presentar fiebre o pérdida de líquidos.

En Estados Unidos, las recomendaciones nutricionales se recogen en las Guías Dietéticas para Americanos 2015-2020 (19), presentadas de manera práctica para los usuarios en la página web *MyPlate* (www.choosemyplate.gov). Las bebidas están incluidas como parte imprescindible de la dieta y se proporcionan consejos para realizar las mejores elecciones. Aunque las recomendaciones de ingesta adecuada de agua son mayores en Estados Unidos (IOM) que en Europa (EFSA), en las recomendaciones dietéticas dirigidas directamente a la población de Estados Unidos no se incluyen cantidades concretas (en número de vasos) debido a las variaciones que existen entre las necesidades individuales y otros factores variables diariamente para cada individuo (que afectan a la ingesta y eliminación de agua). Para una hidratación adecuada, aconsejan que la sensación de sed guíe las cantidades a ingerir, que se beba a lo largo del día (tanto durante como entre

las comidas) y que se beba mucha agua al realizar actividad física, estar en climas cálidos o tener edades avanzadas. Según estas recomendaciones, la preferencia debe ser consumir bebidas sin calorías (especialmente agua) o bien que aporten nutrientes beneficiosos (como la leche o los zumos 100 % naturales). Para la leche y los zumos, las cantidades se controlan según su grupo nutricional (lácteos y frutas/verduras, respectivamente). Otras opciones de bebida son el café, el té y las aguas con sabores.

DETERMINANTES PARA FOMENTAR Y FACILITAR EL CONSUMO DE AGUA

En un estudio realizado en Estados Unidos, los participantes (dos grupos: uno con 301 adultos y otro con 389 adultos y adolescentes) tenían conocimientos moderados sobre la hidratación; sin embargo, lo que más influía en el consumo de líquidos eran las actitudes, especialmente las barreras (20). Las actitudes podían ayudar ("facilitadores", como llevar una botella) o dificultar ("barreras", como no tener fácil acceso a las bebidas) el consumo de fluidos.

En 1262 adultos españoles (18-70 años), la probabilidad de cumplir las recomendaciones de ingesta de líquidos era mayor en los individuos que practicaban actividad física cinco o más veces a la semana (10).

En 2321 preescolares (3,5-6 años) de seis países europeos, los bajos niveles de actividad física y altos de sedentarismo iban asociados a un perfil no saludable de comida y bebida. La mitad de los niños no cumplían las recomendaciones de actividad física (≥ 11.500 pasos/día) y sedentarismo (≤ 1 h/día viendo televisión o videojuegos). Solo el 0,6 % cumplían las dos recomendaciones; además, consumían menos bebidas carbonatadas y zumos de fruta, pero más agua y lácteos que los que no cumplían dichas recomendaciones (21).

En 6776 preescolares de 3,5 a 5,5 años de edad de seis países europeos se comprobó la influencia de los padres respecto al consumo de bebidas menos sanas (más bebidas azucaradas y menos agua) en caso de nivel socio-económico más bajo, y de bebidas más sanas (más agua y menos bebidas azucaradas) si el nivel socio-económico era más alto (22). Los autores recomiendan fomentar que en las casas haya más disponibilidad de agua y menos de otras bebidas, y que los padres no tengan permisividad con las bebidas azucaradas y consigan que los niños no consuman tantas bebidas azucaradas como quieren.

En su recomendación sobre los comedores escolares, la Asociación Española de Pediatría (AEP) establece que las dos bebidas que deben estar presentes en el comedor escolar son el agua y, opcionalmente, un suplemento adicional de leche desnatada para los colectivos de riesgo (23).

El Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad de España, a través de la estrategia NAOs dirigida a la población escolar para mejorar la nutrición, afirma textualmente: "El agua es la mejor bebida. Las comidas deben acompañarse siempre de agua" (24).

Además del agua presente en la comida, debe aumentarse la disponibilidad de agua durante y después del horario escolar,

ya que el niño pasa la mayor parte del día en el colegio. Sin embargo, no siempre hay una adecuada accesibilidad del agua en los colegios (25).

MEDICIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN

Para investigar el papel de la hidratación en la salud y la enfermedad es imprescindible disponer de métodos validados para su medición (que sean fiables y reproducibles). Los análisis de laboratorio no son prácticos para las mediciones rutinarias, y las evaluaciones clínicas no ofrecen sensibilidad suficiente. Antiguamente se utilizaba el método de dilución de marcadores (empleando sustancias químicas como el bromuro y, principalmente, distintos isótopos, radiactivos o no radiactivos) que, además de ser invasivo y costoso, podía generar resultados inexactos por no ajustar los cálculos a las diferencias interindividuales de la composición corporal (26). Los volúmenes medios del agua corporal total con las mediciones de 2007 eran unos 9 litros mayores, y unos 10-12 litros mayores para el agua extracelular, comparados con los que se proponían hasta 1980 (4).

La impedancia bioeléctrica (BIA) mide la resistencia del agua y los tejidos corporales cuando una corriente eléctrica de baja frecuencia atraviesa el cuerpo. Los análisis con BIA aplican fórmulas para predecir los volúmenes de los componentes corporales. Sus resultados pueden ser imprecisos, limitando su utilidad a los estudios observacionales o epidemiológicos, pues cometen errores de estimación demasiado grandes (como de 3,8 L en los varones y 2,6 L en las mujeres) al detectar los cambios individuales (26).

Afortunadamente, estas tecnologías han mejorado mucho para no depender de las estimaciones con modelos matemáticos teóricos. La espectroscopía de impedancia bioeléctrica (BIS) y la bioimpedancia de análisis vectorial (BIVA) son los métodos considerados más fiables en la actualidad (26). Aun presentando ciertas limitaciones (especialmente por requerir ajustes antropométricos o valores de referencia de las personas a evaluar), permiten calcular de manera bastante precisa los componentes corporales, determinando los estados de hidratación (contenido total de agua, agua intracelular y agua extracelular) y pudiendo monitorizar sus cambios (se pueden detectar cambios de pocos mililitros). Otras ventajas son la facilidad y rapidez con que se realizan, con resultados inmediatos, coste-efectivos, no invasivos y sin riesgos, permitiendo su implementación en la práctica clínica. Estas características explican que sus aplicaciones clínicas progresen exponencialmente.

Los términos para expresar el estado de hidratación deben tener en cuenta los compartimentos, no solo referirse al agua total (27). Pueden producirse distintas situaciones, como deshidratación intracelular (con hiperosmolaridad del agua extracelular) o deshidratación extracelular (reducción del volumen del agua extracelular en condiciones isoosmóticas). Los pacientes con insuficiencia renal o cardíaca, que retienen líquidos, tienen sobrehidratación pero con exceso de agua extracelular, mientras que en los pacientes con caquexia disminuye el agua intracelular pero aumenta el agua extracelular (26).

En un estudio de pacientes con fallo renal agudo (28) se observaron diferencias significativas en la retención de fluidos, siendo esta mayor en los pacientes que fallecían (6,9 L) en comparación con los que sobrevivían (1,6 L). Por tanto, la medición precisa del estado de hidratación (incluidas las diferencias en los compartimentos del agua) permite ajustar la ingesta de agua y la cantidad de fluido eliminado en las diálisis de manera óptima.

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y COGNICIÓN

El cerebro contiene gran cantidad de agua (aproximadamente un 75 %). El agua interviene en la regulación de las funciones cerebrales, entre las que la cognición es fundamental.

La cognición es la facultad humana para procesar información a partir de lo percibido y modificarla según la propia experiencia y otros aspectos subjetivos. Dada la amplitud de contenidos de la cognición, se ha intentado agrupar esta en dos aspectos: rendimiento cognitivo y estado de ánimo. En el rendimiento cognitivo se incluyen fundamentalmente la atención, la memoria, el aprendizaje y las funciones ejecutivas. En el estado de ánimo se incluye la actitud emocional, que a su vez incluye la felicidad o el equilibrio emocional.

El rendimiento cognitivo es difícil de evaluar pues deben medirse funciones cognitivas específicas. A tal efecto se emplean pruebas objetivas y de neuroimagen. El estado de ánimo se evalúa mediante escalas subjetivas y cuestionarios.

En los adultos con deshidratación mayor del 2 % de la masa corporal, fundamentalmente por ejercicio físico, algunos estudios refieren una menor memoria a corto plazo y menor capacidad de atención (29), funciones ejecutivas y de coordinación (30). No obstante, en otros estudios no detectan estas alteraciones (31). Un metaanálisis reciente no ha encontrado efectos de la hipohidratación (incluyendo estudios de deshidratación moderada, con pérdida de agua ≥ 2 % de la masa corporal) sobre la función cognitiva en comparación con individuos bien hidratados (32). En todos los estudios, menos uno, los participantes realizaban ejercicio físico (algunos de alta intensidad) y la población evaluada era joven (20-30 años). Por ello, los resultados no se pueden generalizar a otras poblaciones o edades, ni a condiciones de reposo. Siendo la función cognitiva una actividad mental, cabe la posibilidad de que el comportamiento en los deportistas (especialmente en los deportes de alta intensidad) sea diferente, por su mayor resistencia mental y capacidad de "sufrimiento".

La disparidad entre resultados puede deberse a la dificultad que entraña la evaluación precisa tanto de la ingesta de agua como del grado de hidratación (33). También el efecto de la deshidratación podría deberse más a una distracción o malestar que a una alteración de la cognición en sí (27). Las deshidrataciones menores del 2 % inducidas por privación de agua se han acompañado de una reducción de la concentración (34). No obstante, se han detectado variaciones objetivas de la función del sistema nervioso central incluso con tan solo hipohidratación (pérdida de agua menor del 1 % del peso corporal). Por ejemplo, con la resonancia magnética funcional, en los individuos

con hipohidratación aparece reducida la actividad en distintas áreas del cerebro (35).

En los niños, varios trabajos sobre la cognición se han realizado fomentando la ingesta de agua, pues plantea menos problemas éticos que la restricción hídrica (36). Esos estudios muestran beneficios tras una mejor hidratación en las áreas de atención (37), memoria a corto plazo (38) y función ejecutiva (39). Debe destacarse que la osmolaridad urinaria elevada por hidratación insuficiente se asociaba con peor memoria a corto plazo (40), mientras que la osmolaridad menor por el aporte de agua suplementaria se asociaba con mejor memoria a corto plazo (41) y una mayor flexibilidad cognitiva (42).

En relación con el estado de ánimo y la hidratación hay escasos estudios, aunque en general se comprueba que el aumento de la ingesta de agua se asocia a una disminución del riesgo de confusión, mientras que la menor ingesta se asocia a empeoramiento del humor, menor felicidad y menor satisfacción (43).

La ingesta suplementaria de agua en el niño en la escuela aumenta el rendimiento escolar, sobre todo en cuanto a la atención y la memoria visual (37). Por ello, con la finalidad de lograr un mejor estado cognitivo y a la vez disminuir la elevada prevalencia del sobrepeso en los niños, se han diseñado propuestas de intervención dirigidas a los escolares.

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y RENDIMIENTO FÍSICO

Si durante la actividad física se llega a la deshidratación, aumenta el esfuerzo cardiovascular y termorregulador, lo que disminuye el rendimiento físico y puede llegar a producir un golpe de calor (44).

