

Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

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

Editoriales

La desnutrición hospitalaria: un viejo problema sin resolver 513

Trabajos Originales

Nutrición artificial

Estudio comparativo de la eficacia y seguridad de una nutrición parenteral formulada con dos lípidos distintos: SMOFlipid® frente a Clinoleic®. Estudio preliminar 515

Paciente crítico

Critical energy deficit and mortality in critically ill patients 522

Timing versus caloric goal in nutritional therapy for critically ill patients 528

Pediatría

Association of body composition indices with insulin resistance in European adolescents: the HELENA study 533

Nutritional approach of inpatients with anorexia nervosa 540

Composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de bajo peso al nacer, residentes en el estado de Querétaro, México 544

Evolución del riesgo cardiometabólico en pacientes supervivientes de leucemia aguda infantil 549

Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL 556

Nutrición en el anciano

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 ... 565

Food consumption and risk of malnutrition in community-dwelling very old Spanish adults (≥ 80 years) 572

Obesidad y síndrome metabólico

Nutrients can modulate the adiponectin concentrations in apparently healthy young adults 580

Vaspin association with insulin resistance is related to physical activity and body fat in Brazilian adolescents - A cross-sectional study 588

Validez y fiabilidad del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad 595

Association of the TNF-alpha -308 G/A polymorphisms with metabolic responses secondary to a high protein/low carbohydrate versus a standard hypocaloric diet 602

Threshold values of sagittal abdominal diameter for the detection of cardio-metabolic risk factors in Northeastern Mexico: a cross-sectional study 609

Variaciones en el estado nutricional y su reflejo en la composición corporal en mujeres chilenas con síndrome metabólico 616

Valoración nutricional

Body composition changes assessed by bioelectrical impedance and their associations with functional class deterioration in stable heart failure patients 623

Características cineantropométricas de los jugadores de béisbol de élite 629

Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes 637

Epidemiología y dietética

Estudio de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en trabajadores 644

Asociación entre autopercepción de imagen corporal y patrones alimentarios en estudiantes de Nutrición y Dietética 649

Nutritional assessment of hospitalized patients in Latin America: association with prognostic variables. The ENHOLA study 655

Dietary patterns are associated with calcium and vitamin D intake in an adult Mexican population 663

Menús ofertados en centros de educación infantil de Sevilla: adecuación a criterios nutricionales y a las recomendaciones dietéticas 671

Factors associated with dietary supplementation among Brazilian athletes 678

Otros

Efecto de esteroides vegetales en la reducción del colesterol plasmático: ensayo clínico, controlado, aleatorizado, cruzado y doble ciego 685

GT1M, GT3X and ActiTrainer counts comparison during standardized activities in young, adults and older adults 692

Characteristic and protection of rare and endangered *Taxus chinensis* var. *mairai* in the Taihang Mountains 698

Fish consumption and risk of breast cancer: meta-analysis of 27 observational studies .. 703

Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio en escolares 713

Revisiones

Efectos del entrenamiento contra resistencias o resistance training en diversas patologías 719

Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones 734

Abordaje de la disfagia en enfermos de alzhéimer 739

Artículo Especial

Sumario de recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson 749

Cartas al Editor

Dance participation and academic performance in youth girls 761

Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

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

© Copyright 2016. 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

Esta publicación se encuentra incluida en EMBASE (Excerpta Medica), MEDLINE (Index Medicus), Chemical Abstracts, Cinahl, Cochrane plus, Ebsco, Índice Médico Español, preIBCS, IBCS, MEDES, SENIOR, Scielo, Science Citation Index Expanded (Sci-Search), Cancerlit, Toxline, Aidsline y Health Planning Administration

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

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 - Tel. 91 745 17 27 - Fax: 91 561 57 87 - 28006 MADRID
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.

28006 MADRID - Castelló, 128, 1.º - Telf.: 91 782 00 35 - Fax: 91 561 57 87
e-mail: nutricion@grupoaran.com
www.grupoaran.com



www.nutricionhospitalaria.org

Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral ■ 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
Hospital 12 de Octubre de Madrid
director@nutricionhospitalaria.org

Subdirector

Gabriel Oliveira Fuster
UGC de Endocrinología y Nutrición. Hospital Regional Universitario de Málaga
subdirector@nutricionhospitalaria.org

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

Coordinadores del Comité de Redacción

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

Alicia Calleja Fernández
Complejo Asis. Univ. de León (León)

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

Ignacio Jáuregui Lobera
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)

Rosa Angélica Lama Moré
Centro Médico D-medical (Madrid)

Luis Miguel Luengo Pérez
H. U. Infanta Cristina (Badajoz)

Daniel de Luis Román
H. U. de Valladolid (Valladolid)

Miguel A. Martínez Olmos
C. H. U. de Santiago (Santiago de Compostela)

Consuelo Pedrón Giner
H. I. U. Niño Jesús (Madrid)

María Dolores Ruiz López
Universidad de Granada (Granada)

Francisco J. Sánchez-Muniz
Universidad Complutense (Madrid)

Alfonso Vidal Casariego
Complejo Universitario de León (León)

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

Comité de Redacción

Responsable de Casos Clínicos
Pilar Riobo
Fundación Jiménez Díaz (Madrid)

Responsable para Latinoamérica
Dan L. Waitzberg
Univ. de São Paulo (Brasil)

Asesor estadístico y epidemiológico
Gonzalo Martín Peña
Hospital de la Princesa (Madrid)

Asesor para artículos básicos
Ángel Gil Hernández
Universidad de Granada (Granada)

Coordinadora de Alimentos funcionales
M. González-Gross
Univ. Politécnica de Madrid (Madrid)

Coordinador con Felanpe
Luis Alberto Nin
Universidad de Montevideo (Uruguay)

J. Álvarez Hernández (H. U. de Alcalá. Madrid)
M. D. Ballesteros (Complejo Asis. Univ. de León. León)
T. Bermejo Vicedo (H. Ramón y Cajal. Madrid)
P. Bolaños Ríos (Inst. de Ciencias de la Conducta. Sevilla)
M. Cainzos Fernández (Univ. de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela)
M. A. Carbajo Caballero (H. Campo Grande. Valladolid)
S. Celaya Pérez (H. C. U. Lozano Blesa. Zaragoza)
A. I. Cos Blanco (H. U. La Paz. Madrid)
C. Cuerda Compés (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)
D. De Luis (H. Universitario de Valladolid. Valladolid)
A. Franco-López (H. U. Sant Joan d'Alacant. Alicante)
R. García García (H. San Agustín. Avilés. Asturias)
V. García Mediavilla (IBIOMED, Universidad de León. León)
P. García Peris (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)
C. Gómez-Candela (H. U. La Paz. Madrid)

J. González Gallego (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)
J. Jiménez Jiménez (H. Virgen del Rocío. Sevilla)
F. Jorquera (Complejo Asist. Univ. de León. León)
M. A. León Sanz (H. U. 12 de Octubre. Madrid)
C. Martín Villares (H. Camino de Santiago. Ponferrada. León)
J. L. Máuriz Gutiérrez (IBIOMED, Universidad de León. León)
A. Miján de la Torre (Hospital General Yagüe. Burgos)
J. C. Montejo González (H. U. 12 de Octubre. Madrid)
P. Muñoz-Calero (H. U. de Móstoles. Madrid)
J. Ortiz de Urbina (Complejo Asist. Univ. de León. León)
C. Ortiz Leyba (Hospital Virgen del Rocío. Sevilla)
P. Pablo García Luna (H. Virgen del Rocío. Sevilla)
V. Palacios Rubio (H. Miguel Servet. Zaragoza)
J. L. Pereira Cunill (H. Virgen del Rocío. Sevilla)

A. Pérez de la Cruz (Universidad de Granada. Granada)
M. Planas Vila (H. Vall D'Hebron. Barcelona)
N. Prim Vilaro (Barcelona)
J. A. Rodríguez Montes (H. U. La Paz. Madrid)
M. D. Ruiz López (Univ. de Granada. Granada)
I. Ruiz Prieto (Inst. de Ciencias de la Conducta. Sevilla)
J. Salas Salvadó (H. U. de Sant Joan de Reus. Tarragona)
J. Sánchez Nebra (Hospital Montecelo. Pontevedra)
J. Sanz Valero (Universidad de Alicante. Alicante)
E. Toscano Novella (Hospital Montecelo. Pontevedra)
M.ª Jesús Tuñón (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)
G. Varela Moreira (Univ. CEU San Pablo. Madrid)
C. Vázquez Martínez (H. Ramón y Cajal. Madrid)
C. Wanden-Berghe (Univ. CEU Cardenal Herrera. Alicante)
S. Zamora Navarro (Universidad de Murcia. Murcia)

Consejo Editorial Iberoamericano

Coordinador

A. Gil
Univ. de Granada (España)

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

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

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

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

A. Crivelli (Revista de Nutrición Clínica. Argentina)

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

J. Faintuch (Hospital das Clinicas. Brasil)

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

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

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

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

J. Klaasen (Revista Chilena de Nutrición. Chile)

G. Kliger (Hospital Universitario Austral. Argentina)

L. Mendoza (Asociación Paraguaya de Nutrición. Paraguay)

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

S. Muzzo (Universidad de Chile. Chile)

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

M. Perman (Universidad Nacional del Litoral. Argentina)

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

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

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

D. Waitzberg (Universidad de São Paulo. Brasil)

N. Zavaleta (Universidad Nacional de Trujillo. Perú)

Nutrición Hospitalaria



JUNTA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

Presidencia

Dr. Miguel León Sanz

Vicepresidencia

Lluisa Bordejé Laguna

Secretaria

Rosa Burgos Peláez

Coordinador Comité Científico-Educacional

Cristina Cuerda Compés

Tesorera

Mercedes Cervera Peris

Vocales

M^a José Sendrós Madroño
Rosana Ashbaugh Enguinados
Miguel Ángel Martínez Olmos
Carmina Wanden-Berghe Lozano

COMITÉ CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

Coordinadora

Cristina Cuerda Compés

Secretaria

Pilar Matía Martín

Vocales

Cleofé Pérez-Portabella
Laura Frías Soriano
Clara Vaquerizo Alonso
M^a Dolores Ruiz López

Coordinador Grupos de Trabajo

Alfonso Vidal Casariego

Director de la Revista Nutr Hosp

José Manuel Moreno Villares

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL
SENPE

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

Sumario

Vol. 33 Mayo-Junio N.º 3

Editorial

- La desnutrición hospitalaria: un viejo problema sin resolver
A.-J. Pérez de la Cruz y M.^a L. Fernández Soto 513

Trabajos Originales

Nutrición artificial

- Estudio comparativo de la eficacia y seguridad de una nutrición parenteral formulada con dos lípidos distintos: SMOFlipid® frente a Clinoleic®. Estudio preliminar
F. Martínez-Lozano Aranaga, P. Palacio Vales, J.M. Serrano Navarro, C. Caballero Requejo, M.J. Gómez Ramos y C. Sánchez Álvarez 515

Paciente crítico

- | | |
|--|-----|
| Déficit crítico de energía y mortalidad en pacientes críticos
M.C. Siqueira-Paese, D. Borges Dock-Nascimento y J.E. de Aguiar-Nascimento..... | 522 |
| Momento de inicio <i>versus</i> meta calórica en terapia nutricional para pacientes críticos
Q.S. Franzosi y S.H. Loss | 528 |

Pediatria

- | | |
|---|-----|
| Asociación de índices de composición corporal con resistencia a la insulina en adolescentes europeos: el estudio HELENA | |
| M. Sese, L.A. Moreno, L. Censi, C. Bresidenassel, M. González-Gross, M. Sjöström, Y. Manios, M. Dénes, J. Dallongevill, K. Widhalm, F. Gottrand, S. De-Henauw, A. Marcos, M. Castillo-Garzón y D. Jiménez-Pavón | 533 |
| Abordaje nutricional de pacientes ingresados con anorexia nerviosa | |
| J.M. Marugán de Miguelsanz, M.C. Torres Hinojal, M.S. Geijo Uribe, M.P. Redondo del Río, B Mongil López, I. de Brito García-Sousa, I. Caballero Sanz y J.M. Eiros Bouza | 540 |
| Composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de bajo peso al nacer, residentes en el estado de Querétaro, México | |
| M.E. Rojo-Trejo, D.B. Rangel Peniche, M.R. Arellano Jiménez y E.F. Sabath Silva | 544 |
| Evolución del riesgo cardiometabólico en pacientes supervivientes de leucemia aguda infantil | |
| E.G. Corella Aznar, A. Ayerza Casas, P. Samper Villagrasa, C. Rodríguez Vigil, L. Jiménez Montañés, C. Calvo Escribano y J.I. Labarta Aizpun | 549 |
| Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL | |
| J.D. Pacheco-Herrera, R. Ramírez-Vélez y J.E. Correa-Bautista | 558 |

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 33 Mayo-Junio N.º 3

sumario

Nutrición en el anciano

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
E.M. López Lirola, M.C. Iribar Ibabe y J.M. Peinado Herreros 565

Consumo de alimentos y riesgo de malnutrición en personas muy mayores (≥ 80 años) de vida independiente
S. Jiménez-Redondo, B. Beltrán de Miguel, J. Gómez-Pavón y C. Cuadrado Vives 572

Obesidad y síndrome metabólico

Los nutrientes pueden modular las concentraciones de adiponectina en adultos jóvenes aparentemente sanos
A.C.P. Volp, K.B.F. Barbosa y J. Bressan 580

La asociación de la vespina con la resistencia a la insulina está relacionada con la actividad física y la grasa corporal en adolescentes brasileños. Un estudio transversal
D. Pala, A.P. Carlos-Cândido, L. Leandro-da-Cruz, P. Oliveira-Barbosa, C. Teixeira-Silva, A.C. Pinheiro-Volp, G.L. Lins-Machado-Coelho y R.N. Freitas 588

Validez y fiabilidad del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad
P.Á. Latorre-Román, E.J. Martínez-López, A. Ruiz-Ariza, T. Izquierdo-Rus, J. Salas-Sánchez y F. García-Pinillos 595

Asociación del polimorfismo TNF- α -308 G/A con los cambios metabólicos secundarios a una dieta hipocalórica rica en proteínas/baja en hidratos de carbono *versus* una dieta hipocalórica estándar
D. A. de Luis, R. Aller, O. Izaola y E. Romero 602

Valores de corte del diámetro sagital del abdomen para la detección de factores de riesgo cardiovascular en el noreste mexicano: estudio transversal
F.J. Guzmán de la Garza, A.M. Salinas-Martínez, E. González-Guajardo, M.G. Palmero-Hinojosa, J. Castro-Garza, J.C. Ramírez-Zúñiga, J. Vargas-Villarreal, Á. Mathiew-Quiros y L. Hermila de la Garza-Salinas 609

Variaciones en el estado nutricional y su reflejo en la composición corporal en mujeres chilenas con síndrome metabólico
A. López-Fuenzalida, P. Valdés-Badilla, T. Herrera-Valenzuela, C. Rodríguez Canales, Á. Reyes Ponce, E. Arriaza Ardiles y S. Durán Agüero 616

Valoración nutricional

Cambios en la composición corporal por impedancia bioeléctrica y su asociación con el deterioro de la capacidad funcional en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica estable
L. Castillo-Martínez, C. Santillan-Díaz, A. Orea-Tejeda, M.A. Gómez-Martínez, F. Bernal-Ceballos y M. Lozada-Mellado 623

Características cineantropométricas de los jugadores de béisbol de élite
A.R. Clavijo-Redondo, R. Vaquero-Cristóbal, P.A. López-Miñarro y F. Esparza-Ros 629

Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes
M. Viñuela García, A. Vera Ibáñez, D. Colomer Poveda, G. Márquez Sánchez y S. Romero Arenas 637

Epidemiología y dietética

Estudio de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en trabajadores universitarios españoles
A.I. Norte Navarro, M. Sansano Perea, J.M. Martínez Sanz, I. Sospedra López, J.A. Hurtado Sánchez y R. Ortiz Moncada 644

Asociación entre autopercepción de imagen corporal y patrones alimentarios en estudiantes de Nutrición y Dietética
P. Fehrman-Rosas, C. Delgado-Sánchez, J. Fuentes-Fuentes, A. Hidalgo-Fernández, C. Quintana-Muñoz, W. Yunge-Hidalgo, E. Fernández-Godoy y S. Durán-Agüero 649

Valoración nutricional en pacientes hospitalizados en hospitales latinoamericanos: asociación con factores pronóstico. El estudio ENHOLA
J.C. Castillo Pineda, A. Gómez García, N. Velasco, J.I. Díaz-Pizarro Graf, A. Matos Adámes y A. Miján de la Torre 655

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 33 Mayo-Junio N.º 3

sumario

Asociación entre los patrones dietarios y el consumo de calcio y vitamina D en población adulta mexicana
E. Denova-Gutiérrez, P. Clark, P. Muñoz-Aguirre, M. Flores, J.O. Talavera, L.G. Chico-Barba, R. Rivas, P. Ramírez y J. Salmerón 663

Menús ofertados en centros de educación infantil de Sevilla: adecuación a criterios nutricionales
y a las recomendaciones dietéticas
D. Vergara, R. Ríos-Reina, C. Úbeda, M.ªL. Escudero-Gilete y R.M.ª Callejón 671