Los consensos de diversas organizaciones deportivas (45) recomiendan buenas prácticas de hidratación en el deportista, como: 1) comenzar el ejercicio en un estado de hidratación adecuado, 2) prevenir la hipohidratación excesiva durante el mismo y 3) reemplazar las pérdidas restantes después del ejercicio y antes del siguiente. Afortunadamente, las personas que practican ejercicio físico de modo regular cada vez conocen más la importancia de una buena hidratación (46).

Es recomendable practicar el ejercicio físico de manera sistemática y adaptado a cada edad. Los niños presentan, con respecto a los adultos, una serie de características que los hacen más vulnerables a la deshidratación y los daños por calor, tales como una mayor producción de calor en proporción a su masa corporal, menor gasto cardíaco, mayor pérdida de fluidos en igualdad de condiciones ambientales, un umbral más alto para comenzar a sudar y una sensación de sed inadecuada al grado de deshidratación (47).

La Academia Americana de Pediatría (48) recomienda ingerir líquidos a intervalos regulares antes, durante y después de practicar una actividad física para mantener una hidratación adecuada pero sin beber en exceso. Consideran que beber 100-250 mL cada 20 minutos en el caso de los niños de 9-12 años y hasta 1,0-1,5 L por hora en el de los adolescentes es suficiente

para compensar las pérdidas por el sudor. Aunque el agua suele ser suficiente para mantener una hidratación adecuada, en ciertas circunstancias (ejercicios largos, repetidos o intensos, temperaturas elevadas, etc.) deben añadirse electrolitos, especialmente sodio para optimizar la rehidratación (48).

Una revisión de la literatura indica que la reducción $\geq 2\%$ de la masa corporal es el umbral en que empeora la resistencia al ejercicio (27). También se plantea una posible explicación para ese impacto de la deshidratación, que sería por una reducción del volumen máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$) asociado a la reducción del volumen de agua extracelular, lo que origina la necesidad de un esfuerzo relativamente mayor ($\%\text{VO}_{2\text{max}}$) cuando se realiza un ejercicio de la misma intensidad.

La Sociedad Internacional de Nutrición del Deporte (*International Society of Sports Nutrition* o ISSN) recomienda que los corredores de ultramaratones ingieran unos 150-250 mL de líquidos cada 20 minutos durante la carrera, añadiendo electrolitos, principalmente sodio, y teniendo que aumentar las cantidades de líquidos y sodio en condiciones de más calor y/o humedad (49).

En una revisión sistemática y metaanálisis se ha evaluado el impacto de la hipohidratación cuando está presente antes de realizar un ejercicio anaeróbico, situación que plantea más retos que cuando el deportista está bien hidratado al comenzar el ejercicio (50). El volumen pico de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{pico}}$) disminuía un 2,6 % por cada porcentaje de pérdida de masa corporal (a partir del umbral de pérdida de un 2,8 % de masa corporal).

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y SISTEMA URINARIO

Una correcta hidratación es esencial para un adecuado funcionamiento del riñón y las vías urinarias, incluida la prevención de las infecciones del tracto urinario (51).

Los cálculos renales se conocen desde la antigüedad. Hipócrates describió la “*putrefacción de orina y los cálculos*”, recomendando consumir grandes cantidades de agua como tratamiento (52).

Aproximadamente, el 10 % de la población occidental padece nefrolitiasis (53). La escasa ingesta de líquidos reduce el volumen de orina (inferior a 1 L/día) y aumenta su osmolalidad, duplicando el riesgo de formación de cálculos. Otros factores que participan son la presencia en la orina de promotores de la formación de cálculos (calcio, oxalato, ácido úrico, fosfato), inhibidores de la litogénesis (citrato, magnesio, macromoléculas) o alteraciones del pH (54). Algunas personas tienen predisposición genética para la formación de cálculos renales, cuya incidencia y gravedad también se acentúan con las bajas ingestas de agua.

En un ensayo clínico en el que se aumentaba en 2 L/día la ingesta de agua habitual, el volumen de orina se incrementó en 1,3 L/día y el índice de riesgo de cristalización de Tiselius (calculado a partir de la excreción urinaria de calcio, oxalato, citrato y magnesio, y del volumen de orina) descendió un 33,9 % en las mujeres y un 44,8 % en los varones (55).

En una revisión Cochrane (56) no encontraron evidencia procedente de estudios aleatorizados y controlados sobre la prevención primaria de los cálculos renales al aumentar la ingesta de agua; sin embargo, se reducía o retrasaba la recurrencia si se llegaba a alcanzar un volumen de orina de al menos 2 L/día (aunque la confianza de estos resultados era limitada).

Se conocen cuatro tipos de cálculos renales: de calcio, que pueden ser de oxalato (75 %) o fosfato (15 %), de ácido úrico (8 %), de estruvita (1 %) y de cistina (< 1 %) (52,54). Según estas composiciones (52,54,57), se recomiendan distintos tipos de agua para la prevención o el tratamiento de los cálculos renales (Tabla III).

Algunas medidas dietéticas (58) para prevenir la formación de cálculos son: 1) ingerir una cantidad elevada de agua para aumentar el volumen de orina; 2) ingerir menos alimentos ricos en oxalato; 3) utilizar una dieta pobre en sal y proteínas animales; y 4) mantener una ingesta normal de calcio, ya que una dieta baja en calcio puede incrementar el riesgo de formación de cálculos por una mayor absorción de oxalato (54).

En el estudio NHANES 2005-2006 (9), la prevalencia de la insuficiencia renal crónica fue significativamente mayor si la ingesta

Tabla III. Correspondencias entre tipo de cálculo renal, su prevención/tratamiento y los tipos de agua recomendados

Tipo de cálculo	Composición química	Prevención/Tratamiento	Tipo de agua recomendado
De calcio	Oxalato cálcico ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) Fosfato cálcico ($\text{CaH}_4\text{O}_6\text{P}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	Dieta Diurético tiazídico, fosfato, citrato	Bicarbonatada
De ácido úrico	Ácido úrico ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$)	Dieta Uricosúrico, citrato potásico	Bicarbonatada
De estruvita	Fosfato magnésico amónico ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y carbonato cálcico apatito ($\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6\text{CO}_3$)	Dieta Antibiótico	De mineralización muy débil u oligometálica, o de mineralización débil (pobres en calcio y magnesio)
De cistina	Cistina ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2$)	Dieta Citrato potásico	Bicarbonatada

Elaboración propia a partir de datos de la literatura (52, 54, 57).

de agua era $< 2,0$ L/día en comparación con la de cantidades mayores ($> 4,3$ L/día). En el análisis estratificado entre agua y otras bebidas, la insuficiencia renal crónica se asociaba a una baja ingesta de agua (sin observarse asociaciones con la ingesta de otras bebidas).

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y OBESIDAD

La obesidad se caracteriza por cambios en la composición corporal. Además de aumentar la masa grasa y, en menor medida, la masa libre de grasa, también aumenta el compartimento del agua extracelular en comparación con el compartimento del agua intracelular; es decir, aumenta la relación agua extracelular/agua intracelular (59). Algunas posibles causas son que esa misma relación esté aumentada en el tejido adiposo y que exista un edema asociado a la obesidad. Paradójicamente, la relación agua extracelular/agua intracelular siguió aumentando en un estudio de reducción de peso realizado con mujeres premenopáusicas (59).

En el estudio NHANES 2009-2012 se encontró una asociación significativa entre la hidratación inadecuada y un elevado índice de masa corporal (60).

Diferentes estudios sugieren que sustituir la ingesta de bebidas calóricas por agua, por tanto reduciendo la ingesta calórica, contribuiría a prevenir el aumento de peso y la obesidad. En una revisión sistemática de estudios observacionales y ensayos clínicos, se concluyó que, si en las comidas el agua reemplazaba otro tipo de bebidas que contenían calorías, se producía una reducción de la ingesta energética, lo cual podría favorecer el mantenimiento de un peso saludable (61).

En un estudio realizado en Estados Unidos (62) se llevaron a cabo dos experimentos. En el primero, los individuos con normopeso presentaban una ingesta calórica menor en el almuerzo si bebían 1,5 L de agua durante la mañana, en comparación con los que bebían 0,5 L o 1,0 L. Sin embargo, este efecto no se observó en los individuos con sobrepeso u obesidad. En el segundo experimento se añadió un grupo que bebía 2,0 L y no se informaba que el estudio era sobre hidratación. No hubo diferencias en la ingesta calórica entre los grupos.

Algunos estudios han observado que un incremento del consumo de agua puede favorecer el mantenimiento de un peso corporal saludable (63-67).

En un estudio transversal realizado en China se observó una asociación dosis-dependiente, ya que por cada incremento del consumo de un vaso de agua (aproximadamente 240 mL) el riesgo de sobrepeso descendía un 6,5 % (varones) y un 8,4 % (mujeres), comparado con el riesgo de los no consumidores (63).

En un estudio realizado en Irlanda también se observó que una mayor ingesta de agua total (agua, bebidas y alimentos) se asociaba inversamente a la circunferencia de la cintura, el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal (64).

Desafortunadamente, no existen estudios prospectivos que analicen la asociación entre ingesta de agua y riesgo de aumento de peso o sobrepeso/obesidad. En un ensayo clínico realizado en mujeres mexicanas con sobrepeso u obesidad se compararon

dos grupos: en uno recibían activamente agua y educación nutricional para promocionar su consumo, y en el otro solo educación nutricional (65). Las mujeres de los dos grupos redujeron la ingesta calórica y la ingesta de bebidas azucaradas. En el 37 % del grupo con solo educación nutricional las participantes aumentaron la ingesta de agua en más de 1,2 L/día. En los dos grupos perdieron significativamente más peso las mujeres que aumentaron más la ingesta diaria de agua: por cada litro adicional de agua perdían 0,4 kg.

En un estudio observacional de niños españoles, el consumo de agua se asoció inversamente con el índice de masa corporal, la grasa corporal, la masa libre de grasa y la circunferencia de la cintura (66).

En un estudio de intervención realizado en 32 colegios en Alemania se instalaron fuentes de agua, comprobándose que, en aquellos centros que además implementaron sesiones de promoción del consumo de agua, los niños presentaban un 37 % menos de riesgo de padecer sobrepeso con respecto a los que no recibieron dicha promoción de su consumo (67).

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y FISIOPATOLOGÍA CARDIOVASCULAR

Diversos estudios han sugerido que las reducciones agudas del consumo de agua pueden afectar negativamente a la función cardiovascular (44). Estos efectos adversos cardiovasculares asociados a la hipohidratación leve se observan principalmente en situaciones de ejercicio físico, estrés por calor y uso de diuréticos junto con la restricción de agua.

La hipohidratación sistémica crónica es un factor patogénico de la hipertensión, el tromboembolismo venoso, la enfermedad coronaria mortal y el ictus (44).

Un mecanismo por el que la ingesta subóptima de agua conduce a diversas alteraciones cardiovasculares es la elevación de la actividad de la quinasa SGK1, que participa en la fisiopatología de varias enfermedades como la hipertensión, la trombosis, el ictus y la fibrosis cardíaca (44).