Factores asociados con la suplementación de la dieta entre los atletas brasileños
H. C. Garcêz Nabuco, V. Behrends Rodrigues, V.L. Souza Fernandes, F.C. de Paula Ravagnani, C.A. Fett,
M. Martínez Espinosa y C.F. Coelho Ravagnani 678

Otros

Efecto de esteroides vegetales en la reducción del colesterol plasmático: ensayo clínico, controlado, aleatorizado,
cruzado y doble ciego
I. San Mauro-Martín, L. Collado-Yurrita, J.A. Blumenfeld-Olivares, M.Á. Cuadrado-Cenzual, M.E. Calle-Purón,
M. Hernández-Cabria, E. Garicano-Vilar, E. Pérez-Arruche, E. Arce-Delgado y M.J. Ciudad-Cabañas 685

Comparación de los actígrafos GT1M, GT3X y Actitrainer durante diversas actividades estandarizadas en jóvenes,
adultos y adultos mayores
A. Santos-Lozano, F. Santín-Medeiros, C. Cristi-Montero, R. Jaén-Jiménez, J.A. Casajús y N. Garatachea 692

Características y protección de la especie en peligro de extinción *Taxus chinensis* var. *mairei* en las montañas de Taihang
J. Zaiyou, M. Li, W. Ning, X. Guifang, Y. Jingbo, D. Lei y S. Yanhong 698

Consumo de pescado y riesgo de cáncer de mama: metaanálisis de 27 estudios observacionales
W. Zhihui, Y. Weihua, W. Zupei y H. Jinlin 703

Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio
en escolares
E. Villa-González, C. Rodríguez-López, Y. Barranco-Ruiz, L.F. Cabezas-Arévalo y P. Chillón 713

Revisiones

Efectos del entrenamiento contra resistencias o *resistance training* en diversas patologías
R. Domínguez, M.V. Garnacho-Castaño y J.L. Maté-Muñoz 719

Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones
C. Curilem Gatica, A. Almagià Flores, F. Rodríguez Rodríguez, T. Yuing Fariás, F. Berral de la Rosa, C. Martínez Salazar, C. Jorquera
Aguilera, C. Bahamondes Ávila, P. Solís Urrea, C. Cristi Montero, J. Bruneau Chávez, J. Pinto Aguilante y L. Niedmann Brunet 734

Abordaje de la disfagia en enfermos de alzhéimer
M. Baena González y G. Molina Recio 739

Artículo Especial

Sumario de recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia de la Guía de Práctica Clínica para el manejo
de pacientes con enfermedad de Parkinson
E. Baladía, A. Frutos Pérez-Surrio y R. Martínez-Rodríguez 749

Cartas al Editor

Danza y rendimiento académico en chicas jóvenes
S. Higuera-Fresnillo, D. Martínez-Gómez, C. Padilla-Moledo, J. Conde-Caveda e I. Esteban-Cornejo 761

Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

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

Summary

Vol. 33 May-June No. 3

Editorial

- Hospital malnutrition: an old problem to be solved
A.J. Pérez de la Cruz and M.^aL. Fernández Soto513

Original Papers

Artificial nutrition

- Comparative study on the efficacy and safety of parenteral nutrition formulated with two different fat emulsions: SMOFlipid[®] compared with Clinoleic[®]. Preliminary study
F. Martínez-Lozano Aranaga, P. Palacio Vales, J.M. Serrano Navarro, C. Caballero Requejo, M.J. Gómez Ramos and C. Sánchez Álvarez515

Critical patient

- Critical energy deficit and mortality in critically ill patients
M.C. Siqueira-Paese, D. Borges Dock-Nascimento and J.E. de Aguilar-Nascimento522
- Timing *versus* caloric goal in nutritional therapy for critically ill patients
O.S. Franzosi and S.H. Loss528

Pediatrics

- Association of body composition indices with insulin resistance in European adolescents: the HELENA study
M. Sese, L.A. Moreno, L. Censi, C. Bresidenassel, M. González-Gross, M. Sjöström, Y. Manios, M. Dénes, J. Dallongevill, K. Widhalm, F. Gottrand, S. De-Henauw, A. Marcos, M. Castillo-Garzón and D. Jiménez-Pavón533
- Nutritional approach of inpatients with anorexia nervosa
J.M. Marugán de Miguelsanz, M.C. Torres Hinojal, M.S. Geijo Uribe, M.P. Redondo del Río, B. Mongil López, I. de Brito García-Sousa, I. Caballero Sanz and J.M. Eiros Bouza540
- Body composition in children between 8 and 10 years of age, with a history of low birth weight in Querétaro, México
M.E. Rojo-Trejo, D.B. Rangel Peniche, M.R. Arellano Jiménez and E.F. Sabath Silva544
- Evolution of cardiometabolic risk among childhood acute leukemia survivors
E.G. Corella Aznar, A. Ayerza Casas, P. Samper Villagrasa, C. Rodríguez Vigil, L. Jiménez Montañés, C. Calvo Escribano and J.I. Labarta Aizpun549
- General strength index and adiposity as a measure of health-related physical fitness among children and adolescents from Bogotá, Colombia: the FUPRECOL Study
J.D. Pacheco-Herrera, R. Ramírez-Vélez and J.E. Correa-Bautista556

View
Summary

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 33 May-June No. 3

summary

Nutrition in the elderly

The calf circumference as a quick-reliable marker of malnutrition in hospitalized elderly. Its relation with age and gender
E.M. López Lirola, M.C. Iribar Ibabe and J.M. Peinado Herreros565

Food consumption and risk of malnutrition in community-dwelling very old Spanish adults (≥ 80 years)
S. Jiménez-Redondo, B. Beltrán de Miguel, J. Gómez-Pavón and C. Cuadrado Vives.....572

Obesity and metabolic syndrome

Nutrients can modulate the adiponectin concentrations in apparently healthy young adults
A.C.P. Volp, K.B.F. Barbosa and J. Bressan.....580

Vaspin association with insulin resistance is related to physical activity and body fat in Brazilian adolescents -
A cross-sectional study
D. Pala, A.P. Carlos-Cândido, L. Leandro-da-Cruz, P. Oliveira-Barbosa, C. Teixeira-Silva, A.C. Pinheiro-Volp,
G.L. Lins-Machado-Coelho and R.N. Freitas.....588

Validity and reliability of physical activity enjoyment scale questionnaire (PACES) in adolescents with overweight
and obesity
P.Á. Latorre-Román, E.J. Martínez-López, A. Ruiz-Ariza, T. Izquierdo-Rus, J. Salas-Sánchez and F. García-Pinillos.....595

Association of the TNF- α -308 G/A polymorphisms with metabolic responses secondary to a high protein/low
carbohydrate *versus* a standard hypocaloric diet
D. A. de Luis, R. Aller, O. Izaola and E. Romero602

Threshold values of sagittal abdominal diameter for the detection of cardio-metabolic risk factors in Northeastern
Mexico: a cross-sectional study
F.J. Guzmán de la Garza, A.M. Salinas-Martínez, E. González-Guajardo, M.G. Palmero-Hinojosa, J. Castro-Garza,
J.C. Ramírez-Zúñiga, J. Vargas-Villarreal, Á. Mathiew-Quiros and L. Hermila de la Garza-Salinas.....609

Changes in nutritional status and its reflection in body composition in Chilean women with metabolic syndrome
A. López-Fuenzalida, P. Valdés-Badilla, T. Herrera-Valenzuela, C. Rodríguez Canales, Á. Reyes Ponce, E. Arriaza Ardiles and S. Durán Agüero... 616

Nutritional evaluation

Body composition changes assessed by bioelectrical impedance and their associations with functional class
deterioration in stable heart failure patients
L. Castillo-Martínez, C.Santillan-Díaz, A. Orea-Tejeda, M.A. Gómez-Martínez, F. Bernal-Ceballos and M. Lozada-Mellado.....623

Kinanthropometry characteristic of elite baseball players
A.R. Clavijo-Redondo, R. Vaquero-Cristóbal, P.A. López-Miñarro and F. Esparza-Ros629

Effect of 12 sessions of high-intensity interval training on body composition in young adults
M. Viñuela García, A. Vera Ibañez, D. Colomer Poveda, G. Márquez Sánchez and S. Romero Arenas.....637

Epidemiology and dietetics

Study of risk factors for cardiovascular disease in Spanish university workers
A.I. Norte Navarro, M. Sansano Perea, J.M. Martínez Sanz, I. Sospedra López, J.A. Hurtado Sánchez and R. Ortiz Moncada644

Association between self-perception of body image and food patterns in students of Nutrition and Dietetics
P. Fehrman-Rosas, C. Delgado-Sánchez, J. Fuentes-Fuentes, A. Hidalgo-Fernández, C. Quintana-Muñoz, W. Yunge-Hidalgo,
E. Fernández-Godoy and S. Durán-Agüero649

Nutritional assessment of hospitalized patients in Latin America: association with prognostic variables. The ENHOLA study
J.C. Castillo Pineda, A. Gómez García, N. Velasco, J.I. Díaz-Pizarro Graf, A. Matos Adames and A. Miján de la Torre655

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 33 May-June No. 3

summary

- Dietary patterns are associated with calcium and vitamin D intake in an adult Mexican population
E. Denova-Gutiérrez, P. Clark, P. Muñoz-Aguirre, M. Flores, J.O. Talavera, L.G. Chico-Barba, R. Rivas, P. Ramírez and J. Salmerón..... 663
- Menus offered in early childhood education centers of Seville: adaptation to the nutritional criteria and dietary recommendations
D. Vergara, R. Ríos-Reina, C. Úbeda, M.^a L. Escudero-Gilete and R.M.^a Callejón..... 671
- Factors associated with dietary supplementation among Brazilian athletes
H. C. Garcêz Nabuco, V. Behrends Rodrigues, V.L. Souza Fernandes, F.C. de Paula Ravagnani, C. Alexandre Fett, M. Martínez Espinosa and C.F. Coelho Ravagnani..... 678
- Others**
- Effect of plant sterols in reducing plasma cholesterol: crossover double-blind randomized clinical trial
I. San Mauro-Martín, L. Collado-Yurrita, J.A. Blumenfeld-Olivares, M.Á. Cuadrado-Cenzual, M.E. Calle-Purón, M. Hernández-Cabria, E. Garicano-Vilar, E. Pérez-Arruche, E. Arce-Delgado and M.J. Ciudad-Cabañas..... 685
- GT1M, GT3X and ActiTrainer counts comparison during standardized activities in young, adults and older adults
A. Santos-Lozano, F. Santín-Medeiros, C. Cristi-Montero, R. Jaén-Jiménez, J.A. Casajús and N. Garatachea..... 692
- Characteristic and protection of rare and endangered *Taxus chinensis* var. *mairei* in the Taihang Mountains
J. Zaiyou, Meng Li, Xu Guifang, Dai Lei and Shi Yanhong..... 698
- Fish consumption and risk of breast cancer: meta-analysis of 27 observational studies
W. Zhihui, Y. Weihua, W. Zupei and H. Jinlin..... 703
- Evaluating of the agreement between two methods to determine the distance of the active commuting to school in schoolchildren
E. Villa-González, C. Rodríguez-López, Y. Barranco-Ruiz, L.F. Cabezas-Arévalo and P. Chillón..... 713

Reviews

- Effects of resistance training in various pathologies
R. Domínguez, M.V. Garnacho-Castaño and J.L. Maté-Muñoz..... 719
- Assessment body composition in children and teens: guidelines and recommendations
C. Curilem Gatica, A. Almagià Flores, F. Rodríguez Rodríguez, T. Yuing Farias, F. Berral de La Rosa, C. Martínez Salazar, C. Jorquera Aguilera, C. Bahamondes Ávila, P. Solís Urra, C. Cristi Montero, J. Bruneau Chávez, J. Pinto and L. N. Brunet..... 734
- Approach of dysphagia in Alzheimer patients
M. Baena González and G. Molina Recio..... 739

Special Article

- Summary of evidence-based nutritional recommendations of the Clinical Practice Guideline for the management of patients with Parkinson's disease
E. Baladia, A. Frutos Pérez-Surio and R. Martínez-Rodríguez..... 749

Letters to the Editor

- Dance participation and academic performance in youth girls
S. Higuera-Fresnillo, D. Martínez-Gómez, C. Padilla-Moledo, J. Conde-Caveda and I. Esteban-Cornejo..... 761



La desnutrición hospitalaria: un viejo problema sin resolver

La detección de la desnutrición hospitalaria continúa de plena actualidad en la literatura médica y, a pesar de que desde hace dos décadas dejó de ser un tema novedoso, constituye un elemento recurrente en la bibliografía y motivo de abordajes monográficos en congresos y reuniones científicas.

Bien es cierto que, frente a los grandes avances en su identificación, las expectativas son pobres en cuanto a prevención y erradicación. De hecho, poco difieren los resultados cuando comparamos los estudios recientes con los de antaño (1,2). La incidencia, por contra, a menudo representa un aspecto marginal mucho menos estudiado, quizá porque los resultados son poco destacables, cuando no desalentadores (3).

Una interpretación sesgada puede hacer creer que ello sea la consecuencia de una mala praxis en el entorno hospitalario, pero, en realidad, la causa de la alta prevalencia radica en que, desgraciadamente, los pacientes llegan al hospital ya desnutridos, por lo que la labor preventiva en centros de salud, atención primaria, residencias de ancianos, centros sociales y comunidades en general podría ser el arma para arrostrar y romper esta tendencia mantenida (hacia la desnutrición) en el momento de la hospitalización.

Qué duda cabe que la enfermedad en sí es un elemento clave, en donde la desnutrición se convierte con asiduidad en huésped obligado, sobre todo en determinadas patologías de tipo oncológico, y está presente desde antes del ingreso hospitalario; pero no es menos cierto que su detección precoz en los centros de atención primaria podría minimizar la evolución de la tan temida desnutrición que recogemos en el momento del ingreso hospitalario (4).

El meritorio estudio ENHOLA, realizado por colegas iberoamericanos en 8.000 pacientes de 12 países, refleja una prevalencia similar en el nuevo mundo y en el viejo continente, y confirma que la tasa de desnutrición sigue siendo muy elevada (5), con resultados similares a los obtenidos en Europa en el estudio PREDYCES (6) y en el EuroOps (7). Aunque la prevalencia parece algo mayor, las diferencias encontradas parecen deberse a las características de la población abordada, destacando que en el ENHOLA la edad media de los sujetos estudiados es sensiblemente inferior que en los estudios europeos, que abarcan una población eminentemente geriátrica. Las diferencias en el estatus socioeconómico también pueden ser un factor a tener en cuenta, como se refleja en el mencionado artículo. Muy interesante el número de pacientes críticos. La metodología de valoración de las encuestas (8,9), llevadas a cabo en su mayoría por personal especializado en nutrición y dietética, contribuye a la validación de los cuestionarios utilizados, así como a resaltar el valor diagnóstico de la albúmina a pesar de su limitación en algunas situaciones clínicas, que no representan un número significativo en el tamaño total de la muestra.

Si nos centramos en nuestro país, podemos enfatizar que a pesar del esfuerzo que desarrollan los profesionales de la salud para prevenir y tratar la malnutrición, tanto por exceso como por defecto, los centros de salud carecen en general de dispositivos específicos formados por especialistas en nutrición que sean capaces de centrar toda su actuación en esa labor preventiva tan necesaria para minimizar las altas cifras de prevalencia detectadas en el momento del ingreso hospitalario. Los incrementos demostrados en cuanto a morbilidad, estancia hospitalaria y costes sanitarios que la malnutrición representa, podrían servir de estímulo para abordar



editorial

con los gestores sanitarios este gran problema con carácter preventivo, destinando los recursos necesarios para su detección y tratamiento desde los dispositivos de atención primaria.

Antonio J. Pérez de la Cruz y M.^a Luisa Fernández Soto

Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Complejo Hospitalario de Granada. Granada

Bibliografía

1. Martín Peña A, Gómez Candela C, Cos Blanco AI, Miján de la Torre A, Cabré Gelada López Nomdedeu C. Encuesta de la Sociedad Española de Nutrición Básica y Aplicada (SENBA) sobre la situación de la valoración nutricional en pacientes hospitalizados en España. *Nutrición Clínica* 2005;25:30-7.
2. Correia MI, Campos AC. The prevalence of Hospital Malnutrition in Latin America: The Multicenter ELAN Study. *Nutrition* 2003;19(19):823-5.
3. Pérez de la Cruz A, Lobo Támer G, Orduña Espinosa R, Mellado Pastor C, Agudo de Hoyos E, Ruiz López MD. Desnutrición en pacientes hospitalizados: prevalencia e impacto económico. *Med Clin (Barc)* 2004;123:201-6.
4. Olivares J, Ayala L, Salas-Salvadó J, Muñiz J, Gamundí A, Martínez-Indart L, et al. Assessment of risk factors and test performance on malnutrition prevalence at admission using four different screening tools. *Nutr Hosp* 2014;29(3):674-80.
5. Baladía E, Frutos Pérez-Surio A, Martínez-Rodríguez R. Sumario de recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson. *Nutr Hosp* 2016;33:749-60.
6. Álvarez J, Planas M, León M, García A, Celaya A, García P, et al. Prevalence and cost of malnutrition in hospitalized patients; the PREDyCES Study. *Nutr Hosp* 2012;27(4):1049-59.
7. Sorensen J, Kondrup J, Prokopowicz J, Schiesser M, Krähenühl L, Meier R, et al. EuroOOPS: An international multicentre study to implement nutritional risk screening and evaluate clinical outcome. *Clin Nutr* 2008;27:340-9.
8. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN Guidelines for Nutrition Screening 2002. *Clin Nutr* 2003;22(4):415-21.
9. Jensen GL, Mirtallo J, Compher C, Dhaliwal R, Forbes A, Grijalva RF, et al. Adult starvation and disease related malnutrition: a proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. *JPEN* 2010;34(2):156-9.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Nutrición artificial

Estudio comparativo de la eficacia y seguridad de una nutrición parenteral formulada con dos lípidos distintos: SMOFlipid® frente a Clinoleic®. Estudio preliminar *Comparative study on the efficacy and safety of parenteral nutrition formulated with two different fat emulsions: SMOFlipid® compared with Clinoleic®. Preliminary study*

Fátima Martínez-Lozano Aranaga¹, Paula Palacio Vales², Juana María Serrano Navarro¹, Carmen Caballero Requejo³, María Jesús Gómez Ramos¹ y Carmen Sánchez Álvarez¹

¹Unidad de Cuidados Intensivos/Unidad de Nutrición. Hospital General Universitario Reina Sofía. Murcia. ²Departamento de Tecnología de la Alimentación y Nutrición. Universidad Católica de Murcia. Murcia. ³Servicio de Farmacia Hospitalaria. Hospital General Universitario Reina Sofía. Murcia

Resumen

Introducción: la composición lipídica de las fórmulas de nutrición parenteral (NP) se postula como posible factor de evolución clínica.