En un estudio retrospectivo efectuado en Asia, la ingesta de agua a través de bebidas no alcohólicas era menor en los pacientes con ictus que en la población sana (68).

En la *Korea National Health and Nutrition Examination Survey*, los participantes con ingesta menor a la recomendada presentaban una mayor prevalencia de hipertensión, diabetes de tipo 2 (DT2), ángor e infarto de miocardio en comparación con los que cumplían las recomendaciones de ingesta de agua (69).

ESTADO DE HIDRATACIÓN Y DIABETES

Un estudio transversal realizado en el Reino Unido evidenció una relación negativa entre el consumo de agua y el riesgo de presentar DT2 (70). Posteriormente, en el mismo grupo se observó que, en los varones, el consumo de un vaso de agua (240 mL) se asociaba a un 22 % menos de riesgo de presentar valores

de HbA1 $\geq 5,5\%$ (71). Sin embargo, esta relación no se observó en las mujeres.

En un estudio prospectivo realizado en Francia, las ingestas de agua $< 0,5$ L/día se asociaban a un mayor riesgo de desarrollar con el tiempo hiperglucemia en comparación con las ingestas de agua $\geq 0,5$ L/día (72).

En los modelos teóricos de sustitución, reemplazar el consumo de bebidas azucaradas por agua se asocia a una disminución de la ingesta energética (73) y a un menor riesgo de desarrollar DT2 (74).

Los efectos beneficiosos del consumo de agua pueden explicarse por diversos mecanismos. La disminución de los niveles de glucosa plasmática y el mejor control glucémico se han relacionado con un adecuado estado de hidratación, que favorecería el aumento del volumen plasmático (75), la reducción de la secreción de arginina-vasopresina (76) y de los niveles de copeptina en el plasma (77), y una reducción de la osmolaridad con incremento del volumen celular (61,71). Por el contrario, entre los efectos perjudiciales de la hipohidratación aguda se produce un descenso de la regulación glucémica (44).

DESHIDRATACIÓN EN LA POBLACIÓN ANCIANA

La deshidratación se define clínicamente como una disminución del contenido de agua corporal total y se debe a una disminución de la ingesta de líquido, un aumento de las pérdidas o una mezcla de ambas. Por tanto, engloba tanto a la deshidratación propiamente dicha (agua intracelular) como a la depleción de volumen (agua extracelular). Puede acompañarse de pérdida de sodio.

La deshidratación puede afectar a personas de cualquier edad, pero los niños de corta edad y, especialmente, los ancianos son los grupos expuestos a un mayor riesgo de sufrirla. De hecho, la deshidratación está entre los 20 diagnósticos más frecuentes según la *Agency for Healthcare Research and Quality* (78) y se diagnostica en el 17 % de los pacientes al darles el alta de Unidades de Geriátrica (79). Estas cifras tienen auténtica relevancia porque, entre los ancianos ingresados con el diagnóstico principal de deshidratación, la mortalidad al año roza el 50 %, siendo la deshidratación un marcador de riesgo de muerte de primera magnitud.

La prevalencia es también muy elevada en las residencias, habitualmente asociada a una pobre ingesta que puede llegar a observarse en el 40 % de los sujetos (80). La prevalencia de la deshidratación es mucho más moderada en el medio comunitario, variando entre un 5 % y un 10 % según el criterio utilizado.

Las causas de la deshidratación en los ancianos pueden agruparse en dos categorías: los cambios fisiológicos que acompañan al envejecimiento (81) y los factores y situaciones de riesgo frecuentes en algunos grupos de ancianos (82).

Los principales cambios con impacto en el control hídrico de los ancianos son los siguientes (44):

- Menos agua total corporal. Pérdida de masa magra (con más agua intracelular) y aumento de la masa grasa (con menos agua).

- Disminución de la eficacia del sistema osmorreceptor, por su menor sensibilidad a las variaciones de la osmolaridad junto a una peor respuesta a la ADH, lo que a su vez provoca una disminución de la sensación de sed.
- Menor regulación renal de la volemia, destacando una pérdida de la capacidad de reabsorción de agua asociada al sodio en el túbulo proximal y una peor respuesta del túbulo distal a la ADH, lo que dificulta la reabsorción de agua libre.
- Menos sensibilidad para detectar la reducción del volumen del líquido extracelular por disminuir la sensibilidad de los barorreceptores.

Existen muchos factores asociados a un mayor riesgo de deshidratación en la población anciana, que se resumen en la tabla IV. Por su importancia destacan tres: 1) procesos infecciosos, que condicionan un aumento de las pérdidas; 2) restricción de la movilidad, porque no tienen acceso libre al agua y su hidratación depende de la ayuda de otros, y 3) iatrogenia por determinados fármacos, como los diuréticos, que estando indicados para cuadros frecuentes en los ancianos (como la insuficiencia cardíaca), generan depleciones de volumen que pueden ser excesivas y conducir a la deshidratación.

La frecuente concurrencia de varios factores de riesgo en un mismo paciente, y de manera destacada en los ancianos frágiles o con discapacidad física y/o cognitiva, junto a la pérdida del mecanismo de la sed debido no solo al propio envejecimiento sino al efecto de fármacos de uso habitual en la tercera edad (83), confieren a estas personas un elevado riesgo de deshidratación.

Las manifestaciones de la deshidratación son muy variadas dependiendo de cuatro factores fundamentales: la gravedad de la misma, la situación funcional y cognitiva basal del paciente, la rapidez de la instauración del cuadro y la causa precipitante del cuadro, y componen un abigarrado conjunto de síntomas tales como bradipsiquia, apatía, taquicardia, ortostatismo, síncope, delirio y coma (84).

En la exploración, muchos signos son inespecíficos (consustanciales al propio proceso de envejecimiento), como la sequedad de la piel y las mucosas. El diagnóstico definitivo viene dado por la osmolaridad (> 295 mOsm/kg), aunque se han utilizado diferentes fórmulas para calcularla a partir de los valores de natremia, glucemia y uremia, con utilidad discutible (85).

Lo más importante en el manejo de la deshidratación de los ancianos es su prevención mediante la detección de las poblaciones de riesgo y una estrecha supervisión de las mismas, especialmente cuando concurren los factores de riesgo descritos en la tabla IV.

Como regla básica se consideran unas necesidades de 30-35 mL/kg/día de agua (2100-2450 mL/día para una persona de 70 kg). Esta ingesta se corresponde con las recomendaciones europeas (EFSA), que oscilan entre los 2,0 litros para las mujeres y los 2,5 litros para los varones (Tabla I). Teniendo en cuenta que los alimentos aportarían el 20 % del agua, habría que completar con 1680-1960 mL/día de agua y otras bebidas. En caso de existir algunas de las situaciones de riesgo citadas (fiebre o situación séptica, aumento del ejercicio, ambiente caluroso, etc.), habría que aumentar la ingesta total en 500-1000 mL/día.

Tabla IV. Poblaciones y factores de riesgo de deshidratación en los ancianos

Poblaciones de riesgo
Mayores de 80 años
Mujeres
Fragilidad
Discapacidad funcional
Deterioro cognitivo/demencia
Comorbilidad (5 o más enfermedades crónicas)
Encamamiento/dificultad de acceso al agua
Polifarmacia
Aislamiento social
Institucionalización
Uso de diuréticos, laxantes, neurolépticos
Antecedentes de deshidratación
Alteraciones de la deglución, portadores de sonda nasogástrica
Diabetes
Hipoacusia, dificultades visuales, dificultades en la comunicación
Factores de riesgo
Infecciones
Dolor
Fiebre
Sangrado
Heridas y soluciones de continuidad en la piel
Disnea
Incontinencia urinaria o fecal
Nausea, vómitos o diarrea
Malnutrición

Modificado de cita 83.

La deshidratación puede requerir el ingreso hospitalario y/o el uso de sueroterapia. La rehidratación debe hacerse de manera pausada. Las rehidrataciones bruscas pueden desencadenar insuficiencia cardíaca en el anciano debido a las deficiencias que presentan los mecanismos reguladores del volumen.

NORMATIVA ESPAÑOLA PARA LAS DEFINICIONES, LA CALIDAD Y LA SALUBRIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO

Proporcionar acceso al agua potable es la medida más efectiva para promover la salud. La calidad y salubridad del agua son fundamentales para el bienestar humano. La Organización Mundial de la Salud (OMS), autoridad internacional para la salud pública y la calidad del agua, promueve que los gobiernos establezcan normativas que garanticen la calidad y la seguridad del agua suministrada a la población.

En España existen normativas para los distintos tipos de agua que establecen cuáles son sus definiciones a efectos legales y regulan aspectos como su calidad, su salubridad y los requisitos de su comercialización. Para garantizar la protección de la salud de la población se siguen las recomendaciones de la OMS y se utilizan parámetros basados en motivos de salud pública (aplicándose en algunos casos el principio de precaución para asegurar un alto nivel en la prevención de riesgos).

De acuerdo con la normativa vigente, las aguas que actualmente se envasan para consumo humano son las aguas minerales naturales, las aguas de manantial y las aguas preparadas envasadas para el consumo humano. Estas aguas se comercializan en envases debidamente etiquetados y herméticamente cerrados.

Cada tipo de agua debe cumplir valores paramétricos específicos que se refieren a los niveles máximos o mínimos fijados para cada parámetro a controlar (como microorganismos/parásitos o sustancias químicas o características físicas y organolépticas). Para ser potables, solo las aguas preparadas pueden someterse a distintos tipos de tratamientos entre los que se incluyen métodos físicos, químicos, biológicos y combinaciones de ellos; las aguas minerales naturales y las de manantial deben ser puras en origen y bacteriológicamente sanas. Si se ha añadido o eliminado anhídrido carbónico, en el etiquetado se incluye la mención que proceda: "gasificada", "con gas", "carbónica", "desgasificada" o "sin gas". Además, en las aguas minerales naturales se utilizan menciones especiales según distintas circunstancias, como se detalla en la tabla V.

El Real Decreto 140/2003 establece los criterios sanitarios que deben cumplir las "aguas de consumo humano", donde se incluyen todas aquellas aguas utilizadas por el consumidor (para beber, cocinar, preparar alimentos, la higiene personal y otros usos domésticos) y por la industria alimentaria (para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como para la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos), y las suministradas para el consumo humano como parte de una actividad comercial o pública. Estos criterios se aplican a las aguas que se suministren por redes de distribución o que se utilicen en la industria alimentaria, independientemente de su origen y del tratamiento de potabilización que reciban.

El objetivo de la Orden SSI/304/2013 es proteger la salud humana, garantizando que solo se usen las sustancias adecuadas para el tratamiento del agua durante la producción de agua de consumo humano (actualizando por tercera vez las que se autorizaban en el Real Decreto 140/2003). Actualmente están autorizados 99 productos (entre sustancias y mezclas de sustancias) para el tratamiento del agua en las plantas potabilizadoras o en las desaladoras, quedando establecidas sus funciones principales (desinfectante, desnitrificación, corrección de pH, inhibidor de corrosión, antiincrustante, fluoración, coagulante/floculante, filtración, precursor de cloraminación, ablandamiento del agua, etc.), sus métodos de control analítico y las condiciones de utilización.