Objetivo: evaluar las diferencias en eficacia y seguridad de dos emulsiones lipídicas en NP.

Material y métodos: estudio clínico prospectivo de pacientes posquirúrgicos sometidos a NP durante más de 7 días en un periodo de 2 años. Se administraron de forma indistinta 2 tipos de emulsiones lipídicas: enriquecida con ácidos grasos omega 3 (SMOFlipid Fresenius Kabi®) o con ácido oleico omega 9 (Clinoleic Baxter®). Se analizaron variables epidemiológicas, analíticas, complicaciones infecciosas y mortalidad.

Resultados: se estudió un total de 154 pacientes con edad media de $64,36 \pm 13,73$ años, de los que 95 eran hombres (61%), 78 (51%) recibieron SMOFlipid® y 76 (49%) Clinoleic®. La estancia media fue de $16,91 \pm 4,23$ días, la duración de la NP $9,68 \pm 3,25$ días y la mortalidad del 11%. Se diagnosticaron 58 (37%) infecciones. No existieron diferencias significativas en cuanto a los parámetros analíticos lipídicos, hepáticos o nutricionales (medidos al inicio y al 7.º día) ni en su evolución (estancia media, complicaciones infecciosas ni mortalidad) entre los dos grupos de pacientes.

Conclusión: los pacientes sometidos a NP presentan similares características evolutivas con independencia de la emulsión lipídica utilizada. La bibliografía actual apunta a un beneficio de la disminución del aporte de ácidos grasos omega 9, pero no se han encontrado diferencias significativas entre las fórmulas comparadas.

Palabras clave:

Nutrición parenteral.
Emulsiones lipídicas.
Complicaciones.
Infección. Mortalidad.

Abstract

Introduction: The fat composition of parenteral nutrition formulae has been put forward as a possible factor in clinical evolution.

Objective: To evaluate the differences in efficacy and safety of two (2) fat emulsions for parenteral nutrition.

Material and methods: Prospective clinical study of post-surgery patients under PN for more than seven days in a two-year period. Two types of fat emulsions were administered indistinctly. One is enriched with omega 3 fatty acids (SMOFlipid Fresenius Kabi®), the other one is enriched with omega 9 oleic acid (Clinoleic Baxter®). Epidemiological and analytical variables, infectious complications and mortality were analysed.

Results: A total of 154 patients were studied. Their average age was 64.36 ± 13.73 years; 95 were men (61%). Out of the total number, 78 (51%) were given SMOFlipid® and 76 (49%) Clinoleic®. Average stay was 16.91 ± 4.23 days, parenteral nutrition was administered for 9.68 ± 3.25 days, mortality was 11%. 58 (37%) infections were diagnosed. When measured on the first (1st) and seventh (7th) days, there were no significant differences in regard to the lipid, hepatic or nutritional parameters, nor in their evolution (average stay, infectious complications, or mortality) between the two groups of patients.

Conclusion: Patients on parenteral nutrition show similar evolutionary characteristic, independently of the fat emulsion administered. Current bibliography would suggest that a benefit could be gained from reducing the administration of omega 9 fatty acids, but no significant differences were found when comparing the two formulae.

Key words:

Parenteral nutrition.
Fat emulsions.
Complications.
Infection. Mortality.

Recibido: 22/11/2015
Aceptado: 21/03/2016

Martínez-Lozano Aranaga F, Palacio Vales P, Serrano Navarro JM, Caballero Requejo C, Gómez Ramos MJ, Sánchez Álvarez C. Estudio comparativo de la eficacia y seguridad de una nutrición parenteral formulada con dos lípidos distintos: SMOFlipid® frente a Clinoleic®. Estudio preliminar. Nutr Hosp 2016;33:515-521

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.252>

Correspondencia:

Fátima Martínez-Lozano Aranaga. Unidad de Cuidados Intensivos/Unidad de Nutrición. Hospital General Universitario Reina Sofía. Avda. Intendente Jorge Palacios, 1. 30003 Murcia
e-mail: fatiaranaga@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La nutrición parenteral (NP) es una técnica utilizada con frecuencia en los pacientes quirúrgicos. Los efectos metabólicos de las emulsiones lipídicas contenidas en ella dependen de su composición en ácidos grasos, los cuales tienen diferentes acciones sobre los lípidos plasmáticos, la situación inflamatoria y la respuesta inmune.

Uno de los aspectos que más se ha investigado es el efecto de las emulsiones lipídicas en la modulación de la respuesta inmune. Durante mucho tiempo solo existió la posibilidad de utilizar una emulsión lipídica rica en ácidos grasos ω -6, cuyo principal constituyente es el ácido linoleico, que en grandes cantidades puede condicionar un aumento de riesgo de estrés oxidativo, inmunosupresión (1,2), y tiene efectos pro-inflamatorios; también puede propiciar una disfunción hepatobiliar, que aunque se considera de causa multifactorial, está muy influenciada por la fórmula lipídica (3). Por estos motivos existe un gran interés en optimizar la composición lipídica de la NP, para potenciar sus efectos beneficiosos y reducir el riesgo de complicaciones (4).

Actualmente existen en el mercado distintas emulsiones lipídicas cuyo objetivo es, entre otros, disminuir los efectos de una cantidad excesiva de ácidos grasos ω -6 (5). Dos de estas nuevas formulaciones son la basada en triglicéridos de cadena media y cadena larga (MCT/LCT) más ácido oleico ω -9: ClinOleic® (Baxter®), y otra basada en MCT/LCT con una pequeña cantidad de ácido oleico y enriquecida en aceite de pescado ω -3: SMOFlipid® (Fresenius Kabi®) (Tabla I). La primera no estimula la respuesta inflamatoria y tiene efectos neutros sobre la inmunidad, mientras que la segunda parece modular ambos procesos (6). Las dos fórmulas postulan así su efecto beneficioso sobre el curso de la enfermedad y en los primeros estudios realizados han demostrado ser clínicamente seguras. Por ese motivo el empleo de estas nuevas soluciones parenterales ha experimentado un importante crecimiento en el tratamiento de los pacientes quirúrgicos complicados; no obstante, un uso tan extendido debería ir asociado a un incremento paralelo de su conocimiento por parte de los profesionales implicados (7,8), sin embargo, a día de hoy, existen escasos estudios que enfrenten a estas dos soluciones lipídicas. En el Hospital Reina Sofía de Murcia existe la posibilidad de disponer de ambas emulsiones desde el año 2009, utilizándolos indistintamente según el protocolo del servicio de farmacia, si bien es la Unidad de Nutrición la que prescribe todas las nutriciones parenterales del centro.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio es comparar la efectividad y seguridad de las dos formulaciones lipídicas (9,10) en pacientes quirúrgicos, buscando diferencias en la evolución clínica, así como en los parámetros analíticos lipídicos y hepáticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Observacional prospectivo sin intención de tratar, de todos los pacientes posquirúrgicos que precisaron NP en un periodo de 24 meses entre enero de 2011 y diciembre de 2012. El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia.

POBLACIÓN

Pacientes adultos sometidos a una intervención quirúrgica que precisaron NP durante al menos 7 días y que cumplían las recomendaciones de la European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) para este tipo de pacientes (11). Al inicio del estudio se excluyeron los pacientes con insuficiencia renal crónica (creatinina > 3 mg/dl o diálisis crónica), enfermedad hepática (hipertensión portal con sangrado gastrointestinal al ingreso, ascitis de origen hepático, bilirrubina superior a 3 mg/dl de origen hepático o encefalopatía hepática establecida grado II o superior) o hipertrigliceridemia conocida.

VARIABLES

Edad, sexo, tipo de cirugía y seguimiento analítico hepático, lipídico y nutricional al inicio de la NP y al 7.º día de tratamiento. Los parámetros analíticos medidos fueron albúmina, linfocitos totales, glucosa, colesterol, HDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicéridos, aspartato aminotransferasa (GOT), alanina aminotransferasa (GPT), lactato deshidrogenasa (LDH), gamma-glutamyl transpeptidasa (GGT) y bilirrubina total. También se recogió el control de glucemia (cada 6 horas) y la necesidad de insulina diaria según el protocolo de la Unidad de Nutrición específico para pacientes con nutrición parenteral, que consiste en una pauta de insulina rápida subcutánea cada 3 o 6 horas, o en perfusión continua, según

Tabla I. Composición de los dos lípidos

Compuestos	Aceite soja g/l	Aceite coco g/l	Aceite oliva g/l	Aceite pescado g/l	Fosfolípidos yema de huevo g/l	Glicerol g/l	Vit E mg/l	Relación n6/n3
ClinOleic®	40	—	160	—	12	22,5	30	9:1
SMOFlipid®	60	60	50	30	12	25	200	2,5/1

las necesidades. Otra variable estudiada fue el diagnóstico de infección (sí/no) y la localización de la misma según los criterios del estudio EPINE-2010 (12).

La composición media de la nutrición parenteral administrada en calorías, gramos de glucosa y de lípidos, insulina (sí/no) y tipo de solución lipídica con omega 3 (SMOF-lipid® Fresenius Kabi®) o con oleico (Clinoleic Baxter®), fueron también registrados. La selección del tipo de lípido se realizaba por el servicio de farmacia que, según protocolo, selecciona alternativamente entre ambas, de tal forma que el lípido seleccionado es desconocido para la unidad de nutrición. La dosis de lípidos se ajustó entre 0,8-1 g/kg/día, correspondiendo al 40% del aporte calórico no proteico, según las necesidades de cada paciente.

Por último, se recogieron los días de duración de la NP y de estancia hospitalaria, y la mortalidad durante el ingreso hospitalario y a los 6 meses del alta, esta última mediante llamada telefónica.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó estadística descriptiva, calculando media y desviación estándar para las variables cuantitativas, y frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas. Se utilizó la prueba χ^2 , o la prueba exacta de Fisher si procedía, para analizar la asociación entre los diferentes factores cualitativos estudiados y el desarrollo de infección en estos pacientes. Para las variables continuas se empleó la T-student para muestras independientes. Los datos se procesaron mediante SPSS (IBM SPSS Statistics®) versión 19.0. Se consideró significativa una $p < 0,05$.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se atendió a un total de 247 pacientes quirúrgicos, de los cuales 93 fueron excluidos por duración de la NP inferior a 7 días o por otros de los criterios de exclusión protocolizados. De los 154 pacientes incluidos, 95 fueron hombres (61%) y 59 mujeres (39%), con una edad media de $64,36 \pm 13,73$ años. La causa quirúrgica de la NP fue carcinoma gástrico y gastrectomía ($n = 30$), diverticulitis perforada ($n = 14$), enfermedad inflamatoria intestinal complicada ($n = 18$), carcinoma de colon ($n = 45$), colecistitis ($n = 7$), peritonitis biliar ($n = 16$), carcinoma de páncreas ($n = 8$) y otras causas ($n = 16$).

Respecto al tipo de lípidos administrados, 78 pacientes (51%) recibieron SMOFLipid® y 76 Clinoleic® (49%). Los 2 grupos de estudio fueron homogéneos en cuanto a edad, sexo o tipo de cirugía. La duración media de la nutrición fue de $9,68 \pm 3,25$ días (IC 7-27) y la estancia hospitalaria media fue de $16,91 \pm 4,23$ días (IC 10-35) (Tabla II).

Referente a la mortalidad, 17 pacientes (11%) fallecieron durante su ingreso y otros 16 (11%) en los 6 meses posteriores al alta. Se presentaron 58 (37%) complicaciones infecciosas intra-hospitalarias: 17 sepsis por catéter, 10 neumonías, 15 infecciones urinarias y 16 infecciones del sitio quirúrgico. No se encontraron

Tabla II. Datos demográficos

Tipo de lípido	Clinoleic® (n = 76)	SMOFLipid® (n = 78)	p
Sexo: 95 varones, 59 mujeres	52 varones, 24 mujeres	43 varones, 35 mujeres	ns
Edad $64,36 \pm 13,73$ (25-88)	63,64	65,05	ns
<i>Tipo de cirugía:</i> Ca Gástrico. Gastrectomía: 30 Diverticulitis perforada: 14 EEI perforada: 18 Ca colon: 45 Colecistitis: 7 Peritonitis biliar: 16 Ca páncreas: 8 Otros: 16			

diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (Tabla III).

En cuanto al seguimiento analítico, los parámetros fueron muy homogéneos en los resultados totales, y cuando se analizaron los dos grupos en cada momento de la evolución tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla IV). Para valorar la posible distinta acción de los dos lípidos en la evolución, se estudió la diferencia existente entre el inicio y el 7.º día en cada uno de los dos grupos: se apreció que se elevó la media de todos los parámetros estudiados en los dos grupos, sin diferencia significativa (Tabla V).

En el caso de los pacientes que sufrieron un incremento de parámetros hepáticos, lipídicos y de la glucemia superior al 20%, encontramos que no existían diferencias significativas. Dado que el aumento en la albúmina y los linfocitos totales se considera positivo, se compararon en ambos grupos sin encontrar diferencias significativas.

Por último, se analizó el control de glucemias apreciando que hubo normoglucemia persistente en 72 pacientes (46,7%), y precisaron insulina por hiperglucemia 20,7%, sin diferencias significativas entre los dos grupos.

DISCUSIÓN

En este estudio se detecta un aumento de la media de los parámetros de función hepática tras la administración de NP durante 7 días; este hallazgo concuerda con la literatura médica, en la que se reconocen estas alteraciones como complicación de la NP a largo plazo, sobre todo en niños, siendo más precoz la elevación de GGT y fosfatasa alcalina. La afectación hepática es multifactorial, pero podría existir cierta relación entre la administración de lípidos intravenosos y dichas alteraciones, atribuible al tipo de ácidos grasos, al exceso de ácidos grasos poliinsaturados y a la dosis total, aunque no se conoce el mecanismo exacto (13-15).