El Real Decreto 1798/2010 regula la explotación y comercialización de las aguas minerales naturales y las aguas de manantial envasadas para consumo humano.

Tabla V. Menciones obligatorias y específicas autorizadas en el etiquetado de las aguas minerales naturales (columna izquierda), y criterios requeridos en su contenido para algunas de ellas (columna derecha) de acuerdo con el Real Decreto 1798/2010

Menciones obligatorias	Criterios de contenidos
Contiene más de 1,5 mg/L de flúor: no adecuada para el consumo regular de los lactantes y niños menores de siete años	Más de 1,5 mg/L de flúor
Información sobre tratamientos autorizados (separación de compuestos de hierro, manganeso, azufre, arsénico y fluoruros en el caso de que hayan sido efectuados)	
“Agua mineral natural naturalmente gaseosa” o “agua mineral natural carbónica natural”	Si originalmente contienen anhídrido carbónico
“Agua mineral natural reforzada con gas del mismo manantial”	Si se añade más cantidad de gas procedente del mismo manantial
“Agua mineral natural con gas carbónico añadido”	Si se añade anhídrido carbónico (no proveniente del mismo manantial que el agua)
“Agua mineral natural totalmente desgasificada”	Si se elimina totalmente el gas
“Agua mineral natural parcialmente desgasificada”	Si se elimina parcialmente el gas
Menciones específicas autorizadas	
De mineralización muy débil	Hasta 50 mg/L de residuo seco
Oligometálica o de mineralización débil	Hasta 500 mg/L de residuo seco
De mineralización media	Desde 500 mg/L hasta 1500 mg/L de residuo seco
De mineralización fuerte	Más de 1500 mg/L de residuo seco
Bicarbonatada	Más de 600 mg/L de bicarbonato
Sulfatada	Más de 200 mg/L de sulfatos
Clorurada	Más de 200 mg/L de cloruro
Cálcica o que contiene calcio	Más de 150 mg/L de calcio
Magnésica o que contiene magnesio	Más de 50 mg/L de magnesio
Fluorada o que contiene flúor	Más de 1 mg/L de flúor
Ferruginosa o que contiene hierro	Más de 1 mg/L de hierro bivalente
Acidulada	Más de 250 mg/L de CO ₂ libre
Sódica	Más de 200 mg/L de sodio
Indicada para la preparación de alimentos infantiles	
Indicada para dietas pobres en sodio	Hasta 20 mg/L de sodio
Puede tener efectos laxantes	
Puede ser diurética	

Las “aguas de manantial” son “*las de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo*”. Se asemejan a las aguas minerales naturales en su origen subterráneo y pureza, pero su composición y restantes características esenciales pueden no ser constantes. Se entiende por composición constante (dentro de los límites de las fluctuaciones naturales) la permanencia del tipo de mineralización o de otros parámetros que caractericen cada agua. La inclusión de datos analíticos en el etiquetado del agua de manantial solo se permite si su composición es constante.

Las “aguas minerales naturales” son “*aquellas microbiológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial o puedan ser captadas artificialmente mediante sondeo, pozo, zanja o galería, o bien, la combinación de cualquiera de ellos. Éstas pueden distinguirse claramente de las restantes aguas de bebida ordinarias: 1.º por su naturaleza, caracterizada por su contenido en minerales, oligoelementos y otros componentes y, en ocasiones, por determinados efectos; 2.º por su constancia química y 3.º por su pureza original*”.

En base a estas características, en el etiquetado de las aguas minerales naturales se incluye obligatoriamente su composición analítica cuantitativa, que debe enumerar sus componentes

característicos, y además se pueden incluir menciones según su contenido (residuo seco, compuestos químicos o minerales), posibles indicaciones y efectos (Tabla V).

Respecto a las “aguas minerales naturales” y las “aguas de manantial”, para solicitar la declaración y autorización de su aprovechamiento se requiere un estudio que acredite suficientemente la procedencia de las aguas y la protección natural del acuífero frente a la contaminación. Se aplican normas específicas respecto a los análisis microbiológicos del agua en los puntos de alumbramiento y también se realizan análisis clínicos y farmacológicos (por ejemplo, según sus efectos en el organismo humano: diuresis, funciones gastrointestinales, etc.). Asimismo, algunas manipulaciones están prohibidas, destacando que no está permitido realizar tratamientos de desinfección, así como la adición de elementos bacteriostáticos o cualquier otro tratamiento cuya finalidad sea la desinfección o modificar el contenido de microorganismos de estas aguas.

El Real Decreto 1799/2010 regula el proceso de elaboración y comercialización de las aguas preparadas y envasadas para el consumo humano.

Las “aguas preparadas” son distintas a las aguas minerales naturales y de manantial, pueden tener cualquier tipo de procedencia y se someten a los tratamientos fisicoquímicos autorizados, necesarios para que reúnan las características de potabilidad. Se diferencian dos tipos de aguas preparadas:

- “Aguas potables preparadas”: *“Aquellas que pueden tener cualquier tipo de procedencia, subterránea o superficial y que han sido sometidas a tratamiento para que sean potables”*. Si originalmente fueran aguas minerales naturales o aguas de manantial, perderían esa calificación tras los tratamientos de potabilización.
- “Aguas de abastecimiento público preparadas”: cuando proceden del abastecimiento público.

Por otra parte, las “aguas de consumo público envasadas” son las distribuidas mediante la red de abastecimiento público y las procedentes de este origen. Se envasan (conforme a la normativa que regula los materiales en contacto con alimentos) de forma coyuntural para su distribución domiciliar y gratuita. Su único objeto es suplir ausencias o insuficiencias accidentales de la red pública, debiendo cumplir los criterios sanitarios de calidad de las aguas de consumo humano (mencionadas más arriba).

De los diferentes tipos de aguas, como características principales, destacan la constancia de la composición de las aguas minerales naturales y los diferentes tipos de tratamientos que pueden recibir (86). Controlar la composición del agua puede ser importante para algunos pacientes: por ejemplo, si necesitan una dieta baja o alta en algún componente.

ASPECTOS DESTACABLES Y RECOMENDACIONES

El agua es el mayor componente de nuestro organismo (aproximadamente, el 60 % del peso corporal en los adultos) y es un elemento imprescindible para la vida. Para mantener un estado

de hidratación adecuado debe aportarse diariamente agua en la dieta. Las necesidades de agua vienen determinadas por diferentes factores, como la edad, la actividad física, la temperatura ambiental y el estado de salud.

Las recomendaciones de ingesta de agua más utilizadas son las del IOM (para Estados Unidos) y las de la EFSA (para Europa). Sin embargo, debido a que no existe evidencia científica suficiente para determinar los requerimientos medios, las recomendaciones indican las cantidades de la ingesta adecuada (para mantener un estado de hidratación adecuado) estimadas a partir de las ingestas de agua determinadas en grupos de personas sanas. En estas estimaciones, la EFSA también ha considerado la osmolaridad deseable que debe tener la orina.

Estas recomendaciones incluyen toda el agua que se ingiere a partir de la dieta, que aproximadamente corresponde en un 80 % al aporte de líquidos (agua y otras bebidas) y en el 20 % restante a los alimentos sólidos. Por tanto, no es práctico que la población pueda usar estas recomendaciones en la vida real, porque es difícil calcular el agua aportada por los alimentos sólidos, además de la variabilidad que se produce cada día según los tipos de alimentos ingeridos.

De hecho, los datos epidemiológicos de gran parte del mundo y, en particular, de España indican que un alto porcentaje de adultos, niños y adolescentes no cumplen con las ingestas de agua recomendadas. Como algunos individuos presentan además deshidratación, estaría en riesgo su salud, mientras que estas deficiencias serían prevenibles con una medida tan fácil y barata como aumentar el consumo de agua.

Con la finalidad de ayudar en el cumplimiento de la ingesta adecuada de agua, distintos organismos han preparado recomendaciones especiales para la población.

En España, la SENC utiliza el sistema de las pirámides, con la “Pirámide de Alimentación Saludable” y la “Pirámide de Hidratación Saludable”, recomendando consumir 4-6 vasos de agua al día con el objetivo de asegurar un estado de hidratación óptimo.

En Estados Unidos se utiliza el sistema *MyPlate*, que muestra las raciones distribuidas en platos (para que sean más fáciles de comprender y llevar a la práctica) y acompañadas de bebidas (preferentemente agua), además de recomendar beber a lo largo del día. Aunque no indican un número de vasos en concreto (porque las necesidades pueden ser muy distintas, incluso entre las mismas personas), bebiendo en cada comida y a lo largo del día se consumen varios vasos al día. Aconsejan que la sensación de sed guíe las cantidades a ingerir, así como que se beba mucha agua al realizar actividad física, estar en climas cálidos o tener edades avanzadas.

Es importante realizar campañas de fomento del consumo de agua y educar a la población en los conocimientos relacionados con la hidratación. En distintos estudios, varios de ellos con niños, se ha comprobado la eficacia de la educación sobre hábitos saludables. También se ha comprobado la influencia de los padres en los hábitos de sus hijos. Una de las medidas más eficaces para aumentar el consumo de agua es la disponibilidad, como llevar una botella de agua, poner fuentes en los colegios o aprovechar las comidas para beber agua.

Un requisito fundamental para evaluar el estado de hidratación es utilizar técnicas validadas. En la actualidad, los métodos considerados más fiables son dos técnicas de bioimpedancia: BIS y BIVA. Permiten determinar los estados de hidratación (contenido total de agua, agua intracelular y agua extracelular), además de poder monitorizar sus cambios. Son técnicas fáciles, baratas y sin riesgos.

El agua participa en prácticamente todas las funciones del cuerpo humano, jugando un papel fundamental en el mantenimiento de la salud. Por tanto, los desequilibrios del agua, ya sean cuantitativos (deshidratación y sobrehidratación) o cualitativos (cambios en los porcentajes de los compartimentos intracelular y extracelular), afectan a las funciones del cuerpo, pudiendo causar enfermedades e incluso la muerte.

Generalmente, las alteraciones más frecuentes son por deshidratación, normalmente debido a ingestas insuficientes (repetidamente encontradas en los estudios), pero que también pueden surgir o agravarse junto con las circunstancias que aumentan las pérdidas (clima cálido, ejercicio físicos, vómitos, etc.). Las poblaciones más vulnerables a la deshidratación son los niños y los ancianos que, por tanto, requerirán más vigilancia y medidas de prevención.

La deshidratación (y los demás desequilibrios de la hidratación) puede causar trastornos en las actividades de la persona (físicas o cognitivas) o en las funciones de cualquier sistema del organismo, como el sistema renal o el cardiovascular, o alterar el metabolismo (obesidad y diabetes).

Además de fomentar el consumo de agua, también existe la necesidad de realizar estudios bien diseñados (prospectivos, aleatorizados y de tamaños de muestra adecuados) para mejorar el conocimiento de los beneficios de una buena hidratación y los perjuicios de sus desequilibrios.