Tabla III. Datos evolutivos

	Todos (n = 154)	Clinoleic® (n = 76)	SMOFlipid® (n = 78)	p
Duración de la NP	9,68 ± 3,25	9,68 ± 3,81	9,68 ± 3,43	ns
Días de estancia hospitalaria	16,91 ± 4,23	16,58 ± 3,81	17,23 ± 4,6	ns
<i>Infecciones</i>				
Sepsis por catéter	17	8	9	ns
Neumonía	10	6	4	ns
Infección urinaria	15	7	8	ns
Infección abdominal	16	9	7	ns
<i>Mortalidad</i>				
Mortalidad hospitalaria	17	8	9	ns
Mortalidad a los 6 meses	16	7	9	ns

Tabla IV. Valores analíticos (1.º día y 7.º día)

		Tipo de lípido		
<i>Medida y valores de normalidad</i>	<i>Total pacientes</i>	<i>Clinoleic® (n = 76)</i>	<i>SMOFlipid® (n = 78)</i>	<i>p</i>
Linfocitos inicio (1.200-4.500 U/l)	902 ± 304 (444-2.241)	867 ± 264	936 ± 336	ns
Linfocitos 7 días	1.159 ± 391 (110-250)	1.168 ± 418	1.150 ± 364	ns
Albúmina inicio (3,3-4,8 g/dl)	2,97 ± 0,38 (2-4)	2,94 ± 0,37	2,99 ± 0,4	ns
Albúmina 7 días	3,03 ± 0,43 (2-4)	2,98 ± 0,39	3,08 ± 0,44	ns
Glucosa inicio (70-105 mg/dl)	126 ± 39 (65-224)	125 ± 39	127 ± 40	ns
Glucosa 7 días	142 ± 25 (93-226)	142 ± 29	143 ± 22	ns
Colesterol inicio (50-220 mg/dl)	153 ± 43 (86-398)	152 ± 41	153 ± 46	ns
Colesterol 7 días	164 ± 40 (96-363)	166 ± 43	162 ± 37	ns
Triglicéridos inicio (50-200 mg/dl)	150 ± 28 (82-264)	147 ± 26	153 ± 29	ns
Triglicéridos 7 días	176 ± 37 (112-365)	173 ± 31	179 ± 42	ns
HDL colesterol inicio (45-75 mg/dl)	37 ± 11 (15-65)	36 ± 11	37 ± 10	ns
HDL colesterol 7 días	39 ± 9 (15-64)	38 ± 9	39 ± 9	ns
LDLcolesterol inicio (50-230 mg/dl)	138 ± 16 (98-185)	136 ± 15	140 ± 18	ns
LDLcolesterol 7 días	148 ± 14 (111-188)	144 ± 14	151 ± 14	ns
Bilirrubina total inicio (0,2-1,2 mg/dl)	1,42 ± 0,4 (0,5 ± 2,60)	1,41 ± 0,41	1,43 ± 0,41	ns
Bilirrubina total 7 días	1,51 ± 0,39 (1-3)	1,51 ± 0,36	1,51 ± 0,42	ns
Fosfatasa alcalina inicio (35-104 U/l)	98 ± 32 (26-167)	98,5 ± 32,66	97,71 ± 32,68	ns
Fosfatasa alcalina 7 días	149 ± 26 (85-222)	151,51 ± 27,73	147,71 ± 24,94	ns
Gamma GT inicio (7-32 U/l)	47 ± 17 (17-110)	46,65 ± 17,4	47 ± 17	ns
Gamma GT 7 días	64 ± 21 (21-150)	65 ± 19	62 ± 22	ns
GOT inicio (0-32 U/l)	33 ± 9 (17-65)	33,9 ± 9,26	32,6 ± 9,8	ns
GOT 7 días	46 ± 16 (20-99)	46,3 ± 16,6	46,5 ± 1,62	ns
GPT inicio (0-31 U/l)	36 ± 11 (16-73)	37 ± 11	35,8 ± 11,23	ns
GPT 7 días	51 ± 15 (4-95)	49,92 ± 14,4	53 ± 16	ns
LDH inicio (135-225 U/l)	273 ± 55 (120-465)	272 ± 54	274 ± 56	ns
LDH 7 días	316 ± 68 (200-521)	314 ± 72	318 ± 65	ns

Tabla V. Incrementos de datos analíticos (relación 1-7 día)

	<i>Total pacientes</i>	Tipo de lípido		<i>p</i>
		<i>Clinoleic® (n = 76)</i>	<i>SMOFlipid® (n = 78)</i>	
Linfocitos	256 ± 359 (-1.200-372)	301 ± 394	213 ± 317	ns
Albúmina	0,068 ± 27 (-1-1,4)	0,04 ± 0,28	0,09 ± 0,27	ns
Glucosa	16,49 ± 29,7 (-72-83)	17 ± 31	15 ± 27	ns
Colesterol	11,12 ± 42,4 (-257-122)	13 ± 30	8,3 ± 51	ns
Triglicéridos	25,89 ± 37 (-43-200)	25 ± 36	26 ± 38	ns
HDL colesterol	1,92 ± 15,57 (-34-49)	1,8 ± 15	2,02 ± 15	ns
LDLcolesterol	9,73 ± 18,34 (-1-1,1)	7,8 ± 17	11,6 ± 19,3	ns
Bilirrubina total	0,09 ± 0,39 (15-65)	0,10 ± 0,39	0,08 ± 0,39	ns
Fosfatasa alcalina	51,48 ± 40,21 (-16-134)	53,0 ± 42,29	50 ± 39	ns
Gamma GT	17,15 ± 20 (-35-62)	18,94 ± 20	15,40 ± 19,4	ns
GOT	13,16 ± 16,4 (-22-64)	12,3 ± 16,5	15,1 ± 14	ns
GPT	15,09 ± 19,69 (-55-73)	12,9 ± 19,5	17,2 ± 19,7	ns
LDH	43,04 ± 74,77 (-145-253)	42,03 ± 78,4	44,02 ± 71,4	ns

En nuestro estudio la elevación de la fosfatasa alcalina por encima del 20% de la previa afectó al 72,7% de todos los pacientes (n = 112), mientras que la elevación del resto de las enzimas hepáticas se presentó en un número menor de pacientes (45% de los casos).

Tanto el déficit de ácidos grasos esenciales como un aporte de lípidos excesivo pueden causar daño hepático. Se recomienda administrar un mínimo de entre el 2 y el 4% de las calorías como ácido linoleico para evitar el déficit de ácidos grasos esenciales. Por otro lado, un excesivo aporte calórico puede producir una alteración en la movilización y uso de los lípidos, apareciendo como consecuencia aumento de la lipogénesis y esteatosis (15).

En el comparativo intergrupos no se encontraron diferencias significativas en el incremento observado en ninguno de los parámetros analíticos estudiados, como tampoco hubo diferencia en el número de pacientes en los que se detectó un aumento superior del 20%. Estos resultados pueden explicarse por la similar composición en ácidos grasos, dado que ambos tienen menor composición de poliinsaturados que la emulsión anteriormente utilizada (Intralipid®) y ambos están enriquecidos en alfa tocoferol, con efecto protector sobre la peroxidación lipídica hepática (16).

Una de las complicaciones metabólicas que se asocia con la NP debido a la metabolización de los lípidos es la hipertrigliceridemia (17). En nuestro estudio se apreció un aumento de los triglicéridos (en ningún caso hubo que suspender los lípidos de la dieta), pero no existió diferencia entre los dos grupos, siendo similares los incrementos. También el número de pacientes afectados por un aumento mayor del 20% de los triglicéridos fue mayor que en otros lípidos plasmáticos, pero no hubo diferencias entre los 2 grupos estudiados. En cuanto a otros lípidos plasmáticos (colesterol total, LDL y HDL), también apreciamos una elevación de las cifras a los 7 días con respecto a los datos basales en todos los

pacientes, no existiendo diferencias significativas entre ambos grupos, incluidos aquellos pacientes en los que el aumento fue superior al 20%.

Tampoco se objetivaron diferencias en la duración de la NP, estancia hospitalaria, aparición de infecciones, mortalidad intra-hospitalaria y a los 6 meses del alta, variables todas relacionadas con la evolución clínica del paciente.

En la literatura existen múltiples trabajos sobre seguridad de las dos emulsiones lipídicas utilizadas en este estudio, entendida como ausencia de complicaciones hepático-biliares. Tian (18) realizó una revisión sistemática y metaanálisis en pacientes quirúrgicos sobre seguridad y eficacia de SMOF® frente a otros lípidos. Encontró 6 estudios, en 3 de ellos se comparó SMOF® vs. Intralipid®, en 1 SMOF® vs. Clinoleic®, y en 2 SMOF® vs. MCT/LCT. Los parámetros hepáticos estudiados mostraron diferencias entre SMOF® e Intralipid® pero no frente a Clinoleic® o MCT/LCT, salvo en la fosfatasa alcalina, en que hubo diferencias a favor de SMOF® contra MCT/LCT. No encontró diferencias en la estancia hospitalaria cuando comparó SMOF® frente a Intralipid® y MCT/LCT. La única diferencia que encontró entre SMOF® y Clinoleic® fue un aumento de lipoproteínas de baja densidad triglicéridos (LDL-TG) en el grupo tratado con Clinoleic® y que, según explicaba, puede deberse al contenido de MCT en la fórmula del SMOF®, el cual no puede ser almacenado en el tejido graso debido a su rápida oxidación.

En el estudio de Badia-Tahull (19) se encuentra una menor incidencia de infecciones en el grupo enriquecido con aceite de pescado, aunque no encontró diferencias en alteración de parámetros hepáticos, mortalidad, sepsis, estancia hospitalaria o duración de la NP.

Puiggrós (5) realizó un estudio durante 5 días en 28 pacientes quirúrgicos comparando 4 tipos de lípidos (entre los que no se

encontraba SMOF®), sin hallar diferencias significativas en parámetros hepáticos ni en el perfil lipídico entre los distintos grupos. Sin embargo, Piper (20) estudió 44 pacientes posoperatorios tratados con SMOF® y con Clinoleic®, encontrando a los 5 días diferencias significativas en la medida de GOT, GPT y alfa glutation S-transferasa, concluyendo que existe menos tolerabilidad hepática en los pacientes en los que se usó Clinoleic®.

Manzanares (21) realizó una revisión sistemática en pacientes críticos adultos, comparando distintos lípidos con Intralipid®, con el propósito de hallar diferencias en el curso clínico. Se analizaron 12 estudios que presentaban una gran heterogeneidad tanto clínica como estadística, y alguno de ellos con un pequeño número de pacientes. En 4 se comparaban LCT/MCT con Intralipid®, en 4 Intralipid® con SMOFlipid® y en otros 4 compara Intralipid® o MCT/LCT con Clinoleic®. El autor concluyó que los lípidos con menor proporción de omega 6 pueden asociarse con una disminución de la mortalidad, días de estancia hospitalaria y duración de la ventilación mecánica. En los estudios analizados no hay ninguno en el que comparen SMOF® con oleico.

En un estudio recientemente publicado, Gultekin y cols. analizaron parámetros bioquímicos y marcadores inflamatorios en 32 pacientes sépticos tratados con NP con distintas soluciones lipídicas: Clinoleic® y SMOF®. Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa en un marcador inflamatorio, el LTB4, no así en el marcador IL6 p TNF-alfa, ni tampoco en los parámetros lipídicos analizados (22).

Existen por tanto múltiples estudios que comparan SMOFlipid® frente a otros lípidos (no con oleico) (23-25) y de Clinoleic® frente a otros lípidos no enriquecidos en omega 3 (26-29), pero muy pocos comparativos entre el oleico y SMOFlipid® en adultos.

En las Guías de Nutrición Parenteral para el paciente crítico realizadas por la ESPEN se reconoce que el lípido basado en omega 9 (Clinoleic®) es bien tolerado en pacientes críticos, y que la adición de ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) a las emulsiones lipídicas ha demostrado un efecto beneficioso sobre los procesos inflamatorios (30). La misma sociedad no hace mención de los lípidos cuando realiza recomendaciones en el paciente quirúrgico no crítico (11).

La revisión de 2013 de las guías de nutrición de la Society of Critical Care Medicine (SCCM) y American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) recomienda reducir la carga de omega 6, pero concluyen que no hay suficientes datos para decantarse por uno u otro lípido (31). Por tanto, los resultados de nuestro estudio, precisamente por la ausencia de diferencias significativas, vienen a refrendar la realidad de la literatura y las recomendaciones de las diferentes sociedades científicas.

El presente trabajo constituye un estudio preliminar sobre un tema de gran actualidad en NP y que además se presenta como un punto clave en la modulación inflamatoria, y por tanto, en la evolución clínica del paciente. Se trata de un estudio prospectivo, aunque no randomizado, hecho sustentado por la imposibilidad de asumir el coste de un seguro para estudios aleatorizados que no cubre el centro hospitalario por la inconcreción del Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, lo que le resta peso científico. Además,

y al igual que en la mayoría de los estudios publicados, la duración media de la nutrición parenteral (alrededor de 9 días) fue corta, por lo que solo se obtuvieron los datos analíticos del 7.º día, y los resultados quizá varíasen a más largo plazo.

Otro dato a tener en cuenta es que los ácidos grasos poliinsaturados son muy sensibles a la oxidación (peroxidación lipídica) y que el exceso de ellos puede hacer aumentar el efecto oxidativo (alteración de las membranas celulares, pérdida de integridad de la membrana, bloqueo de la acción de los macrófagos, agregación de proteínas, facilitación de quimiotaxis para los fagocitos) (32), por lo que consideramos que determinar el grado de oxidación lipídica tras la exposición a lípidos distintos puede servir de ayuda para valorar cuál es más seguro y eficaz como componente de la NP (33), pero esto suponía una vez más un gasto que no podíamos asumir. También consideramos importante determinar los niveles de vitamina E por su papel antioxidante. Por estas razones y, convencidos de la necesidad de conocer qué lípido es más conveniente en la nutrición parenteral, se presentó una solicitud de ayuda al Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) en el año 2013 (PI13/01551) para un proyecto de investigación similar al realizado, en condiciones de estudio prospectivo, randomizado y ciego en pacientes quirúrgicos críticos para continuar el trabajo aquí presentado, asociando medidas de oxidación. Dicha ayuda fue concedida y en el momento actual el trabajo está en curso.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que no existen diferencias clínicas significativas en el uso de 2 tipos de emulsiones lipídicas: una enriquecida con ácidos grasos omega 3 (SMOFlipid Fresenius Kabi®) y otra con ácido oleico omega 9 (Clinoleic Baxter®). La escasa elevación de enzimas hepáticas, de los lípidos sanguíneos y la similitud en la evolución clínica en los dos grupos demuestran la seguridad de utilización de ambos tipos de lípidos.

Son necesarios estudios bien diseñados, con óptimo peso científico, que ayuden a establecer recomendaciones en cuanto al tipo de solución lipídica en función del diagnóstico y de la situación clínica del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sweeney B, Puri P, Reen DJ. Modulation of immune cell function by polyunsaturated fatty acids. *Pediatr Surg Int* 2005;21:335-40.
2. Wanten GJA, Calder P. Immune modulation by parenteral lipid emulsions. *Am J Clin Nutr* 1997;85:1171-84.
3. Grau T, Bonet A, Rubio M, Mateo D, Farré M, Acosta JA, et al. Liver dysfunction associated with artificial nutrition in critically ill patients. *Crit Care* 2007;11(1):R10. <http://ccforum.com/content/11/1/R10>
4. Calder P, Jensen G, Berthold V, Singer P, Wanten GJ. Lipid emulsions in parenteral nutrition of intensive care patients: current thinking and future directions. *Intensive Care Med* 2010;36:735-49.
5. Puiggrós C, Sanchez J, Chacon P, Sabin P, Rosello J, Bou R, et al. Evolution of lipid profile, liver function, and pattern of plasma fatty acids according to the type of lipid emulsion administered in parenteral nutrition in the early postoperative period after digestive surgery. *JPEN* 2009;33(5):501-12.

6. Rollins CJ. Effects of intravenous lipid emulsions in postoperative patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009;33(5):571-2.
7. Wichmann M, Tul P, Czarnetzki H-D, Morlion B, Kemen M, Jauch K-W. Evaluation of clinical safety and beneficial effects of a fish oil containing lipid emulsion (Lipoplus, MLF541): Data from a prospective, randomized, multi-center trial. *Critical Care Medicine* 2007;35(3):700.
8. Calder PC. Hot topics in parenteral nutrition. Rationale for using new lipid emulsions in parenteral nutrition and a review of the trials performed in adults. *Proc Nutr Soc* 2009;68:252-60.
9. Mertes N, Grimm H, Fürst P, Stehle P. Safety and efficacy of a new parenteral lipid emulsion (SMOFlipid) in surgical patients: a randomized, double-blind, multicenter study. *Ann Nutr Metab* 2006;50:253-9.
10. Goulet O, Potter S, Antebi H, Driss F, Colomb V, Bereziat G, et al. Long-term efficacy and safety of a new olive oil-based intravenous fat emulsion in pediatric patients: a double-blind randomized study. *Am J Clin Nutr* 1999;70:338-45.
11. Braga M, Ljungqvist O, Soeters P, Fearon K, Weimann A, Bozzetti F. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: surgery. *Clin Nutr* 2009;28(4):378-86.
12. Estudio EPINE-EPPS 2016. Disponible en: <http://hws.vhebron.net/epine/Descargas/EPINE-EPPS%20Protocolo.pdf>
13. Ukleja A, Romano MM. Complications of parenteral nutrition. *Gastroenterol Clin N Am* 2007;36:23-46.
14. Burrin DG, Ng K, Stoll B, Sáenz De Pipaón M. Impact of new-generation lipid emulsions on cellular mechanisms of parenteral nutrition-associated liver disease. *Adv Nutr* 2014;5(1):82-91. DOI: 10.3945/an.113.004796.
15. Moreno Villares JM. Complicaciones hepáticas asociadas al uso de nutrición parenteral. *Nutr Hosp* 2008;23(Supl.2):S25-S33.
16. Biesalski HK. Vitamin E requirements in parenteral nutrition. *Gastroenterology* 2009;137:S92-104.
17. Llop J, Vuelta M, Sabin P, y Grupo de Nutrición de los servicios de Farmacia Hospitalaria de Cataluña. Triglicéridos y nutrición parenteral. *Endocrinol Nutr* 2005;52(6):290-6.
18. Tian H, Yao X, Zeng R, Sun R, Tian H, Sh Ci, et al. Safety and efficacy of a new parenteral lipid emulsion (SMOF) for surgical patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials *Nutrition Reviews* 2013;71(12):815-21.
19. Badia-Tahull MB, Llop-Talaverón JM, Leiva-Badosa E, Biondo S, Farran-Teixidó L, Ramón-Torrell JM, et al. A randomised study on the clinical progress of high-risk elective major gastrointestinal surgery patients treated with olive oil-based parenteral nutrition with or without a fish oil supplement. *Br J Nutr* 2010;104(5):737-41. DOI: 10.1017/S0007114510001066.
20. Piper SN, Schade I, Beschmann RB, Maleck WH, Boldt J, Röhm KD. Hepatocellular integrity after parenteral nutrition: comparison of a fish-oil-containing lipid emulsion with an olive-soybean oil-based lipid emulsion. *Eur J Anaesthesiol* 2009;26(12):1076-82.
21. Manzanares W, Dhaliwal R, Jurewitsch B, Stapleton RD, Jeejeebhoy KN, Heyland DK. Alternative lipid emulsions in the critically ill: a systematic review of the evidence. *Intensive Care Med* 2013;39(10):1683-94. DOI: 10.1007/s00134-013-2999-4. Epub 2013.
22. Gultekin G, Sahin H, Inanc N, Uyanik F, Ok E. Impact of Omega-3 and Omega-9 fatty acids enriched total parenteral nutrition on blood chemistry and inflammatory markers in septic patients. *Pak J Med Sci* 2014;30(2):299-304.
23. Mertes N, Grimm H, Fürst P, Stehle P. Safety and efficacy of a new parenteral lipid emulsion (SMOFlipid) in surgical patients: a randomized, double-blind, multicenter study. *Ann Nutr Metab* 2006;50(3):253-9.
24. Klek S, Chambrier C, Singer P, Rubin M, Bowling T, Staun M, et al. Four-week parenteral nutrition using a third generation lipid emulsion (SMOFlipid)--a double-blind, randomised, multicentre study in adults. *Clin Nutr* 2013;32(2):224-31. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.06.011.
25. Thomas-Gibson S, Jawhari A, Atlan P, Brun AL, Farthing M, Forbes A. Safe and efficacious prolonged use of an olive oil-based lipid emulsion (ClinOleic) in chronic intestinal failure. *Clin Nutr* 2004;23(4):697-703. DOI: 10.1016/j.clnu.2003.11.007.
26. Umplierrez GE, Spiegelman R, Zhao V, Smiley DD, Pinzon I, Griffith DP, et al. A double-blind, randomized clinical trial comparing soybean oil-based versus olive oil-based lipid emulsions in adult medical-surgical intensive care unit patients requiring parenteral nutrition. *Crit Care Med* 2012;40(6):1792-8. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182474bf9.
27. Sala-Vila A, Barbosa V, Calder P. Olive oil in parenteral nutrition *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2007;10:165-74.
28. Mateu-de Antonio J, Grau S, Luque S, Marín-Casino M, Albert I, Ribes E. Comparative effects of olive oil-based and soyabean oil-based emulsions on infection rate and leucocyte count in critically ill patients receiving parenteral nutrition. *Br J Nutr* 2008;99:846-54.
29. García-de Lorenzo A, Denia R, Atlan P, Martínez-Ratero S, Le Brun A, Evard D. Parenteral nutrition providing a restricted amount of linoleic acid in severely burned patients: a randomised double-blind study of an olive oil-based lipid emulsion vs. medium/longchain triacylglycerols. *Br J Nutr* 2005;94:221-30.
30. Singer P, Berger MM, van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr* 2009;28(4):387-400. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.04.024. Epub 2009 Jun 7.
31. Canadian clinical practice guidelines: Composition of parenteral nutrition: Type of lipids. Available at: http://www.criticalcarenutrition.com/docs/cpgs2012/9.2_Mar-2013.pdf
32. Mühlebach S, Steger PJK. Lipid peroxidation of intravenous fat emulsions: a pharmaceutical issue with clinical impact? *Nutrition* 1998;14:720.
33. Antébi H, Mansoor O, Ferrier C, Tétégan M, Morvan C, Rangaraj J, et al. Liver function and plasma antioxidant status in intensive care unit patients requiring total parenteral nutrition: comparison of 2 fat emulsions. *JPEN* 2004;28:142-8.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Paciente crítico

Critical energy deficit and mortality in critically ill patients

Déficit crítico de energía y mortalidad en pacientes críticos

Marcia Carolina Siqueira-Paese¹, Diana Borges Dock-Nascimento¹ and José Eduardo de Aguiar-Nascimento²

¹Intensive Care Unit. Santa Rosa Hospital. Cuiabá, Brazil. ²Federal University of Mato Grosso. Campus Sinop, Brazil. ³Food and Nutrition Department. Medical School. Federal University of Mato Grosso. Centro Universitario de Varzea Grande (UNIVAG). Brazil

Abstract

Objective: We investigate the influence of caloric and protein deficit on mortality and length of hospital stay of critically ill patients.

Methods: A cohort prospective study including 100 consecutive patients in a tertiary intensive care unit (ICU) receiving enteral or parenteral nutrition. The daily caloric and protein deficit were collected each day for a maximum of 30 days. Energy deficits were divided into critical caloric deficit (≥ 480 kcal/day) and non-critical caloric deficit (≤ 480 kcal/day); and in critical protein deficit (≥ 20 g/day) and non-critical protein deficit (≤ 20 g/day). The findings were correlated with hospital stay and mortality.

Results: The mortality rate was 33%. Overall, the patients received 65.4% and 67.7% of the caloric and protein needs. Critical caloric deficit was found in 72% of cases and critical protein deficit in 70% of them. There was a significant correlation between length of stay and accumulated caloric deficit ($R = 0.37$; $p < 0.001$) and protein deficit ($R = 0.28$; $p < 0.001$). The survival analysis showed that mortality was greater in patients with both critical caloric ($p < 0.001$) and critical protein deficits ($p < 0.01$). The Cox regression analysis showed that critical protein deficit was associated with higher mortality (HR 0.25, 95% CI 0.07–0.93, $p = 0.03$).

Conclusions: The incidence of caloric and protein deficit in the ICU is high. Both caloric and protein deficits increase the length of hospital stay, and protein deficit greater than 20 g/day is an independent factor for mortality in critical care unit.

Key words:

Critical care. Enteral nutrition. Parenteral nutrition. Energy deficit. Mortality.

Resumen

Objetivo: investigar la influencia del déficit de calorías y proteínas en la mortalidad y la duración de la estancia hospitalaria de pacientes críticos.

Métodos: se realizó un estudio prospectivo de cohorte incluyendo 100 pacientes consecutivos en una unidad de cuidados intensivos (UCI) terciaria que recibían nutrición enteral o parenteral. Se registraron diariamente los déficits de calorías y proteínas durante un máximo de 30 días. Los déficits de energía y proteínas fueron divididos en: déficit crítico de calorías (≥ 480 kcal/día), déficit calórico no crítico (≤ 480 kcal/día), déficit crítico de proteínas (≥ 20 g/día) y déficit de proteínas no crítico (≤ 20 g/día). Los resultados se correlacionaron con la estancia hospitalaria y la mortalidad.

Resultados: la tasa de mortalidad fue de 33%. En general, los pacientes recibieron 65,4% y 67,7% de las necesidades calóricas y proteicas. El déficit calórico crítico se encontró en el 72% de los casos y el déficit proteico crítico en el 70% de ellos. Hubo una correlación significativa entre la duración de la estancia con el déficit calórico ($R = 0,37$; $p < 0,001$) y el déficit de proteínas ($R = 0,28$; $p < 0,001$). El análisis de sobrevida mostró que la mortalidad fue mayor en los pacientes con déficit calórico crítico ($p < 0,001$) o con déficit proteico crítico ($p < 0,01$). El análisis de regresión de Cox mostró que el déficit crítico de proteínas se asoció con mayor mortalidad (HR 0.25, IC 95% 0,07–0,93; $p = 0,03$).

Conclusiones: la incidencia de déficit de calorías y de proteínas en la UCI es alta. Tanto los déficits calóricos como proteicos aumentan la duración de la estancia hospitalaria, y el déficit de proteínas superior a 20 g/día es un factor independiente de mortalidad en la ICU.

Palabras clave:

Cuidados críticos. Nutrición enteral. Nutrición parenteral. Déficit energético. Mortalidad.

Received: 03/01/2016

Accepted: 05/02/2016

Siqueira-Paese MC, Borges Dock-Nascimento D, de-Aguiar-Nascimento JE. Critical energy deficit and mortality in critically ill patients. Nutr Hosp 2016;33:522-527

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.253>

Correspondence:

José Eduardo de Aguiar-Nascimento. Rodovia Helder Cândia 2577, Condomínio Country, casa 15. 78048-150 Cuiabá-MT. Brazil
e-mail: aguilar@terra.com.br

INTRODUCTION

Critically ill patients show high metabolic demands and they frequently have systemic inflammatory response which leads to longer hospital stay, organ failure and increased morbimortality (1-3). Some papers have shown that in critical care settings, underfeeding related to inability to deliver the required nutrients is very common. Repetitive fasting periods, enteral tube complications, and gastrointestinal intolerance are the most frequent reported problems (4-11). A multicentric study showed that the greater quantity of calories and proteins delivered the more significant clinical improvement is found especially in patients with body mass index (BMI) lower than 25 kg/m² or greater than 35 kg/m² (12).

Energy deficit is common in intensive care but only a few studies have correlated it with mortality among critically ill patients (5,6,11). In this context new data may enhance the perceptions of intensive care physicians on this important issue. Therefore, the aim of this study was to investigate the influence of protein and caloric deficit on both the length of hospital stay and mortality of critically ill patients receiving specialized nutrition therapy.

MATERIAL AND METHODS

This was a prospective, cohort study including all the adult patients of both sexes that were admitted to the intensive care

unit of the Santa Rosa Hospital in Cuiabá, Mato Grosso (Brazil). The study was approved by the REC (Research Ethical Committee) of the Julio Muller University Hospital under protocol n.º895/CEP – HUJM/2010. Exclusion criteria were: a) length of stay of less than 48 h, b) specialized nutrition therapy for less than seven days and c) oral diet as the first prescription or prior to the first seven days of hospitalization.

In the first 24 hours after admission, demographic and nutritional data were collected (Table I). Caloric and protein goals, time of initiation of the nutrition therapy (up to 12, 13-24, 25-48 or more than 48 hours after admission), the APACHE II score (13) and the number of dysfunctional organs were also collected (14).

ENERGY CALCULATIONS

Caloric and protein targets were calculated according to the ESPEN guidelines (20-25 kcal/kg/day and 1.5-2.0 g of protein/kg/day) (15,16). Energy delivered via glucose solutions and intravenous propofol was added to final calculations. Glycemic control was done to maintain glycaemia ranging from 80 to 150 mg/dL. We collected and compared data from the target (amount of calories and proteins calculated from the ESPEN protocol that should be followed), the prescription (amount of calories and protein actually prescribed by the intensivist) and the delivery (amount of calories and proteins received by the patient).

Table I. Demographic and clinical characteristics of patients who presented either critical caloric deficit (CD) or non-critical caloric (non-CD) deficit

Variable	Non-CD (n = 28)	CD (n = 72)	p
<i>Sex ratio (n, %):</i>			
Male	16 (25.4)	47 (74.6)	0.45
Female	12 (32.4)	25 (67.6)	
<i>Age in years (median-range)</i>	64 (19-93)	62 (18-94)	0.69
<i>Type of treatment at admission (n, %)*:</i>			
Trauma	0 (0)	13 (100)	0.04
Surgery**	4 (30.8)	9 (69.2)	
Medical	24 (32.4)	50 (67.6)	
<i>Apache II score (median-range)</i>	23 (11-39)	26 (9-39)	0.15
<i>Nutritional status (n, %):</i>			
A	2 (16.7)	10 (83.3)	0.24
B	14 (24.6)	43 (75.4)	
C	12 (38.7)	19 (61.3)	
<i>Initiation of nutritional therapy (%)***:</i>			
Until 12 h	11 (61.1)	7 (38.9)	< 0.01
13-24 h	12 (27.3)	32 (72.7)	
25-48 h	3 (11.5)	23 (88.5)	
> 48 h	2 (16.7)	10 (83.3)	
<i>Organ dysfunction (median-range)</i>	2.5 (0-7)	3 (0-7)	0.13

*Type of treatment at admission: Trauma > medical ($p = 0.01$, Fisher's exact test). All other comparisons were non-significant. **Major abdominal surgeries (gastrectomy, pancreatoduodenectomy, colectomy); ***Initiation of nutritional therapy: Until 12 h vs. the other three periods: ($p < 0.05$, Fisher's exact test).

CLINICAL OUTCOME

Mortality during the first 30 days after ICU admission and during all the hospital stay was registered. The length of ICU stay, the appearance of a new organ dysfunction, and the number of days on mechanical ventilation were recorded. The patients were followed up until the 30th day after admission for the energy deficit calculations due to the design of the study. Experienced intensive care physicians who were blind and not participating of the study did all prescriptions and medical decisions.

NUTRITIONAL PROTOCOL

Specialized nutrition therapy was early initiated (first 24 h after admission) in patients unable to intake oral nutrients unless they were hemodynamic unstable. Enteral nutrition (EN) was preferred over parenteral nutrition (PN). Both gastric and post-pyloric routes were prescribed. However, if EN was contra-indicated, impossible or not reaching the nutritional goals after four days, PN was immediately initiated either alone or associated with EN. Target was programmed to be reached on the 3rd day of PN and on the 4th day of EN. The stepwise increase of energy delivery was 1/3 of the goal per day for PN and 1/4 of the goal per day of EN. A wide range of either enteral or parenteral components were prescribed according to the decision of the nutrition team for each individual over time.

DEFICIT CALCULATIONS

We summed up the total amount of calories (kcal) and protein (g) calculated as target (as described above) for each patient during the ICU stay; afterwards we compared with the amount prescribed and the amount actually received. All caloric and protein deficits were registered in daily basis. The total deficit was calculated by summing up all deficits during the ICU stay. The mean deficit per patient was calculated by dividing the total amount of deficit by the number of days of ICU stay. Two levels of energy deficit were considered for analysis: critical caloric deficit defined as the mean caloric deficit above 480 kcal/day and critical protein deficit as the mean protein deficit above 20 g/day. These cutoff points were the 25th percentile of the energy deficit found in all patients.

STATISTICAL METHOD

Sample was calculated estimating that 60% of the patients who received specialized therapy either by enteral or parenteral routes would have a caloric deficit above 25%. For these patients it was estimated that the percentage of complications would be 30% higher. We estimated that for 100 patients it would be necessary to obtain 80% power analysis and 5% of type-1 error. Bivariate comparisons included Student's *t* tests, Mann-Whitney U, Chi² test, Pearson's correlation and Fisher's exact tests were used as appropriate. Survival analysis was done and Kaplan-Mayer curves

were performed to compare critical deficit and non-critical deficit for mortality using the log-rank test. All subjects were followed overtime either until an event of interest (mortality or discharge) or the end of the study. Drop-outs were censored at the time they dropped out. Distribution of survival times in several subsets of confounding variables such as nutritional status, age, APACHE II score, type of treatment (medical, surgical, or trauma) and time to initiation of nutritional therapy (before or after 24 h of admission) were also analyzed. Cox proportional-hazards regression analysis by enter procedure was used to assess the impact of independent variables on ICU mortality across the time. All variables with *p* below or equal to 0.20 in the log rank test entered the Cox analysis. The continuous variations in caloric and protein deficit were transformed into categorical variables (critical caloric deficit or non-critical caloric deficit, critical protein deficit or non-critical protein deficit) using the mean plus one standard deviation as a cutoff (≥ 480 kcal/day and ≥ 20 g of protein/day). Discrete variables are expressed as counts (percentage) and continuous variables as means $\pm$ standard deviation (SD) or median and range. Data from Cox analysis are presented as hazard ratio (HR) and 95% confidence interval (CI). Data were analyzed using SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) for Windows.

RESULTS

From April to December 2012, 618 patients were admitted to the ICU. 462 patients were excluded for either having received oral diet or being admitted for less than 48 h. Another 56 patients were ruled out due to short stay (less than 7 days). One-hundred patients (63 males and 37 females) with an average age of 65 (range 18-94) years old remained for analysis.

The median length of ICU stay was 15 (range: 7-96) days. Mechanical ventilation was required at some point of the stay for 86 subjects (median [range]: 13 [3-30] days). During the study, 69 patients presented one new organ failure with a median of one (1-5) new organ failure. The mortality rate in the 30 days period was 33% and during the whole hospital stay was 45%.

NUTRITION VARIABLES

A total of 1772 days of follow-up were observed. In a total of 242 days (13.6%) no nutrients were delivered. During the period of the study 87 patients remained for at least one day (median = 2 [range: 1-10] days) without nutritional therapy. The chosen route was EN in 81%, PN in 7%, and a combination (EN + PN) in 12% of the cases.

CALORIC DEFICIT

Only four (4%) patients did not have a caloric deficit. The patients received 65.4% of the amount of calculated calories. There was a significant decrease ($p < 0.01$) of total amount of energy provision comparing the target ($35,427 \pm 19,226$ kcal)

to the prescribed ($26,707 \pm 16,699$ kcal) and to the delivered ($23,187 \pm 15,431$ kcal) for the patients.

PROTEIN DEFICIT

There was a significant decrease ($p < 0.01$) of protein intake comparing the calculated ($1,652 \pm 926$ g) to the prescribed ($1,294 \pm 883$ g) and to the delivered ($1,118 \pm 794$ g) for the patients. Ninety-two patients had protein deficit and they received a mean of 67.7% of the total amount of protein calculated.