Finalmente, la implementación de normativas para garantizar la calidad y la salubridad del agua (ya se suministre como agua corriente a través del grifo o envasada) es la medida más efectiva para promover la salud global de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kenney RA. Aging changes in body conformation and composition. En: Kenney RA. Physiology of aging. Washington. Year Book Medical Publishers Inc.; 1989.
2. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(2):115-23. DOI: 10.1038/ejcn.2009.111
3. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010;68(8):439-58. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x
4. Chumlea WC, Schubert CM, Sun SS, Demerath E, Towne B, Siervogel RM. A review of body water status and the effects of age and body fatness in children and adults. *J Nutr Health Aging* 2007;11(2):111-8.
5. McKinley MJ, Cairns MJ, Denton DA, Egan G, Mathai ML, Uschakov A, et al. Physiological and pathophysiological influences on thirst. *Physiol Behav* 2004;81(5):795-803. DOI: 10.1016/j.physbeh.2004.04.055
6. Bouby N, Fernandes S. Mild dehydration, vasopressin and the kidney: animal and human studies. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(Suppl 2):S39-46. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601900
7. Institute of Medicine: Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. National Academies Press, Washington, DC; 2005.
8. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on dietary reference values for water. EFSA panel on dietetic products, nutrition, and allergies (NDA). *EFSA J* 2010;8(3):1459.
9. Sontrop JM, Dixon SN, Garg AX, Buendia-Jimenez I, Doheine O, Huang SH, Clark WF. Association between water intake, chronic kidney disease, and cardiovascular disease: a cross-sectional analysis of NHANES data. *Am J Nephrol* 2013;37(5):434-42. DOI: 10.1159/000350377
10. Ferreira-Pêgo C, Babio N, Fernández-Alvira JM, Iglesia I, Moreno LA, Salas-Salvadó J. Fluid intake from beverages in Spanish adults; cross-sectional study. *Nutr Hosp* 2014;29(5):1171-8. DOI: 10.3305/nh.2014.29.5.7421
11. Ferreira-Pêgo C, Guelinckx I, Moreno LA, Kavouras SA, Gandy J, Martinez H, et al. Total fluid intake and its determinants: cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur J Nutr* 2015;54(Suppl 2):35-43. DOI: 10.1007/s00394-015-0943-9
12. Nissensohn M, Sánchez-Villegas A, Galan P, Turrini A, Arnault N, Mistura L, et al. Beverage consumption habits among the European population: Association with total water and energy intakes. *Nutrients* 2017;9(4):E383. DOI: 10.3390/nu9040383
13. Martínez H, Morin C, Gandy J, Carmuega E, Arredondo JL, Pimentel C, et al. Fluid intake of Latin American adults: results of four 2016 LIQ.IN[®] national cross-sectional surveys. *Eur J Nutr* 2018;57(Suppl 3):65-75. DOI: 10.1007/s00394-018-1724-z
14. Fernández-Alvira JM, Iglesia I, Ferreira-Pêgo C, Babio N, Salas-Salvadó J, Moreno LA. Fluid intake in Spanish children and adolescents; a cross-sectional study. *Nutr Hosp* 2014;29(5):1163-70. DOI: 10.3305/nh.2014.29.5.7420
15. Gandy J, Martínez H, Carmuega E, Arredondo JL, Pimentel C, Moreno LA, et al. Fluid intake of Latin American children and adolescents: results of four 2016 LIQ.IN National Cross-Sectional Surveys. *Eur J Nutr* 2018;57(Suppl 3):53-63. DOI: 10.1007/s00394-018-1728-8
16. Suh H, Kavouras SA. Water intake and hydration state in children. *Eur J Nutr* 2019;58(2):475-96. DOI: 10.1007/s00394-018-1869-9
17. Braun H, von Andrian-Werburg J, Malisova O, Athanasatou A, Kapsokefalou M, Ortega JF, et al. Differing water intake and hydration status in three European countries: A day-to-day analysis. *Nutrients* 2019;11(4):E773. DOI: 10.3390/nu11040773
18. Aranceta-Bartrina J, Partearroyo T, López-Sobaler AM, Ortega RM, Varela-Moreiras G, Serra-Majem L, et al. Collaborative Group for the Dietary Guidelines for the Spanish Population (SENC). Updating the Food-Based Dietary Guidelines for the Spanish Population: The Spanish Society of Community Nutrition (SENC) Proposal. *Nutrients* 2019;11(11):E2675. DOI: 10.3390/nu11112675
19. US Department of Health and Human Services, US Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans 2015-2020 (eighth edition). December 2015. Disponible en: https://health.gov/dietaryguidelines/2015/resources/2015-2020_Dietary_Guidelines.pdf
20. Veilleux JC, Caldwell AR, Johnson EC, Kavouras S, McDermott BP, Ganio MS. Examining the links between hydration knowledge, attitudes and behavior. *Eur J Nutr* 2019. DOI: 10.1007/s00394-019-01958-x [En prensa]
21. Miguel-Berges ML, Santalucía-Pasías AM, Mouratidou T, De Miguel-Etayo P, Androutsos O, De Craemer M, et al. Group OBOTT. Combined longitudinal effect of physical activity and screen time on food and beverage consumption in European preschool children: The ToyBox-Study. *Nutrients* 2019;11(5):E1048. DOI: 10.3390/nu11051048
22. Pinket AS, De Craemer M, De Bourdeaudhuij I, Deforche B, Cardon G, Androutsos O, et al. Can parenting practices explain the differences in beverage intake according to socio-economic status: The Toybox-Study. *Nutrients* 2016;8(10):E591. DOI: 10.3390/nu8100591
23. Aranceta-Bartrina J, Pérez Rodríguez C, Dalmau Serra J, Gil Hernández A, Lama More R, Martín Mateos MA, et al. Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. [School meals: state of the art and recommendations]. *An Pediatr (Barc)* 2008;69(1):72-88. DOI: 10.1157/13124224
24. La alimentación de tus niños y niñas. Nutrición saludable de la infancia a la adolescencia. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; 2010.
25. Kenney EL, Gortmaker SL, Cohen JF, Rimm EB, Craddock AL. Limited school drinking water access for youth. *J Adolesc Health* 2016;59(1):24-9. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2016.03.010
26. Lukaski HC, Vega Diaz N, Talluri A, Nescolarde L. Classification of hydration in clinical conditions: indirect and direct approaches using bioimpedance. *Nutrients* 2019;11(4):E809. DOI: 10.3390/nu11040809
27. Cheuvront SN, Kenefick RW. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr Physiol* 2014;4(1):257-85. DOI: 10.1002/cphy.c130017
28. Hise ACDR, Gonzalez MC. Assessment of hydration status using bioelectrical impedance vector analysis in critical patients with acute kidney injury. *Clin Nutr* 2018;37(2):695-700. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.02.016