CRITICAL CALORIC AND PROTEIN DEFICITS

Seventy two patients presented critical caloric deficit (≥ 480 kcal/day) and 70 presented critical protein deficit (≥ 20 g of protein/day). The clinical and demographical characteristics of these patients can be seen in table I and table II. By univariate analysis, critical caloric deficit was most common in patients admitted due to trauma and when nutritional therapy was initiated after 12 h of admission. On the other hand the number of cases of critical protein deficit was greater in the trauma subset, in patients with higher Apache II score, initiation nutritional therapy after the 24 h of admission, and in those with a larger number of organ dysfunctions.

CALORIC DEFICIT AND LENGTH OF STAY

There was a significant statistical correlation between the length of hospital stay and both the accumulated caloric ($R = 0.37$; $p < 0.001$) and protein ($R = 0.28$; $p < 0.001$) deficits.

UNIVARIATE SURVIVAL ANALYSIS

There was no statistical significant difference in mortality assessed by log-rank test for comparisons of groups of patients by age ($p = 0.12$), APACHE II score ($p = 0.08$), time to initiation of nutritional therapy ($p = 0.64$), type of treatment ($p = 0.82$) and nutritional status ($p = 0.86$). Figure 1 shows the Kaplan-Meier curve for critical caloric and non-critical caloric deficit groups, and figure 2 shows the curve for critical protein or non-critical protein deficit groups. Patients with both non-critical caloric deficit (HR: 0.31 [95% CI 0.13-0.69]) and non-critical protein deficit (HR: 0.31 [95% CI 0.13-0.69]) had a significant lower mortality ($p < 0.01$).

COX REGRESSION ANALYSIS

The Cox regression model included APACHE score, age, critical caloric deficit, and critical protein deficit. The Cox regression analysis

Table II. Demographic and clinical characteristics of patients who presented either critical protein deficit (PD) or non-critical protein (non-PD) deficit

Variable	Non-PD (n = 30)	PD (n = 70)	p
<i>Sex ratio (n, %):</i>			
Male	18 (28.6)	45 (71.4)	0.68
Female	12 (32.4)	25 (67.6)	
<i>Age in years (median-range)</i>	73 (19-92)	63 (18-94)	0.15
<i>Type of treatment at admission (n, %)*:</i>			
Trauma	0 (0)	13 (100)	0.04
Surgery	4 (30.8)	9 (69.2)	
Medical	26 (35.1)	48 (64.9)	
<i>Apache II score (median-range)</i>	21 (11-39)	26 (9-39)	0.02
<i>Nutritional status (n, %)**:</i>			
A	2 (16.7)	10 (83.3)	0.02
B	13 (22.8)	44 (77.2)	
C	15 (45.5)	18 (54.5)	
<i>Initiation of nutritional therapy (%)***:</i>			
Until 12 h	12 (66.7)	6 (33.3)	< 0.01
13-24 h	15 (34.1)	29 (65.9)	
25-48 h	3 (11.5)	23 (88.5)	
48 h	0 (0)	12 (100)	
<i>Organ dysfunction (median-range)</i>	2 (0-5)	3 (1-7)	< 0.01

*Type of treatment at admission: Trauma > Medical ($p < 0.01$, Fisher's exact test); **Nutritional status: B > C ($p = 0.02$, Chi2 test); ***Initiation of nutritional therapy: 25-48 h and more than 48 h > Until 12 h and 13-24 h ($p < 0.01$, Fisher's exact test).

sis showed that non-critical protein deficit (HR 0.25, 95% CI 0.07–0.93, $P = 0.03$) remained associated with lower mortality (Tabla III).

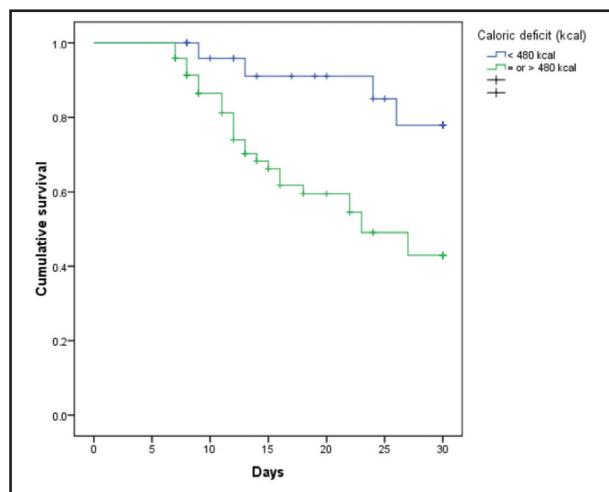


Figure 1.

Survival curve for patients with either critical caloric deficit or non-critical caloric deficit (Log-rank test: $p < 0.01$) (censored at 30 days).

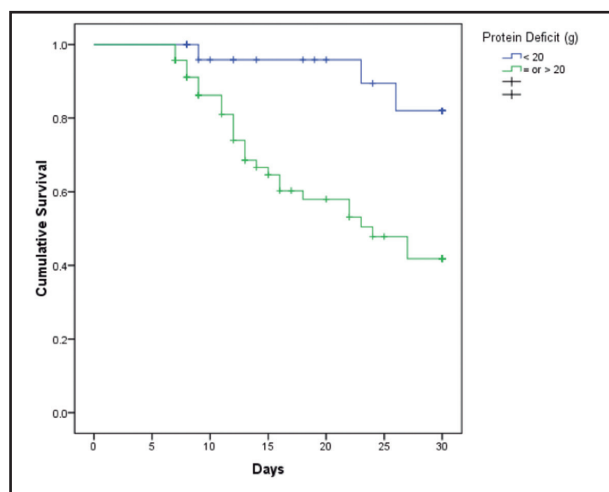


Figure 2.

Survival curve for patients with either critical protein deficit or non-critical protein deficit (Log-rank test: $p < 0.01$) (censored at 30 days).

DISCUSSION

The overall results show that the quantities of calories and proteins delivered to patients were significantly lower than those calculated (target) or prescribed. In fact, more than 90% of the patients received less than they needed. In addition, the impact caused by the above mentioned caloric and protein deficit was a significant factor to increase ICU stay as well as enhance mortality. These findings are relevant and suggest that more nutritional attention to this population of patients is needed.

Caloric and protein deficit in critically ill patients is not uncommon (5,7,12,17,18). Within this context some recent studies have pointed towards the need to follow nutrition protocols aiming at reducing this disparity (19–21) and guidelines (1,15,16,22). Our results show that even following existing guidelines there was still a caloric and protein deficit. A study showed in 22% of 2208 days of observation critically ill patients did not receive any calories (23). Another study showed that in 101 days (15.1%) of 669 observation days, no nutritional supplement was administered (5). Our findings are in agreement with these studies. All together, these numbers are alarming and may be similar in different parts of the world.

Our findings show that survival risk may decrease by 25–30% if caloric/protein deficit is present. In addition the regression analysis showed that protein deficit is an independent cause of mortality in critically ill patients. An earlier study has shown that caloric deficit is associated with complications but not with mortality (5). However, another study with similar findings showed a significant correlation between caloric and protein deficit and mortality, particularly in patients with a BMI below 25 or greater than 35 kg/m² (12). In another study involving 251 critical patients and a total of 750 days of study, mortality was significantly lower (26.2% vs. 73.3%, $p = 0.002$) in the group that achieved the caloric target by the 4th day compared with the group that did not achieve the target (24).

Nutritional deficits during the first days after ICU admission have an impact in the outcomes (4,5). Our findings show that all the patients who received nutritional therapy after the first 48 hours of admission presented critical protein deficit. In contrast, few patients who initiated in the first 12 hours of admission presented critical protein deficit. This reinforces the recommendation for early initiation of enteral feeding in critical patients (25–29).

However, this study has limitations. The number of cases in this study is small, the ICU population was not homogeneous and proteins and calories were not calculated using a calorimeter.

Table III. Cox regression model for mortality

Variable	SE	Wald	HR (95% CI)	p
Protein deficit	0.665	4.278	0.25 (0.07–0.93)	0.039
Age	0.010	2.059	1.01 (0.99–1.03)	0.151
Caloric deficit	0.578	1.549	0.48 (0.15–1.51)	0.213
Apache II	0.032	0.719	1.03 (0.96–1.09)	0.396

Nevertheless, the results come from a single hospital, taken by a single researcher and an experienced and well-qualified nutrition therapy team who has worked together for many years took care for all the patients (18,30-31). The nutritional prescriptions closely followed international society recommendations.

CONCLUSION

The incidence of caloric and protein deficit in ICU is high. Energy deficit increases ICU length of stay and protein deficit greater than 20 g per day is an independent factor of mortality in critically ill patients.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the scholarship given to Márcia Carolina de Siqueira Paese.

FUNDING

Financial support: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) of Brazil (Postgraduate scholarship granted to Márcia C.S. Paese, and Research Scholarship granted to Jose E. de Aguiar-Nascimento).

REFERENCES

- McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009;33:277-316.
- De Aguiar-Nascimento JE. The role of macronutrients in gastrointestinal blood flow. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005;8:552-6.
- De Aguiar-Nascimento JE, Dock-Nascimento DB, Bragagnolo R. Role of enteral nutrition and pharmaconutrients in conditions of splanchnic hypoperfusion. *Nutrition* 2010;26:354-8.
- Engel JM, Muhling J, Junger A, et al. Enteral nutrition practice in a surgical intensive care unit: what proportion of energy expenditure is delivered enterally? *Clin Nutr* 2003;22:187-92.
- Villet S, Chiolerio RL, Bollmann MD, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 2005;24:502-9.
- Dvir D, Cohen J, Singer P. Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr* 2006;25:37-44.
- Soguel L, Revelly JP, Schaller MD, et al. Energy deficit and length of hospital stay can be reduced by a two-step quality improvement of nutrition therapy: the intensive care unit dietitian can make the difference. *Crit Care Med* 2012;40:412-9.
- Nozaki VT, Peralta RM. Adequacy of nutritional support provided by enteral feeding: a comparison of two hospitals. *Rev Nutr* 2009;22:341-50.
- Stapleton RD, Jones N, Heyland DK. Feeding critically ill patients: what is the optimal amount of energy? *Crit Care Med* 2007;35(9 Suppl):S535-40.
- McClave SA, Sexton LK, Spain DA, et al. Enteral tube feeding in the intensive care unit: factors impeding adequate delivery. *Crit Care Med* 1999;27:1252-6.
- Rubinson L, Diette GB, Song X, et al. Low caloric intake is associated with nosocomial bloodstream infections in patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* 2004;32:350-7.
- Alberda C, Gramlich L, Jones N, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med* 2009;35:1728-37.
- Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29.
- Vincent JL, Moreno R, Takala J, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intens Care Med* 1996;22:707-10.
- Kreymann KG, Berger MM, Deutz NE, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clin Nutr* 2006;25:210-23.
- Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr* 2009;28:387-400.
- Heyland DK, Cahill N, Day AG. Optimal amount of calories for critically ill patients: depends on how you slice the cake! *Crit Care Med* 2011;39:2619-26.
- Dock-Nascimento DB, Tavares VM, de Aguiar-Nascimento JE. Evolution of nutritional therapy prescription in critically ill patients. *Nutr Hosp* 2005;20:343-47.
- Heyland DK, Cahill NE, Dhaliwal R, Wang M, Day AG, Alenzi A, et al. Enhanced protein-energy provision via the enteral route in critically ill patients: a single center feasibility trial of the PEP uP protocol. *Crit Care* 2010;14:1-14.
- Miller KR, Kiraly LN, Lowen CC, et al. CAN WE FEED? Amnemonic to merge nutrition and intensive care assessment of the critically ill patient. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2001;35:643-59.
- Casaer MP, Hermans G, Wilmer A, et al. Impact of early parenteral nutrition completing enteral nutrition in adult critically ill patients (EPaNIC trial): a study protocol and statistical analysis plan for a randomized controlled trial. *Trials* 2011;24:12-21.
- Ortiz Leyba C, Montejó González JC, Vaquerizo Alonso C. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient: update. Consensus SEMICYUC-SENPE: septic patient. *Nutr Hosp* 2011;26:67-71.
- Krishnan JA, Parce PB, Martinez A, et al. Caloric intake in medical ICU patients: consistency of care with guidelines and relationship to clinical outcomes. *Chest* 2003;124:297-305.
- Petros S, Engelmann L. Enteral nutrition delivery and energy expenditure in medical intensive care patients. *Clin Nutr* 2006;25:51-9.
- Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients: a systematic review. *Crit Care Med* 2001;29:2264-70.
- Montejó JC, Grau T, Acosta J, et al. Multicenter, prospective, randomized, single-blind study comparing the efficacy and gastrointestinal complications of early jejunal feeding with early gastric feeding in critically ill patients. *Crit Care Med* 2002;30:796-800.
- Artinian V, Krayem H, DiGiovine B. Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients. *Chest* 2006;129:960-7.
- De Aguiar-Nascimento JE, Kudsk KA. Early nutritional therapy: the role of enteral and parenteral routes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:255-60.
- Doig GS, Heighes PT, Simpson F, et al. Early enteral nutrition, provided within 24 h of injury or intensive care unit admission, significantly reduces mortality in critically ill patients: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Intensive Care Med* 2009;35:2018-27.
- De Aguiar-Nascimento JE, Bicudo-Salomao A, Portari-Filho PE. Optimal timing for the initiation of enteral and parenteral nutrition in critical medical and surgical conditions. *Nutrition* 2012;28:840-3.
- De Aguiar-Nascimento JE, Prado-Silveira BR, Dock-Nascimento DB. Early enteral nutrition with whey protein or casein in elderly patients with acute ischemic stroke: a double-blind randomized trial. *Nutrition* 2011;27:440-4.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Paciente crítico

Timing *versus* caloric goal in nutritional therapy for critically ill patients *Momento de inicio versus meta calórica en terapia nutricional para pacientes críticos*

Oellen Stuari Franzosi¹ and Sergio Henrique Loss^{1,2}

¹Post-Graduate Medical Sciences Program. School of Medicine. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brazil. ²Intensive Care Unit. Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Porto Alegre, Brazil

Abstract

Introduction: Enteral nutrition is an important therapy for severely critically ill patients. The timing and amount of energy have been highly debated.

Objective: The aim of the present study was to directly compare the timing and the caloric targets in critically ill patients.

Methods: Retrospective cohort study conducted at a single center, comparing timing and caloric goal for critically ill patients. Patients were stratified according to the start of nutritional therapy (24, 48, or more than 48 h) and the amount of energy delivered (target adequacy of previously calculated percentage in the first week). Statistical analysis was performed using parametric and non-parametric tests for independent samples and logistic regression. The results were expressed as mean $\pm$ standard deviation or incidence and percentage.

Results and discussion: There were no differences in major clinical outcomes in relation to the achievement of percentage of caloric goal at the end of the first week of the study. The beginning of caloric intake on the first day of hospitalization was associated with reduced mortality in the intensive care unit, but not with hospital mortality. The strategy of an early and limited amount of calories seems to be associated with a better outcome. Prospective studies evaluating and comparing these strategies are recommended.

Key words:

Critical care. Nutrition therapy. Early nutrition. Energy intake. Caloric goal. Mortality.

Resumen

Introducción: la nutrición enteral es una importante terapia para pacientes en estado crítico. La comparación entre el momento de inicio y el aporte calórico ha sido muy debatida.

Objetivo: el presente estudio tuvo como objetivo comparar directamente el momento de inicio y la meta calórica en pacientes críticamente enfermos mediante un estudio de cohorte retrospectivo conducido en centro único.

Métodos: se estratificaron los pacientes conforme el comienzo de la terapia nutricional (24, 48, o más de 48 horas) y la cantidad de energía suministrada (adecuación a la meta de porcentaje que, anteriormente, en la primera semana, se ha calculado). Se realizó el análisis estadístico a través de pruebas paramétricas y no paramétricas para las muestras independientes y de regresión logística. Se expresaron los resultados como la media $\pm$ la desviación típica, o la incidencia y el porcentaje.

Resultados y discusión: hasta el final de la primera semana, no hubo diferencias en los principales resultados clínicos en relación con el logro de la meta de porcentaje calórico. Se asoció el inicio de la ingesta calórica en el primer día de hospitalización con la reducción de la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos, pero no con la mortalidad hospitalaria. La estrategia de una cantidad temprana y limitada de calorías parece asociarse con un mejor resultado. Se recomienda hacer estudios prospectivos con el fin de evaluar y comparar esas estrategias.

Palabras clave:

Cuidados críticos. Terapia nutricional. Nutrición enteral precoz. Ingestión de energía. Meta calórica. Mortalidad.

Received: 16/01/2016
Accepted: 18/02/2016

Franzosi OS, Loss SH. Timing *versus* caloric goal in nutritional therapy for critically ill patients. Nutr Hosp 2016;33:528-532

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.254>

Correspondence:

Oellen Stuari Franzosi. Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Rua Ramiro Barcelos 2350, Sala 445. 90035-003 Porto Alegre, RS, Brazil
e-mail: oellen.franzosi@gmail.com

INTRODUCTION

Nutritional support is one of the most important therapeutic strategies for properly resuscitated critically ill patients (1). Both timing and energy target of nutritional therapy represent a field of active discussion (2-5). However, the early onset of nutritional therapy, within the first 24-48 hours at the intensive care unit (ICU) after proper resuscitation, and a progression to a predetermined target—generally a caloric target between 20 to 30 kcal/kg/day until the fifth to seventh day—are frequent recommendations from different guidelines and expert opinions (6-12). There are few studies that directly compare timing vs. caloric goal regarding critically ill patients and this is the aim of the present study.

METHODS

This is a cohort, retrospective, observational study, conducted at the ICU of Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) from July to October 2011. The aim of the study was to compare outcomes between two strategies of nutrition, namely, early nutrition vs. achieving a caloric goal. We included all adult patients (aged 18 years old or above) who remained at the ICU for at least seven days, submitted or not to mechanical ventilation, and could start enteral nutrition therapy in the first 48 hours. Patients already receiving enteral nutrition therapy prior to admission and those with associated oral nutritional therapy were excluded.

The project was approved by the Research Ethics Committee of HCPA, under registration number 110243. Since it is a retrospective study and data were analyzed after patients' discharge, exemption from informed consent was allowed. The authors signed a document to guarantee patients' anonymity in the use of data according to guidelines and regulatory standards for research involving human subjects.

Data collected on admission included age, gender, weight and height (to calculate body mass index [BMI]), diagnosis and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II). ICU monitoring data included nutrient dose (parenteral and/or enteral), duration of mechanical ventilation, ICU and hospital length of stay, and ICU and hospital mortality.

Energy dose was individually calculated according to institutional protocol. Basically, adult patients with BMI < 20.5 kg/m² and the elderly with BMI < 22 kg/m² should receive 30 kcal/kg per day (13). Adults with BMI ≥ 20.5 and < 30 kg/m² and normal elderly (BMI ≥ 22 kg/m²) should receive 25 kcal/kg per day. The goal of protein supply was 1.5 g/kg per day. As far as obese individuals (BMI ≥ 30 kg/m²) are concerned, specific recommendations were used (12,14). Thus, the caloric intake was estimated at 11 to 14 kcal/kg current weight or 22 to 25 kcal/kg ideal weight. The protein supply was estimated based on the ideal weight: patients with a BMI between 30-40 kg/m² should receive ≥ 2g/kg of protein and patients with BMI ≥ 40 kg/m² should receive ≥ 2.5 g/kg of protein based on ideal weight. The planned calorie dose varied daily, with approximately 30% of

the recommended target in the first 24 hours, 60% within 48 hours and 90-100% on the third day.

Patients were divided into four groups: in the first group nutritional therapy was initiated within 24 hours (NT1 group, receiving the first day a calorie amount between 20-30% of the calculated target); the second group of patients received nutritional therapy between 24 and 48 hours (NT2 group, starting on the second day a calorie amount between 20-30% of the calculated target); individuals who started feeding after 48 hours comprised the third group called "late" (NT3); and patients who achieved the calorie target (supply of at least 60% of that planned on the 5th-7th day) formed the RCG (reached caloric goal) group.

Statistical analysis was performed using parametric and non-parametric tests of data collected for independent samples, respecting the distribution of variables by using the Kolmogorov-Smirnov test.

There are overlapping data between timing groups (NT1, NT2 and NT3) and the RCG group, since a given patient in one of the timing groups could belong to the RCG group. Therefore, comparisons in these four groups were performed by logistic regression with patients in groups NT1, NT2 and NT3 subdivided according to the success or failure in achieving energy intake. Thus, for example, data from the NT1 group were conducted in the logistic regression complying with two possible scenarios: patients who were early fed and reached the caloric goal and those who were early fed and did not reach the caloric goal. The same process was applied to NT1 and NT2 groups.

Results were expressed as mean ± standard deviation (SD) or incidence and percentage. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$. Analyses were performed using IBM SPSS software, version 20.0.

RESULTS

In the study period 357 ICU admissions occurred, 126 met the inclusion criteria and were included in the final analysis. Patients were divided into four groups, according the description on methods session. Table I summarizes and compares demographic analyses between groups, with no significant differences between them (except for gender, considering that there were more women in the NT1 group, and for surgery, with fewer surgical patients in the RCG group). There is no statistically significant difference in ICU and hospital mortality between surgical and non-surgical patients. All patients but one were submitted to MV (and this patient was allocated in NT1 group once she started nutritional therapy on the first day). Length of stay and outcomes are presented in table II and show a significant reduction in mortality in patients fed within the first 24 hours. Among the patients fed within the first 24 hours (NT1), 66.6% achieved caloric goal on the 5th to 7th day. A stratified subgroup analysis based on supply adequacy was conducted within this group (NT1), and no significant differences related to this stratification in terms of mortality were noticed (Table III). Hence, reaching caloric target did not seem to influence the outcome in the early fed group. This

Table I. General characteristic of the study groups

	NT1 (20)	NT2 (67)	NT3 (36)	RCG (64)	p*
Age (years)	58.1 (22.9)	59.8 (16.3)	59.7 (15.7)	57.8 (17.6)	NS
Male	3 (15%)	21 (31.3%)	20 (55.6%)	31 (48.4%)	0.021**
BMI (kg/m ²)	24.9 (12.4)	25.8 (5.8)	26.1 (6.8)	26 (5.4)	NS
Surgery	5 (25%)	16 (23.9%)	12 (33.3%)	10 (15.4%)	0.004***
Noradrenalin ¹	9 (45%)	37 (55.2%)	20 (55.6%)	36 (56.2%)	NS
APACHE II ²	20.1 (3.42)	22.8 (7.4)	21.8 (9.4)	21.6 (7.2)	NS

Continuous variables reported as mean and standard deviation; nominal variables reported as incidence and percentage. *ANOVA for continuous variables and Chi² with residue analysis for nominal variables; NT1: Nutritional therapy in the first 24 hours with infusion of 20-30% of the dose of calories; NT2: Nutritional therapy started with the infusion of 20-30% of the dose on the second day of calories; NT3: Nutritional therapy started after day 2; RCG: reached calorie goal (energy intake of 60% or more of the previously calculated dose); ¹medium dose greater than or equal to 0.1 mcg/kg/min in the first day; ²Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II; **Significant among NT1 and others; ***Significant between RCG and others; NS: not significant.

Table II. Differences in outcomes between groups

	NT1 (20)	NT2 (67)	NT3 (36)	RCG (64)	p*
MV (days)	15.5 (8.8)***	15 (8.8)	11.8 (8.4)	14.7(9.8)	NS
LOSh (days)	53.3 (37.4)	34.5 (17.8)	40.9 (26.1)	38.8 (25.6)	NS
Death ICU	3 (15%)	29 (43.3%)	17 (47.2%)	24 (37.5%)	0.001**
Death hospital	7 (35%)	35 (52.2%)	15 (41.7%)	29 (45.3%)	NS

Continuous variables reported as mean and standard deviation; nominal variables reported as incidence and percentage. *ANOVA for continuous variables and Chi² with residue analysis for nominal variables; NT1: Nutritional therapy in the first 24 hours with infusion of 20-30% of the dose of calories; NT2: Nutritional therapy started with the infusion of 20-30% of the dose on the second day of calories; NT3: Nutritional therapy started after day 2; RCG: reached calorie goal (energy intake of 60% or more of the previously calculated dose); MV: mechanical ventilation; LOSh: length of stay at hospital; **Significant among NT1 and other; ***all patients but one were submitted to MV, and this patient started nutrition therapy on day 1, hence, the precise number of NT1 patients in this cell is 19; NS: not significant.

Table III. Mortality among patients fed the first 24 hours stratified for calorie goal

	NT1R (13)	NT1NR (7)	p
Death ICU	4 (30.8%)	2 (28.6%)	NS
Death hospital	5 (38.5%)	2 (28.6%)	NS

Nominal variables reported as incidence and percentage and analyzed with Chi². NT1R: number of patients receiving nutritional therapy in the first 24 hours and reached the caloric goal; NT1NR: number of patients receiving nutritional therapy in the first 24 hours and did not reach the calorie goal; NS: not significant.

type of stratification was also applied to NT2 and NT3 groups for performing the logistic regression in the column with repeated individuals, that is, the RCG column (Table II). An energy supply from 30% to 100% of previous caloric estimation between the 3rd and 7th day of hospitalization analyzed by residuals of Chi² did not have an impact on the outcomes. However, a logistic regression model including the most significant variables detected that early (first 24 hours) nutritional therapy remained the only significant variable in terms of reduction in ICU mortality (Table IV).

DISCUSSION

The current study compares direct early nutritional therapy, which is characterized by a more modest supply of energy (20-30% of the calculated target started on the first or second day), vs. a caloric goal-oriented strategy (energy repletion equal or higher than 60% of the calculated calorie target). Our data show that properly resuscitated critically ill patients tend to benefit from a start of nutritional therapy within 24 h of ICU admission, being in agreement with data previously reported in the literature (15,16).

We performed an analysis comparing timing of nutritional therapy vs. caloric target. The results show that early nutrition was associated with reduction in mortality while achievement of caloric goal previously proposed (60% or more of the previously performed calculation) showed no benefit on outcomes. We consider these data as being very relevant since groups were well matched (there were no significant differences in age, severity score and use of vasopressors). The EDEN Study has reported outcomes regarding the amount of calories administered to patients during the first week in ICU (17). In such study, the aim was to feed the study group with a very low amount of energy (trophic nutrition) during this time. However, we did not compare trophic nutrition vs. full nutrition nor trophic nutrition vs. time. Our study did not

Table IV. Multivariate analysis of parameters evaluated in the first week of critically ill patients associated with ICU mortality

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	p
APACHE II	21.99 (8.27)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	NS
Age (years)	59.6 (16.6)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	NS
20-30% dose	S	NS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.044 (0.01-0.93)
40% dose	N/A	N/A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
50% dose	N/A	N/A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
60% dose	N/A	N/A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
90-100% dose	N/A	N/A	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Multivariate regression analysis with a 95% confidence interval; continuous parameters expressed as mean and standard deviation. APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II; N/A: not applicable; S: variable with statistically significant result in the regression (p value and confidence interval); NS: variable with no statistically significant result in the regression.

attempt to replicate EDEN's strategies regarding nutritional support in our patients, but rather compared the outcomes of patients that started early nutritional intake vs. the patients that reached the caloric goal as of the 5th until the 7th day.

We noticed that in the population of clinical patients, supply of calories was significantly higher than in surgical patients. This is not surprising, since impairment in diet progression is often observed in surgical population. A noticeable fact in this study is that there was not a significant measurable benefit in clinical population of patients even when they received more calories.

Critically ill patients are extremely catabolic and consume their nitrogen and carbon atoms mainly stocked in lean mass (muscle) aiming at the synthesis of inflammatory proteins, generation of glucose and other amino acids to infuse energy to systems with high oxygen consumption, healing and inflammatory response (18,19). The consumption of muscle mass is associated with hyperglycemia and immunosuppression with persistent inflammation (20,21). This scenario justifies the early administration of energy and proteins, even though we know that this consumption does not cease with the exogenous nutrients supply (22,23). The amount of calories and the timing of nutritional therapy are currently subject of intense discussion. While several guidelines suggest an early and vigorous protein administration associated with a more modest supply of energy (20-30 kcal/kg/day) (6,8-12,14,23) or even less (24,25), others argue that this energy repletion can wait one week after the patient's hemodynamic resuscitation, also recommending feeding with very low caloric dose, called trophic nutrition (4,5,26,27). This approach would aim at preserving the structure of the digestive epithelium (trophic diet) and at decreasing the translocation of pathogens that perpetuate inflammatory response.

In the first scenario there is clear concern about the reduction of negative energy balance, which would be independently related to worse outcomes of severe inflamed patients. In the second one, the prevailing view is that the body does not properly incorporate nutrients during the acute phase of injury and the goal would be the structural maintenance of the digestive epithelium.

In 2012, our group evaluated the impact of achieving an appropriate percentage of energy and protein on the outcome (28). In this study, a caloric supply equal to or higher than 60% of the calculated target was defined as full diet. Groups (higher and lower than 60% of the calculated target) were very similar at admission and at the end of the observation period there was no superiority of one group over the other (28). Undoubtedly, although this study does not support hypocaloric and trophic feeding – since this strategy was not adopted in this occasion – it does not strengthen the need to achieve full, goal-oriented supply.

This study has some limitations. Being a retrospective cohort study, it has limited the determination of some important parameters on the data analysis, mainly vasopressor dose and length of use. It is a study conducted at a single center, which can limit the extrapolation of data for intensive care units as a whole. Besides, being a retrospective design, it can only produce associative data and, thus, generate hypothesis. We have no indirect calorimetry and because of that we could not parameterize our estimates of energy needs with a gold standard method. Evaluation of body composition was not performed, so that the nutritional state in this study was represented by the BMI, which has limitations in the population of critically ill patients. Furthermore, the sample does not allow an analysis of BMI subgroups. This issue is very important since there are questions regarding the adequacy of energy supply, specifically if it would impact outcomes in the extremes of the population (malnourished and obese individuals). We did not use a specific tool to assess nutritional risk of critically ill patients (such as NUTRIC - Nutrition Risk in Critically ill score) (29). Categorizing critically ill patients according to the nutritional risk would allow the identification of those who most benefit from aggressive nutritional therapy. Finally, because of the design used in this study, patients were included only if they stay at least seven days in ICU. Some patients did not reach this period of time (discharge or death). This could involve a selection bias. However, during the study period, we did not notice a significant loss of patients due this reason.

To sum up, our study shows an association between an early supply of calories and proteins (within the first 24 hours) and

reduced ICU mortality. The energy goal of critically ill patients may be lower than the currently administered dose (25-30 kcal/kg/day) and those efforts to achieve this goal might not be justified, once critically ill patients, especially those who underwent surgery, show some degree of digestive tract dysfunction that put them at risk of serious complications when undergoing more aggressive protocols of energy repletion. The strategy of an early and limited amount of calories (not necessarily trophic nutrition) seems to be associated with a better outcome. Prospective studies evaluating and comparing these strategies are recommended.

REFERENCES

1. Harvey SE, Parrott F, Harrison DA, et al. Trial of the route of early nutritional support in critically ill adults. *N Engl J Med* 2014;371:1673-84.
2. Singer P, Anbar R, Cohen J, et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2011;37:601-9.
3. Singer P, Pichard C, Heidegger CP, Wernerman J. Considering energy deficit in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13:170-6.
4. Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults. *N Engl J Med* 2011;365:506-17.
5. Choi EY, Park DA, Park J. Calorie intake of enteral nutrition and clinical outcomes in acutely critically ill patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2014;39(3):291-300.
6. Fernández-Ortega JF, Meseguer JIH, García PM. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient: Update. Consensus SEMICYUC-SENPE: Indications, timing and routes of nutrient delivery. *Nutr Hosp* 2011;26(S2):7-11.
7. Directors ABo, the Clinical Guidelines Task F. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2002;26:1SA-138SA.
8. Kreymann KG, Berger MM, Deutz NE, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clin Nutr* 2006;25:210-23.
9. McClave SA, Kozar R, Martindale RG, et al. Summary points and consensus recommendations from the North American Surgical Nutrition Summit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2013;37:99S-105S.
10. Dhaliwal R, Cahill N, Lemieux M, Heyland DK. The Canadian Critical Care Nutrition Guidelines in 2013: An update on current recommendations and implementation strategies. *Nutr Clin Pract* 2014;29(1):29-43.
11. De Aguiar-Nascimento JE, Kudsk KA. Early nutritional therapy: the role of enteral and parenteral routes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:255-60.
12. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009;33:277-316.
13. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamborg O, Stanga Z, Ad Hoc EWG. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003;22:321-36.
14. Mesejo A, Álvarez CS, Sánchez JA. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient: Update. Consensus SEMICYUC-SENPE: Obese patient. *Nutr Hosp* 2011;26(S2):54-8.
15. Doig GS, Heighes PT, Simpson F, Sweetman EA. Early enteral nutrition reduces mortality in trauma patients requiring intensive care: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Injury* 2011;42:50-6.
16. Doig GS, Heighes PT, Simpson F, Sweetman EA, Davies AR. Early enteral nutrition, provided within 24 h of injury or intensive care unit admission, significantly reduces mortality in critically ill patients: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Intensive Care Med* 2009;35:2018-27.
17. National Heart L, Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome Clinical Trials N, Rice TW, et al. Initial trophic vs full enteral feeding in patients with acute lung injury: the EDEN randomized trial. *JAMA* 2012;307:795-803.
18. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N Engl J Med* 1999;340:448-54.
19. Rice TW, Bernard GR. Therapeutic intervention and targets for sepsis. *Ann rev med* 2005;56:225-48.
20. Hasselgren P-O. Hormones and cytokines in the regulation of muscle proteolysis during sepsis. *Eur J Transl Myol* 1993;3:143-56.
21. Gentile LF, Cuenca AG, Efron PA, et al. Persistent inflammation and immunosuppression: A common syndrome and new horizon for surgical intensive care. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72:1491-501.
22. Wray CJ, Mammen JMV, Hasselgren PO. Catabolic response to stress and potential benefits of nutrition support. *Nutrition* 2002;18:971-7.
23. Hoffer LJ, Bistrian BR. Appropriate protein provision in critical illness: a systematic and narrative review. *Am J Clin Nutr* 2012;96:591-600.
24. Arabi YM, Tamim HM, Dhar GS, et al. Permissive underfeeding and intensive insulin therapy in critically ill patients: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2011;93:569-77.
25. Marik PE, Hooper MH. Normocaloric versus hypocaloric feeding on the outcomes of ICU patients: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2016;42(3):316-23.
26. Rice TW, Mogan S, Hays MA, Bernard GR, Jensen GL, Wheeler AP. Randomized trial of initial trophic versus full-energy enteral nutrition in mechanically ventilated patients with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2011;39:967-74.
27. Patiño JF, de Pimiento SE, Vergara A, Savino P, Rodríguez M, Escallón J. Hypocaloric Support in the Critically Ill. *World J Surg* 1999;23:553-9.
28. Franzosi OS, Abrahão CLO, Loss SH. Aporte nutricional e desfechos em pacientes críticos no final da primeira semana na unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva* 2012;24:263-9.
29. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care* 2011;15:R268.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Pediatría