29. Edmonds CJ, Crosbie L, Fatima F, Hussain M, Jacob N, Gardner M. Dose-response effects of water supplementation on cognitive performance and mood in children and adults. *Appetite* 2017;108:464-70. DOI: 10.1016/j.appet.2016.11.011
30. Masento NA, Golightly M, Field DT, Butler LT, van Reekum CM. Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *Br J Nutr* 2014;111(10):1841-52. DOI: 10.1017/S0007114513004455
31. Ely BR, Sollaek KJ, Chevront SN, Lieberman HR, Kenefick RW. Hypohydration and acute thermal stress affect mood state but not cognition or dynamic postural balance. *Eur J Appl Physiol* 2013;113(4):1027-34. DOI: 10.1007/s00421-012-2506-6
32. Goodman SPJ, Moreland AT, Marino FE. The effect of active hypohydration on cognitive function: A systematic review and meta-analysis. *Physiol Behav* 2019;204:297-308. DOI: 10.1016/j.physbeh.2019.03.008
33. Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. *J Am Coll Nutr* 2007;26(Suppl 5):555S-61S. DOI: 10.1080/07315724.2007.10719658
34. Shirreffs SM, Merson SJ, Fraser SM, Archer DT. The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *Br J Nutr* 2004;91(6):951-8. DOI: 10.1079/BJN20041149
35. Young HA, Cousins A, Johnston S, Fletcher JM, Benton D. Autonomic adaptations mediate the effect of hydration on brain functioning and mood: Evidence from two randomized controlled trials. *Sci Rep* 2019;9(1):16412. DOI: 10.1038/s41598-019-52775-5
36. Bottin JH, Morin C, Guelinckx I, Perrier ET. Hydration in children: What do we know and why does it matter? *Ann Nutr Metab* 2019;74(Suppl 3):11-8. DOI: 10.1159/000500340
37. Edmonds CJ, Jeffes B. Does having a drink help you think? 6-7-Year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water. *Appetite* 2009;53(3):469-72. DOI: 10.1016/j.appet.2009.10.002
38. Benton D, Burgess N. The effect of the consumption of water on the memory and attention of children. *Appetite* 2009;53(1):143-6. DOI: 10.1016/j.appet.2009.05.006
39. 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. DOI: 10.1159/000381245
40. Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Paediatr* 2005;94(11):1667-73. DOI: 10.1080/08035250500254670
41. Fadda R, Rapinett G, Grathwohl D, Parisi M, Fanari R, Calò CM, et al. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. *Appetite* 2012;59(3):730-7. DOI: 10.1016/j.appet.2012.07.005
42. Khan NA, Westfall DR, Jones AR, Sinn MA, Bottin JH, Perrier ET, et al. A 4-d water intake intervention increases hydration and cognitive flexibility among preadolescent children. *J Nutr* 2019;149(12):2255-64. DOI: 10.1093/jn/nxz206
43. Pross N, Demazières A, Girard N, Barnouin R, Metzger D, Klein A, et al. Effects of changes in water intake on mood of high and low drinkers. *PLoS One* 2014;9(4):e94754. DOI: 10.1371/journal.pone.0094754
44. Watso JC, Farquhar WB. Hydration status and cardiovascular function. *Nutrients* 2019;11(8):E1866. DOI: 10.3390/nu11081866
45. McDermott BP, Anderson SA, Armstrong LE, Casa DJ, Chevront SN, Cooper L, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for the physically active. *J Athl Train* 2017;52(9):877-95. DOI: 10.4085/1062-6050-52.9.02
46. Hosokawa Y, Johnson EN, Jardine JF, Stearns RL, Casa DJ. Knowledge and belief toward heat safety and hydration strategies among runners: A preliminary evaluation. *J Athl Train* 2019;54(5):541-9. DOI: 10.4085/1062-6050-520-17
47. Sánchez-Valverde Visus F, Moráis López A, Ibáñez J, Dalmáu Serra J; Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Nutrition recommendations for children who practice sports. *An Pediatr (Barc)* 2014;81(2):125. e1-6. DOI: 10.1016/j.anpedi.2013.08.007
48. Council on Sports Medicine and Fitness and Council on School Health, Bergeron MF, Devore C, Rice SG; American Academy of Pediatrics. Policy statement—Climatic heat stress and exercising children and adolescents. *Pediatrics* 2011;128:e741-7. DOI: 10.1542/peds.2011-1664
49. Tiller NB, Roberts JD, Beasley L, Chapman S, Pinto JM, Smith L, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *J Int Soc Sports Nutr* 2019;16(1):50. DOI: 10.1186/s12970-019-0312-9
50. Deshayes TA, Jeker D, Goulet EDB. Impact of pre-exercise hypohydration on aerobic exercise performance, peak oxygen consumption and oxygen consumption at lactate threshold: A systematic review with meta-analysis. *Sports Med* 2020;50(3):581-96. DOI: 10.1007/s40279-019-01223-5
51. Perrier ET, Bottin JH, Vecchio M, Lemetals G. Criterion values for urine-specific gravity and urine color representing adequate water intake in healthy adults. *Eur J Clin Nutr* 2017;71(4):561-3. DOI: 10.1038/ejcn.2016.269
52. Griffith DP. Struvite stones. *Kidney Int* 1978;13(5):372-82. DOI: 10.1038/ki.1978.55
53. Daudon M. Epidemiology of nephrolithiasis in France. *Ann Urol (Paris)* 2005;39(6):209-31. DOI: 10.1016/j.anuro.2005.09.007
54. Curhan GC. Nephrolithiasis. En: Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jamenson JL, Loscalzo J. Harrison. Principios de Medicina Interna (19 edición). Madrid: Mc Graw Hill; 2016. p. 1866-77.
55. de La Guéronnière V, Le Bellego L, Jimenez IB, Doheine O, Tack I, Daudon M. Increasing water intake by 2 liters reduces crystallization risk indexes in healthy subjects. *Arch Ital Urol Androl* 2011;83(1):43-50.
56. Bao Y, Tu X, Wei Q. Water for preventing urinary stones. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;2:CD004292. DOI: 10.1002/14651858.CD004292.pub4
57. Siener R. Can the manipulation of urinary pH by beverages assist with the prevention of stone recurrence? *Urolithiasis* 2016;44(1):51-6. DOI: 10.1007/s00240-015-0844-7
58. Ferraro PM, Taylor EN, Gambaro G, Curhan GC. Dietary and lifestyle risk factors associated with incident kidney stones in men and women. *J Urol* 2017;198(4):858-63. DOI: 10.1016/j.juro.2017.03.124
59. Marken Lichtenbelt WD, Fogelholm M. Increased extracellular water compartment, relative to intracellular water compartment, after weight reduction. *J Appl Physiol* (1985) 1999;87(1):294-8. DOI: 10.1152/jappl.1999.87.1.294
60. Chang T, Ravi N, Plegue MA, Sonnevile KR, Davis MM. Inadequate hydration, BMI, and obesity among US adults: NHANES 2009-2012. *Ann Fam Med* 2016;14(4):320-4. DOI: 10.1370/afm.1951
61. Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 2010;68(9):505-21. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2010.00311.x
62. McKay NJ, Belous IV, Temple JL. Increasing water intake influences hunger and food preference, but does not reliably suppress energy intake in adults. *Physiol Behav* 2018;194:15-22. DOI: 10.1016/j.physbeh.2018.04.024
63. Pan XB, Wang HJ, Zhang B, Liu YL, Qi SF, Tian QB. Plain water intake and association with the risk of overweight in the Chinese adult population: China Health and Nutrition Survey 2006-2011. *J Epidemiol* 2020;30(3):128-35. DOI: 10.2188/jea.JE20180223
64. Walton J, O'Connor L, Flynn A. Cross-sectional association of dietary water intakes and sources, and adiposity: National Adult Nutrition Survey, the Republic of Ireland. *Eur J Nutr* 2019;58(3):1193-201. DOI: 10.1007/s00394-018-1635-z
65. Hernández-Cordero S, Popkin BM. Impact of a water intervention on sugar-sweetened beverage intake substitution by water: A clinical trial in overweight and obese Mexican women. *Ann Nutr Metab* 2015;66(Suppl 3):22-5. DOI: 10.1159/000381242
66. 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. DOI: 10.20960/nh.312
67. Muckelbauer R, Libuda L, Clausen K, Toschke AM, Reinehr T, Kersting M. Promotion and provision of drinking water in schools for overweight prevention: randomized, controlled cluster trial. *Pediatrics* 2009;123(4):e661-7. DOI: 10.1542/peds.2008-2186
68. Nishikawa T, Miyamatsu N, Higashiyama A, Hojo M, Nishida Y, Fukuda S, et al. Daily habit of water intake in patients with cerebral infarction before its onset; comparison with a healthy population: A cross-sectional study. *Cerebrovasc Dis* 2019;47(3-4):143-50. DOI: 10.1159/000500075
69. Jang S, Cheon C, Jang BH, Park S, Oh SM, Shin YC, et al. Relationship between water intake and metabolic/heart diseases: Based on Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Osong Public Health Res Perspect* 2016;7(5):289-95. DOI: 10.1016/j.phrp.2016.08.007
70. Carroll HA, Davis MG, Papadaki A. Higher plain water intake is associated with lower type 2 diabetes risk: a cross-sectional study in humans. *Nutr Res* 2015;35(10):865-72. DOI: 10.1016/j.nutres.2015.06.015
71. Carroll HA, Betts JA, Johnson L. An investigation into the relationship between plain water intake and glycated Hb (HbA1c): a sex-stratified, cross-sectional analysis of the UK National Diet and Nutrition Survey (2008-2012). *Br J Nutr* 2016;116(10):1770-80. DOI: 10.1017/S0007114516003688

72. Roussel R, Fezeu L, Bouby N, Balkau B, Lantieri O, Alhenc-Gelas F, et al; D.E.S.I.R. Study Group. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care* 2011;34(12):2551-4. DOI: 10.2337/dc11-0652
73. Duffey KJ, Poti J. Modeling the effect of replacing sugar-sweetened beverage consumption with water on energy intake, HbI score, and obesity prevalence. *Nutrients* 2016;8(7):E395. DOI: 10.3390/nu8070395
74. Pan A, Malik VS, Schulze MB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Plain-water intake and risk of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2012;95(6):1454-60. DOI: 10.3945/ajcn.111.032698
75. Burge MR, Garcia N, Qualls CR, Schade DS. Differential effects of fasting and dehydration in the pathogenesis of diabetic ketoacidosis. *Metabolism* 2001 Feb;50(2):171-7. DOI: 10.1053/meta.2001.20194
76. Mavani GP, DeVita MV, Michelis MF. A review of the nonpressor and nonantidiuretic actions of the hormone vasopressin. *Front Med (Lausanne)* 2015;2:19. DOI: 10.3389/fmed.2015.00019
77. Lemetals G, Melander O, Vecchio M, Bottin JH, Enhörning S, Perrier ET. Effect of increased water intake on plasma copeptin in healthy adults. *Eur J Nutr* 2018;57(5):1883-90. DOI: 10.1007/s00394-017-1471-6
78. Friedman B, Jiang HJ, Russo CA. Medicare hospital stays: comparisons between the fee-for-service plan and alternative plans, 2006. Statistical Brief #66. En: *Health Cost and Utilization Project: HCUP Statistical Briefs*. Rockville, MD (Estados Unidos): Agency for Healthcare Research and Quality; 2009.
79. Vivanti A, Harvey K, Ash S, Battistutta D. Clinical assessment of dehydration in older people admitted to hospital: what are the strongest indicators? *Arch Gerontol Geriatr* 2008;47(3):340-55. DOI: 10.1016/j.archger.2007.08.016
80. Botigüé T, Masot O, Miranda J, Nuin C, Viladrosa M, Lavedán A, et al. prevalence and risk factors associated with low fluid intake in institutionalized older residents. *J Am Med Dir Assoc* 2019;20(3):317-22. DOI: 10.1016/j.jamda.2018.08.011
81. Begg DP. Disturbances of thirst and fluid balance associated with aging. *Physiol Behav* 2017;178:28-34. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.03.003
82. Morley JE. Dehydration, hypernatremia, and hyponatremia. *Clin Geriatr Med* 2015;31(3):389-99. DOI: 10.1016/j.cger.2015.04.007
83. González Guerrero JL, Alonso Fernández T, Mohedano Molano J. El anciano con deshidratación. En: Abizanda Soler P, Rodríguez Mañas L, editores. *Tratado de Medicina Geriátrica. Fundamentos de la atención sanitaria a los mayores*. Barcelona (España): Elsevier; 2015. p. 461-7.
84. Magny E, Le Petitcorps H, Pociumban M, Bouksani-Kacher Z, Pautas É, Belmin J, et al. Predisposing and precipitating factors for delirium in community-dwelling older adults admitted to hospital with this condition: A prospective case series. *PLoS One* 2018;13(2):e0193034. DOI: 10.1371/journal.pone.0193034
85. Hooper L, Abdelhamid A, Ali A, Bunn DK, Jennings A, John WG, et al. Diagnostic accuracy of calculated serum osmolality to predict dehydration in older people: adding value to pathology laboratory reports. *BMJ Open* 2015;5(10):e008846. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-008846
86. Maraver F, Michán A. [Is tap water the same as mineral water? No, certainly, it is not]. *Med Clin (Barc)* 2010;134(1):40-2. DOI: 10.1016/j.med-clip.2009.01.011



Nota Clínica

Anemia moderada refractaria al hierro oral en una gestante con antecedente de cirugía bariátrica

Moderate anaemia refractory to oral iron in a pregnant woman with a history of bariatric surgery

María Eugenia López Valverde¹, Carlos Jericó Alba² y José Antonio García Erce³

¹Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Juan Ramón Jiménez. Huelva. ²Servicio de Medicina Interna. Hospital Sant Joan Despí-Moisès Broggi. Consorci Sanitari Integral. Sant Joan Despí, Barcelona. ³Banco de Sangre y Tejidos de Navarra. Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea. Pamplona

Resumen

Introducción: la cirugía bariátrica (CB) implica déficits nutricionales y de oligoelementos que pueden tener una repercusión negativa en caso de no tratarse adecuadamente, especialmente en situaciones como la gestación.

Caso clínico: paciente sometida a CB del tipo de la derivación biliopancreática, sin adherencia terapéutica posterior, que acude por edemas, confirmándose la presencia de una gestación de 29 semanas (feto CIR de tipo I) y de anemia moderada. Se reinició la suplementación de vitaminas, oligoelementos, nutrición enteral y hierro intravenoso (FEIV). Debido a la escasa respuesta de la hemoglobina con depósitos de hierro repletados, se asoció eritropoyetina humana recombinante (rHuEPO).

Discusión: los déficits nutricionales más frecuentes tras una CB malabsortiva son la ferropenia y la hipoproteinemias. La ferropenia y la anemia incrementan el riesgo del parto pretérmino, el bajo peso y la mortalidad perinatal. En las pacientes sin adecuada respuesta al FEIV puede plantearse el tratamiento con rHuEPO, aunque su uso en gestantes sin insuficiencia renal crónica no dispone de indicación en la ficha técnica.

Palabras clave:

Cirugía bariátrica.
Gestación. Anemia.
Hierro intravenoso.
Carboximaltosa
férica. Eritropoyetina.

Abstract

Introduction: bariatric surgery involves nutritional and trace element deficiencies that may have a negative impact if not treated properly, especially in situations such as pregnancy.

Case report: a patient who underwent biliopancreatic diversion surgery without subsequent therapeutic adherence consults due to edema; findings included 29-week gestation (type 1 intrauterine growth restriction) and moderate anemia. Vitamin supplementation, oligoelements, enteral nutrition, and intravenous iron were restarted. Due to poor hemoglobin response with repleted iron deposits, recombinant human erythropoietin was associated.

Discussion: the most frequent nutritional deficiencies after malabsorptive bariatric surgery are sideropenia and hypoproteinemia. Sideropenia and anemia increase the risk of preterm delivery, low weight, and perinatal mortality. In patients with inadequate response to intravenous iron, treatment with recombinant human erythropoietin may be considered, although its use in pregnant women without chronic renal failure has no indication in the prescribing information of this drug.

Keywords:

Bariatric surgery.
Pregnancy. Anemia.
Intravenous
iron. Ferric
carboxymaltose.
Erythropoietin.

Recibido: 27/11/2019 • Aceptado: 15/02/2020

Para el desarrollo de este caso clínico no se ha recibido ningún tipo de financiación; el caso no se ha publicado previamente en ninguna otra revista científica.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

López Valverde ME, Jericó Alba C, García Erce JA. Anemia moderada refractaria al hierro oral en una gestante con antecedente de cirugía bariátrica. Nutr Hosp 2020;37(5):1087-1090

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02961>

Correspondencia:

María Eugenia López Valverde. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Juan Ramón Jiménez. Ronda Norte, s/n. 21005 Huelva
e-mail: eukane_lpz@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La mejora de las técnicas de la cirugía bariátrica (CB) y sus resultados a largo plazo han aumentado el número de pacientes intervenidos, entre ellos mujeres en edad fértil. Cualquier cirugía restrictiva y/o malabsortiva implica déficits nutricionales y de oligoelementos que pueden tener una repercusión negativa en caso de no tratarse adecuadamente, especialmente en situaciones como la gestación. Existen múltiples evidencias de los efectos negativos de dichos déficits sobre el feto, como son el parto pretérmino o los déficits neurocognitivos irreversibles por falta de vitamina B₁₂. Por todo ello, la gestación en la mujer intervenida de CB debe considerarse como embarazo de riesgo y recibir un manejo multidisciplinario (1).

Presentamos un caso de anemia moderada en una gestante con antecedente de CB mediante derivación biliopancreática (DBP), con posterior desnutrición calórico-proteica, déficits vitamínicos y anemia ferropénica refractaria al tratamiento con hierro oral.

CASO CLÍNICO

Paciente dominicana intervenida de DBP a la edad de 18 años por obesidad mórbida (IMC: 56 kg/m²). Siguiendo las recomendaciones de la CB malabsortiva, al alta se le pautó nutrición oral enteral hipercalórica (2 kcal/ml) e hiperproteica (20 % del valor calórico total) a razón de 125 ml/12 horas, pancreatina, retinol palmitato, hidroxycobalamina, piridoxina, tiamina, sulfato ferroso y un complejo multivitamínico (2). La paciente discontinuó el tratamiento y el seguimiento médico, acudiendo 5 años después a otro centro hospitalario por presentar edemas y anemia ferropénica refractaria al hierro oral. La paciente había perdido más del 50 % de su peso corporal tras la CB (IMC: 30,2 kg/m²) y presentaba hipoalbuminemia y déficits vitamínicos; por ello se inició la suplementación con cobre 2 mg y zinc 15 mg por vía oral/12 horas, y se incrementó la dosis de colecalfiferol a 200.000 unidades/15 días por vía intramuscular (im), la de retinol a 50.000 unidades/8 horas por vía oral y la de sulfato ferroso a 80 mg/8 horas por vía oral. Así mismo, se modificó la suplementación nutricional, cambiándola por un módulo con mayor contenido proteico (24,27 % del valor calórico total y 1,5 kcal/ml), y se añadieron 2 módulos de proteína al día (8,7 g de proteína/10 g), aumentado el peso hasta alcanzar un valor de IMC de 31,2 kg/m². Debido a la anemia ferropénica, se administró una primera dosis de hierro intravenoso (FEIV con 1000 mg de carboximaltosa férrica). Se estimó el déficit de hierro mediante la fórmula [(14 - Hb basal) x 2,4 x peso(kg)]², tomada de la clásica de Ganzoni.

La paciente abandonó de nuevo el seguimiento y regresó 7 meses después por edemas generalizados, confirmandose una gestación única de 29 semanas, desconocida hasta ese momento para la paciente. La ecografía mostró un feto con crecimiento intrauterino restrictivo (CIR) de tipo I. A la exploración se objetivaron un IMC de 31,5 kg/m² y edemas generalizados. Tras la analítica se ajustó el tratamiento como sigue: retinol palmitato

50.000 unidades, 4 comprimidos/día; zinc, 15 mg/día; cobre, 6 mg/día; 1500 mg/400 unidades de carbonato cálcico; colecalfiferol/12 horas por vía oral, calcifediol 3 mg (180.000 UI)/mes por vía i.m. y colecalfiferol/15 días i.m.; nutrición enteral oral hiperproteica (24,27 % del valor calórico total) e hipercalórica (1,5 kcal/ml) con una posología de 220 ml/12 horas, y magnesio 200 mg/8 horas por vía oral. Se inició además tratamiento con ácido fólico, vitamina B₁₂ y yoduro potásico a dosis de 200/400/2 mcg, respectivamente. También se precisó una nueva dosis de 1000 mg de carboximaltosa férrica intravenosa.

A las 3 semanas, por escasa respuesta de la hemoglobina (Hb) con depósitos de hierro repletados, se asoció eritropoyetina humana recombinante (rHuEPO) mediante darbepoietina, 0,45 µg/kg por semana. Dos semanas después, por empeoramiento de los edemas, se decidió el ingreso hospitalario para optimizar el tratamiento. Por falta de respuesta de la Hb, se incrementó la darbepoietina hasta 0,75 µg/kg por semana, asociando 2 dosis de 500 mg de carboximaltosa férrica intravenosa: una al ingreso y la otra previa al parto.

A las 36 semanas se indujo el parto por cesárea debido al CIR de tipo I. El recién nacido presentó bajo peso (1900 mg), pero el APGAR fue adecuado. La paciente no precisó soporte transfusional periparto y se objetivó una completa recuperación de la Hb en pocas semanas. En la figura 1 se recogen la evolución de la Hb y los tratamientos secuenciales administrados. En la tabla I se muestra la evolución de las proteínas plasmáticas, la vitamina D y los oligoelementos.

DISCUSIÓN

La CB de tipo DBP conduce a una mayor pérdida ponderal pero incrementa el riesgo de desnutrición, por lo que actualmente no es la técnica quirúrgica de elección. Los déficits nutricionales más frecuentes tras una CB malabsortiva son la ferropenia y la hipoproteínemia, así como la carencia de ácido fólico, calcio, vitamina B₁₂ y D, recomendándose su suplementación después de la intervención (2). Durante el embarazo, estos requerimientos suelen incrementarse, por lo que algunos autores recomiendan 50-100 g de hierro elemento, 60 g de proteínas/día, 400 µg de folato y 1000-1500 mg de calcio/día (3). Para la suplementación de ácido fólico y yoduro potásico suelen emplearse las dosis habituales para la población general, excepto en caso de un IMC > 30 kg/m², donde se recomiendan 5 mg/día de ácido fólico.

Para tratar el déficit de vitamina B₁₂, en caso de que no sea efectivo 1 mg diario por vía oral, se empleará la administración intramuscular o subcutánea: de 1000 µg/mes a 1000-3000/6-12 meses. Los suplementos de zinc, cobre, calcio y vitamina D son vitales en la mayoría de casos. Con respecto a la ingesta proteica se recomiendan entre 1,5 y 2,1 g/kg de peso ideal (4).

Las modificaciones de la ingesta, la disminución de las proteasas y la acidez gástricas, y la reducción de la superficie absorbente intestinal tras la CB malabsortiva son algunos de los factores que predisponen al desarrollo de la ferropenia y la anemia ferropénica secundaria, con una prevalencia estimada del 30-50 %

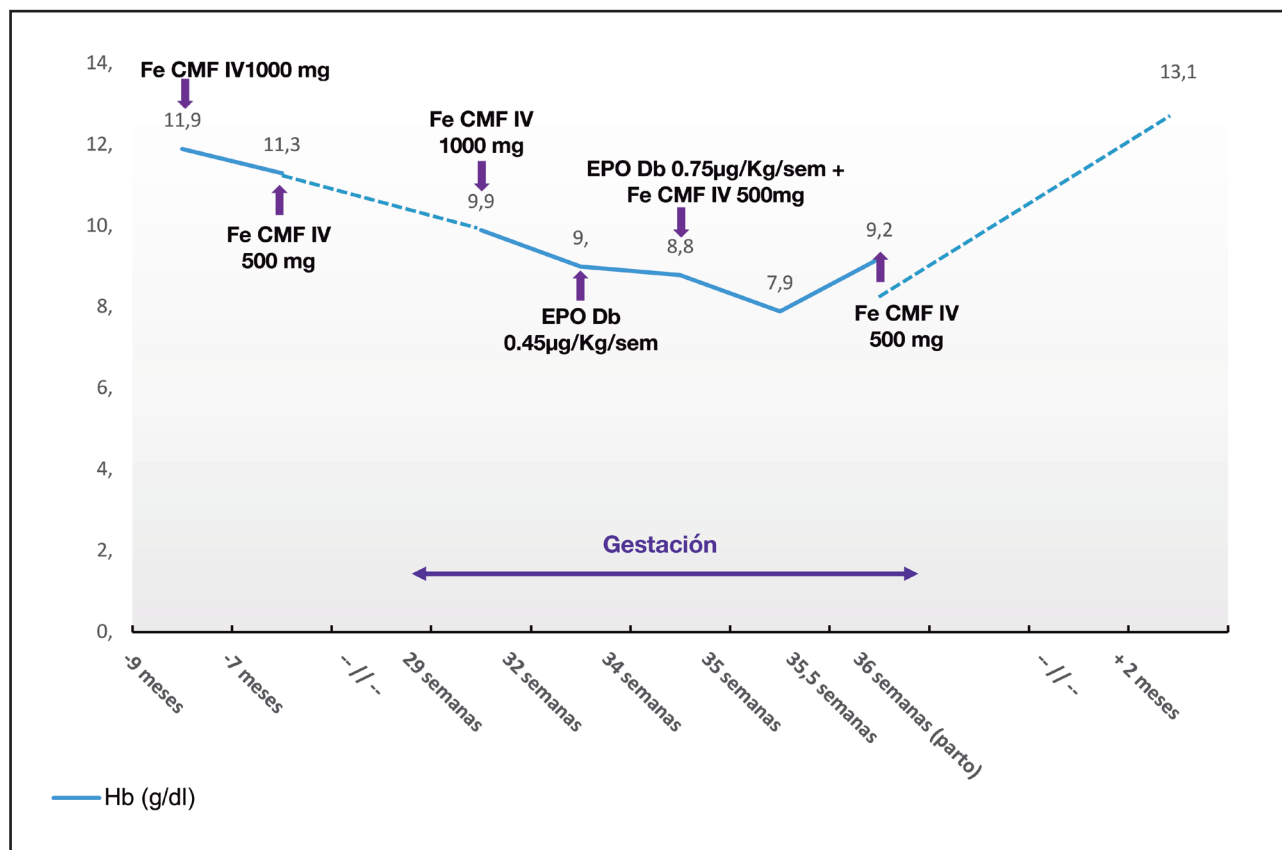


Figura 1.

Evolución de los niveles de hemoglobina y del tratamiento administrado con carboximaltosa férrica intravenosa y darbepoietina subcutánea durante el seguimiento de la paciente (Hb: hemoglobina; Fe CXM EV: carboximaltosa férrica intravenosa; EPO Db: darbepoietina; Sem: semana).

Tabla I. Evolución analítica de proteínas, albúmina, oligoelementos y vitaminas

	Primera consulta	Gestación de 29 semanas	Ingreso en semana 34 de gestación	Ingreso en semana 34 + 4 de gestación	Ingreso en semana 35 + 3 de gestación	Seis semanas posparto
Proteínas totales	6,3	5	5,2	4,5	4,9	5,6
Albúmina	3,58	2,03	2,22	1,87	2,52	2,58
Prealbúmina	13,3	7,15	16,7	-	18,2	18,9
Cobre	50	76	76	-	-	37
Zinc	63	46	43	-	-	40
Vitamina D (25 OH)	23,5	70	-	-	-	-

Valores normales de proteínas totales: 6,4-8,7 g/dL. Valores normales de albúmina: 3,5-5,2 g/dL. Valores normales de prealbúmina: 18-38 mg/dL. Valores normales de cobre: 85-155 microg/dl. Valores normales de zinc: 70-140 microg/dL. Valores normales de vitamina D: 20-60 ng/mL.

y 20-30 %, respectivamente (5). La prevalencia se incrementa a medida que transcurre el tiempo tras la CB, es más frecuente en las mujeres en edad fértil por las pérdidas menstruales y con frecuencia se detecta en pacientes intervenidos de CB varios años atrás con pérdida de seguimiento (6).

La anemia, incluso en grado leve, se asocia con incremento de la morbilidad. En la gestación, tanto la ferropenia como la anemia conllevan un mayor riesgo de parto pretérmino, bajo peso y mortalidad perinatal (7). Aunque el déficit de hierro suele ser la principal causa de anemia en las gestantes con CB, la

patogenia es multifactorial y pueden coexistir el déficit de ácido fólico y/o vitamina B₁₂, la infección crónica por *Helicobacter pylori*, hemoglobinopatías subyacentes (5) y un estado proinflamatorio que conlleva una restricción del hierro funcional necesario para la eritropoyesis (8). Todas estas posibilidades se valoraron en la paciente presentada.

Durante el embarazo se recomienda evaluar la Hb al confirmarse la gestación y a las 28 semanas, así como en cualquier momento del mismo si existen síntomas de anemia (9). La suplementación con hierro oral es el tratamiento estándar para la anemia ferropénica del embarazo, aunque en caso de anemia grave (Hb < 8 g/dL), de detección de la anemia después de la semana 34 o de falta de respuesta al tratamiento con hierro oral se recomienda el uso de FEIV (9). Mediante preparados como la carboximaltosa férrica intravenosa se posibilita la reposición rápida (hasta 1000 mg por sesión) y segura del déficit de hierro, con eficacia demostrada en la CB malabsortiva (5-6). En los pacientes sin adecuada respuesta al FEIV puede plantearse el tratamiento con rHuEPO, aunque su uso en gestantes sin insuficiencia renal crónica no dispone de indicación en la ficha técnica (9).

En las pacientes con anemia grave no respondedoras puede considerarse la asociación de eritropoyetina. Aunque su indicación en la ficha técnica es para la gestación y la insuficiencia renal crónica, el empleo de eritropoyetina junto con el FEIV incrementa la hemoglobina y permite una mayor tasa de corrección de la anemia.

En las guías de práctica clínica para el manejo de la CB se incide en la detección y el tratamiento prequirúrgico de la anemia y los déficits de oligoelementos como el hierro (10). La presencia de anemia o déficit de hierro antes de la CB se asocia a una mayor aparición de anemia en el postoperatorio a medio y a largo plazo, especialmente tras las técnicas de CB malabsortiva (5-6). Este déficit se incrementa en caso de mayores pérdidas de hierro, como las pérdidas ginecológicas en las mujeres en edad fértil, o por el incremento de las necesidades de hierro, como sucede en la gestación, situaciones ante las que se recomienda incrementar

la suplementación de hierro, generalmente mediante administración por vía intravenosa (2,5-6,8). Aunque no se dispone de guías estandarizadas para el manejo del embarazo después de una CB, estas gestaciones deben considerarse como de riesgo y ser tratadas por equipos multidisciplinares (7).

BIBLIOGRAFÍA

1. Hezelgrave NL, Oteng-Ntim E. Pregnancy after Bariatric Surgery: A Review. *J Obes* 2011;2011:501939. DOI: 10.1155/2011/501939
2. Mechanick JL, Youdim A, Jones DB, Garvey WT, Hurley DL, McMahon MM, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient—2013 update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Endocr Pract* 2013;19:337-72. DOI: 10.4158/EP12437.GL
3. Padwal R, Klarenbach S, Wiebe N, Birch D, Karmali S, Manns B, et al. Bariatric surgery: a systematic review and network meta-analysis of randomized trials. *Obes Rev* 2011;12(8):602-21. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00866.x
4. Patel JA, Patel NA, Thomas RL, Nelms JK, Colella JJ. Pregnancy outcomes after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis* 2008;4(1):39-45. DOI: 10.1016/j.soard.2007.10.008
5. Muñoz M, Botella-Romero F, Gómez-Ramírez S, Campos A, García-Erce JA. Iron deficiency and anaemia in bariatric surgical patients: causes, diagnosis and proper management. *Nutr Hosp* 2009;24(6):640-54.
6. Jericó C, Bretón I, García Ruiz de Gordejuela A, de Oliveira AC, Rubio MA, Tinahones FJ, et al. Diagnóstico y tratamiento del déficit de hierro, con o sin anemia, pre y poscirugía bariátrica. *Endocrinología y Nutrición* 2016;63:32-42. DOI: 10.1016/j.endonu.2015.09.003
7. González I, Rubio MA, Córdido F, Bretón I, Morales MJ, Vilarrasa N, et al. Maternal and Perinatal Outcomes After Bariatric Surgery: a Spanish Multicenter Study. *Obes Surg* 2015;25:436-42. DOI: 10.1007/s11695-014-1387-7
8. Jericó Alba C, Abad-Motos A, Ripollés-Melchor J, García-Erce JA. Evaluation and treatment of iron deficiency, with or without anemia, in enhanced recovery after bariatric surgery. *Cir Esp* 2020;98(1):58-9. DOI: 10.1016/j.ciresp.2019.08.002
9. Muñoz M, Peña-Rosas JP, Robinson S, Milman N, Holzgreve W, Breyman C, et al. Patient blood management in obstetrics: management of anaemia and haematologic deficiencies in pregnancy and in the post-partum period: NATA consensus statement. *Transfus Med* 2018;28(1):22-39. DOI: 10.1111/tme.12443
10. Martín-García-Almenta E, Ruiz-Tovar J, Sánchez Santos S. Vía clínica en cirugía bariátrica. Albacete: Im3diA comunicación S.L.; 2017.



In memoriam

Eduard Jaurrieta Mas (1948-2020)

Jesús M. Culebras¹ y Abelardo García de Lorenzo²

¹De la Real Academia de Medicina de Valladolid. Académico de Honor de la Academia Española de Nutrición y Dietética. Académico Asociado al Instituto de España. Académico Profesor Titular de Cirugía. Director Emérito de Nutrición Hospitalaria. ²Académico de Honor de la Academia Española de Nutrición y Dietética. Catedrático de Medicina Intensiva - UAM. Jefe de Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario La Paz-Carlos III-Cantoblanco/IdiPAZ

El pasado día 4 de marzo falleció Eduard Jaurrieta Mas, con quien nos unía una amistad desde hace más de cuarenta años.

Jaurrieta fue uno de los miembros fundadores de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE) y asistió a la reunión fundacional del año 1978 en Madrid.

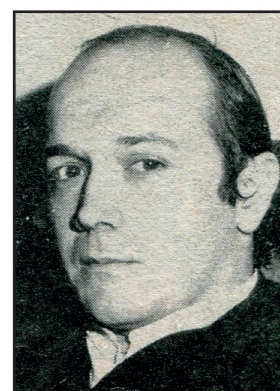
Participó activamente en la Primera Reunión Nacional de SENPE en Bilbao y organizó la Segunda Reunión de SENPE en Barcelona en 1980 (Fig. 1). En 1984, durante el Primer Congreso de SENPE, en Madrid, contó que acababa de realizar, junto con Carles Margarit, un trasplante de hígado, el primero que se realizaba en España. Jaurrieta y Margarit eran dos jóvenes médicos adjuntos de Cirugía en el Hospital Príncipes de España de Bellvitge pero de servicios distintos. Se organizó tal revuelo con el trasplante que aunque clínicamente fue un éxito al cabo de dos meses los dos cirujanos habían salido del hospital. Andando el tiempo las cosas volvieron a su cauce. Margarit se incorporó al Hospital Vall d'Hebron pero lamentablemente falleció poco después en un accidente de esquí. Jaurrieta accedió a la plaza de jefe del Servicio de Cirugía

General y Digestiva del Hospital de Bellvitge. Posteriormente fue director médico del mismo hospital y director de asuntos profesionales del Instituto Catalán de la Salud.

Fue también profesor asociado, profesor titular y catedrático de la Universidad de Barcelona.

Ha sido autor o coautor de más de 230 publicaciones científicas y presidente de la Asociación Española de Cirujanos, entre otras organizaciones.

Más allá de sus hitos en las salas de operaciones, Jaurrieta ejerció, con una personalidad apasionada y a veces irreverente, un liderazgo transformador de la cirugía en Bellvitge y en toda Cataluña. Fiel a sus convicciones, dedicó su carrera en exclusiva



Eduard Jaurrieta (1984).



Figura 1.

De izquierda a derecha, Héctor Ortiz, Marcelo Francos, Jesús Culebras y Eduard Jaurrieta, todos cirujanos, en la primera Reunión Nacional de SENPE, Bilbao, mayo 1979.



Figura 2.

De izquierda a derecha Eduardo Jaurrieta, Francis Moore, Antonio Sitges Creus, Yvon Carpentier y Jesús Culebras en la mesa presidencial de la Segunda Reunión de SENPE, Barcelona 1980.

a la sanidad pública e hizo una constante defensa de un sistema público más transparente y justo. En febrero de 2018, coincidiendo con su jubilación, el Hospital Universitario de Bellvitge y el Instituto Catalán de la Salud le rindieron un emotivo homenaje al que asistieron, entre otros, el expresidente José Montilla, las exconsejeras Marina Geli y Caterina Mieras, y participó activa-

mente Rafael Matesanz, creador de la Organización Nacional de Trasplantes.

Durante los últimos años tuvo importantes problemas de salud lo que no le impedía seguir en sus actividades habituales.

A sus hijas, Luisi, Sara y Nuria, y a sus siete nietos les transmitimos nuestras más sentidas condolencias.