Association of body composition indices with insulin resistance in European adolescents: the HELENA study *Asociación de índices de composición corporal con resistencia a la insulina en adolescentes europeos: el estudio HELENA*

María Sese^{1,2}, Luis A. Moreno^{1,2}, Laura Censi³, Cristina Bresidenassel⁴, Marcela González-Gross⁵, Michael Sjöström⁶, Yannis Manios⁷, Molnár Dénes⁸, Jean Dallongeville⁹, Kurt Widhalm¹⁰, Frederic Gottrand¹¹, Steffan De-Henauw¹², Ascensión Marcos¹³, Manuel Castillo-Garzón¹⁴ and David Jiménez-Pavón¹⁵

¹GENUD Research Group, ²Department of Psychiatry and Nursing. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, Spain. ³Council for Agricultural Research and Economics. Research Center for Food and Nutrition. Rome, Italy. ⁴Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften-Humanernährung. Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität. Bonn, Germany. ⁵ImFINE Research Group. Department of Health and Human Performance. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, Spain. ⁶Unit for Preventive Nutrition. Department of Biosciences and Nutrition. Karolinska Institutet. Sweden. ⁷Department of Nutrition and Dietetics. Harokopio University. Greece. ⁸Department of Pediatrics. University of Pécs. Pécs, Hungary. ⁹Research Institute of Child Nutrition Dortmund. Dortmund, Germany. ¹⁰Division of Clinical Nutrition and Prevention. Department of Pediatrics. Medical University of Vienna. Vienna, Austria. ¹¹Faculté de Médecine. Université de Lille. France. ¹²Department of Public Health. Ghent University. Ghent, Belgium. ¹³Immunonutrition Research Group. Department of Metabolism and Nutrition. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición. Madrid, Spain. ¹⁴Department of Medical Physiology. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada, Spain. ¹⁵GALENO Research Group. Department of Physical Education. School of Education. Universidad de Cádiz. Puerto Real, Cádiz. Spain

Abstract

Background: The different body components may contribute to the development of insulin resistance and type 2 diabetes mellitus. The aim of the present study was to examine the association of fat mass and fat free mass indices with markers of insulin resistance, independently of each other and giving, at the same time, gender-specific information in a wide cohort of European adolescents.

Methods: A cross-sectional study in a school setting was conducted in 925 (430 males) adolescents (14.9 ± 1.2 years). Weight, height, anthropometric, bioimpedance and blood parameters were measured. Indices for fat mass and fat free mass, and homeostatic model assessment (HOMA) were calculated. Multiple regression analyses were performed adjusting for several confounders including fat free mass and fat mass when possible.

Results: Indices of fat mass were positively associated with HOMA (all $p < 0.01$) after adjusting for all the confounders including fat free mass indices, in both sexes. Fat free mass indices were associated with HOMA, in both males and females, after adjusting for center, pubertal status, socioeconomic status and cardiorespiratory fitness, but the associations disappear when including fat mass indices in the adjustment's model.

Conclusion: Fat mass indices derived from different methods are positively associated with insulin resistance independently of several confounders including fat free mass indices. In addition, the relationship of fat free mass with insulin resistance is influenced by the amount of fat mass in European adolescents. Nevertheless, future studies should focus not only on the role of fat mass, but also on other body components such as fat free mass because its role could vary depending of the level and distribution of fat mass.

Key words:

Insulin resistance.
Adolescent. Body fat.
Obesity.

Resumen

Antecedentes: los diferentes componentes corporales pueden contribuir al desarrollo de resistencia a la insulina y diabetes mellitus de tipo 2. El objetivo del presente estudio fue examinar la asociación entre la masa grasa y la masa libre de grasa con marcadores de resistencia a la insulina, valorando de forma independiente cada uno de ellos y aportando información específica por sexo, en una amplia cohorte de adolescentes europeos.

Métodos: se realizó un estudio transversal en el ámbito escolar en 925 (430 varones) adolescentes (14,9 ± 1,2 años). Se midieron peso, talla, pliegues cutáneos e impedancia bioeléctrica. Se calcularon índices de masa grasa y libre de grasa y se calculó el índice HOMA. Se realizaron análisis de regresión múltiple ajustándolos según varios factores de confusión, incluyendo la masa libre de grasa y masa grasa cuando fue posible.

Resultados: los índices de masa grasa se asociaron positivamente con HOMA (todos $p < 0,01$) después de ajustarlos según todos los factores de confusión, incluidos los marcadores de masa libre de grasa, en ambos sexos. Los índices de masa libre de grasa se asociaron con HOMA, tanto en hombres como en mujeres, después de ajustar por país, estadio puberal, nivel socio-económico y capacidad cardiorrespiratoria, pero las asociaciones desaparecieron al incluir marcadores de masa grasa en el modelo de ajuste.

Conclusión: índices de masa grasa obtenidos según diferentes métodos se asocian con la resistencia a la insulina, independientemente de varios factores de confusión, incluyendo los índices de masa libre de grasa. Además, la cantidad de masa grasa influye en la relación de la masa libre de grasa con resistencia a la insulina en adolescentes europeos. Los estudios futuros deberían centrarse no solo en el papel de la masa grasa, sino también en el de otros componentes corporales como la masa libre de grasa, ya que su papel podría variar dependiendo del nivel y distribución de masa grasa.

Palabras clave:

Resistencia a la
insulina. Adolescente.
Grasa corporal.
Obesidad.

Received: 04/10/2015

Accepted: 21/10/2015

Sese M, Moreno LA, Censi L, Bresidenassel C, González-Gross M, Sjöström M, Manios Y, Dénes M, Dallongeville J, Widhalm K, Gottrand F, De-Henauw S, Marcos A, Castillo-Garzón M, Jiménez-Pavón D. Association of body composition indices with insulin resistance in European adolescents: the HELENA study. Nutr Hosp 2016;33:533-539

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.257>

Correspondence:

David Jiménez-Pavón. GALENO Research Group.
Department of Physical Education. School of Education.
Universidad de Cádiz. Puerto Real, Cádiz. Spain
e-mail: david.jimenez@uca.es

ABBREVIATIONS

BIA: Bioelectrical impedance or bioimpedance.
 BMI: Body mass index.
 CRF: Cardiorespiratory fitness.
 HELENA-CSS: Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study.
 HOMA: Homeostatic model assessment.
 FAS: Family affluence scale.
 FM: Fat mass.
 FMS: Fat mass calculated by Slaughter.
 FMSI: Fat mass calculated by Slaughter index.
 FFM: Fat-free mass.
 FFMB: Fat-free mass estimated from BIA.
 FFMBI: Fat-free mass estimated from BIA index.
 FFMS: Fat-free mass calculated by Slaughter.
 FFMSI: Fat-free mass calculated by Slaughter index.
 QUICKI: Quantitative insulin sensitivity check index.
 T2DM: Type 2 diabetes mellitus.

INTRODUCTION

Insulin resistance is considered as a precursor of Type 2 diabetes mellitus (T2DM), being an emerging problem among children and adolescents (1), and leading to long-term serious health consequences (2). The main risk factor for insulin resistance and T2DM is obesity, as defined by an excess of body fat (3). In adolescents, the most frequently identified features are diabetes precursors, as impaired glucose tolerance, and especially insulin resistance.

In the literature, a positive association between adiposity and insulin resistance in adolescents has been frequently described. However, in most cases simple methods to assess total body fat, such as the body mass index (BMI), have been used (4-6). Other studies used different anthropometric measurements/indices like sum of skinfold thickness (4,7), waist circumference (8) or waist-hip ratio (3). However, in adolescents, there is limited information on the role of different body components (fat and fat free mass) on insulin resistance as these indices require specific measurement methods, such as bioelectrical impedance analysis (BIA) (5,9).

The majority of the studies observed a positive association between total and abdominal body fat with insulin resistance (10). However, there are limited studies assessing the effect of other body composition compartments as fat-free mass. Fat-free mass is an indicator of muscle amount which is an important organ in insulin metabolism and action (11).

The purpose of this study was to examine the association between different body components, assessed through anthropometric and BIA methods, and insulin resistance after adjusting for several confounders, in a cohort of European adolescents.

METHODS

The HELENA-cross sectional study (HELENA-CSS) is a multi-centre study performed in ten European cities from nine countries: Herak-

lion and Athens (Greece), Dortmund (Germany), Ghent (Belgium), Lille (France), Pécs (Hungary), Rome (Italy), Stockholm (Sweden), Vienna (Austria) and Zaragoza (Spain). This study was designed to obtain reliable and comparable data on the nutritional status of urban European adolescents (12.5-17.5 years). The total sample of the HELENA-CSS fulfilling all the inclusion criteria was 3,528 adolescents. It was decided to obtain blood samples in one third of the total HELENA-CSS sample. The total sample size in which we obtained blood samples was 1,089. From the total number of adolescents with blood samples, 925 (430 males) had valid data for BMI, fat mass (FM)/fat-free mass (FFM) indices and homeostatic model assessment (HOMA) index, constituting the overall sample included in the current study. The sample size varied through the different variables used for the analysis (the specific sample sizes are defined in the corresponding tables). Data collection took place from 2006 to 2007 at school setting. Detailed description of the HELENA-CSS sampling and recruitment approaches, standardization and harmonization processes, data collection, analysis strategies, quality control activities, and inclusion criteria have been published elsewhere, with a complete description of ethical issues and good clinical practice (12,13).

ETHICS STATEMENT

The study protocol was approved by the Ethics Committee at each study centre following the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki 1964, the Good Clinical Practice, and the legislation about clinical research in humans. The original names of the ten ethics committees/institutional review boards were: 1) Ethics Committee of the Harokopio University from Athens; 2) Ethics Committee of the Medicine's University from Dortmund; 3) Ethics Committee from Ghent University Hospital; 4) Ethics Committee of the University of Crete School of Medicine from Heraklion; 5) Protection committees people from Lille; 6) A Pecs Orvostudományi és Egészségtudományi Központ Regionális Kutatási Bizottsága from Pécs; 7) Ethics Committee of Medical Activities of the University of Naples Federico II, Naples; 8) Regional Ethics Committee from Stockholm; 9) Ethics Committee of the Medicine's University from Vienne, and 10) Ethics Committee of clinic research of Aragón from Zaragoza. Written informed consent was obtained from the parents (or guardian) and adolescents participating in the study.

COVARIATES

Socioeconomic status was established by using the Family Affluence Scale (FAS), which is based on the concept of material conditions in the family to base the selection of items. Currie et al. (14) chose a set of items which reflected family expenditure and consumption that were relevant to family circumstances. Possessing these items was considered to reflect affluence and their lack, on the other hand, material deprivation. The FAS has been previously used in the HELENA-CSS as an index of socioeconomic status (15). Pubertal status was evaluated by experienced physicians according to the criteria of Tanner and Whitehouse (16).

Cardiorespiratory fitness (CRF) was measured by the progressive 20 m shuttle run test. This test required the subjects to run back and forth between two lines set 20 m apart following a running pace determined by audio signals and with an initial speed of 8.5 km/h, increasing by 0.5 km/h every minute (1 minute equals one stage). The test was finished when the adolescent failed to reach the end lines concurrent with the audio signals on two consecutive occasions and the final score was computed as the number of stages completed (precision of 0.5 stages).

BODY COMPOSITION

Anthropometry

The anthropometric method followed in the HELENA-CSS has been described in detail by Nagy et al. (17). In brief, body height was measured to the nearest 0.1 cm with a stadiometer (SECA 225; SECA, Hamburg, Germany) while adolescents were standing barefoot. Body mass was determined to the nearest 0.05 kg using a balance scale (SECA 861; SECA, Hamburg, Germany) with the subject in their underwear. BMI was calculated as body mass (kg) divided by height (m) squared. A set of six skinfold thicknesses (biceps, triceps, subscapular, suprailiac, thigh and medial calf) were measured three consecutive times on the left side of the body, with a Holtain caliper (Holtain, Ltd., Wales, UK) to the nearest 0.2 mm. The waist circumference was measured using a non-elastic tape (SECA 200; SECA, Hamburg, Germany) to the nearest 0.1 cm, according to Lohman's anthropometric standardization reference manual (18). In every city, the same trained investigator made all skinfold thickness measurements. For all the skinfold thickness measurements, intra-observer technical errors of measurement were smaller than 1 mm and reliability, greater than 95%. Inter-observer reliability for skinfolds was higher than 90% (17).

We calculated FM percentage (% FM) from skinfold thickness measurements using the Slaughter's equations (19) which have shown to be a valid equation in adolescents (20). FFM Slaughter (FFMS) in kilograms was derived by subtracting fat mass from total body weight.

Bioelectrical impedance analysis

For BIA measurements, a classical tetra-polar bioelectrical device was used by means of a 50 KHz BIA 101 AKERN (Akern Srl., Firenze, Italy). Standard instructions for BIA measurements were followed (21). FFM was estimated from BIA (FFMB) as marker of muscle mass using validated formulas and, consequently, FM from BIA (FMB) was calculated by subtraction.

Fat mass and fat-free mass indices

FM and FFM indices were calculated by dividing FM or FFM by the square of height in meters as proposed in previous studies (22).

BLOOD SAMPLES

Detailed blood handling procedures have been described elsewhere (23). Serum concentrations of glucose and insulin were measured after an overnight fast. The HOMA index was calculated as: (fasting insulin [pmol/l]/6.945) x (fasting glucose [mmol/l]/22.5) (24). A quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI) was calculated as $QUICKI = 1/(\log \text{insulin } [\mu\text{U/mL}] + \log \text{glucose } [\text{mg/dl}])$ (25).

STATISTICAL ANALYSIS

The data are presented as mean $\pm$ standard deviation, unless otherwise stated. To achieve normality in the residuals, sum of six skinfold thickness, % FM, FM Slaughter (FMS), FMS index (FMSI) and FMB index (FMBI) were transformed to the natural logarithm and HOMA was raised to the power of $1/3$.

Multiple linear regression models were used to study the associations of both indices of FM and FFM with HOMA (outcome), after adjusting for pubertal status, socioeconomic status, country, indices of FM or FFM and cardiorespiratory fitness. Regression analysis was performed for different models in table II. Model I included pubertal status, socioeconomic status and country (entered as dummy variable) as confounders. Model II included model I plus the corresponding FFM index. Model III included model II plus cardiorespiratory fitness. In table III model I was similar to table II and model II included model I plus the corresponding FM index. Model III included model I plus cardiorespiratory fitness and model IV included model III plus the corresponding FM index. Sensitivity analyses were performed using QUICKI instead of HOMA and the results did not change (data not shown).

The analyses were performed using the Predictive Analytics SoftWare (PASW, version 20; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and the level of significance was set to 0.05.

RESULTS

Table I shows the descriptive characteristics of the study sample. All fat mass indicators were significantly higher in females than in males. At the opposite all fat-free mass indicators were higher in males than in females.

The results of the multiple linear regression models showing the association of indices of body fat with HOMA after adjusting for country, pubertal status and socioeconomic status (model I), FFM indicators (model II: model I plus corresponding FFM indicators) and cardiorespiratory fitness (model III: model II plus cardiorespiratory fitness) are presented in table II for males and females. In males, all indicators of FM were positively associated with HOMA (all $p < 0.01$) in model I, II and III. In females, all indicators of FM were positively associated with HOMA in model I and II (all $p < 0.001$) but only FMS and FMSI were associated with HOMA in model III ($p < 0.01$).

Table III shows the association of indicators of FFM with HOMA after adjusting for country, pubertal status and socioeconomic

Table I. Descriptive characteristics of the studied sample of European adolescents

	All (n = 925)			Males (n = 430)			Females (n = 495)			p value
Age (years)	14.9	±	1.2	14.9	±	1.3	14.9	±	1.2	0.672
Puberal status (I/II/III/IV/V) ^a	1/5/19/44/31			1/7/19/42/30			0/4/19/46/31			
Weight (kg)	59.3	±	12.7	62.7	±	14.3	56.2	±	10.2	< 0.001
Height (m)	1.66	±	0.09	1.70	±	0.10	1.62	±	0.07	< 0.001
BMI (kg/m ²)	21.4	±	3.7	21.5	±	4.0	21.4	±	3.4	0.677
Cardiorespiratory fitness (stages) ^b	4.8	±	2.8	6.3	±	2.8	3.4	±	1.8	< 0.001
<i>Indices of insulin resistance</i>										
Insulin (μIU/mL)	10.1	±	7.6	10.1	±	8.7	10.2	±	6.5	0.750
HOMA	2.3	±	1.9	2.3	±	2.2	2.3	±	1.6	0.572
QUICKI	0.151	±	0.013	0.152	±	0.014	0.151	±	0.012	0.096
<i>Body composition; fat mass indices</i>										
% Fat mass S (%) ^{a,b,c}	23.5	±	9.4	20.1	±	10.8	26.4	±	6.9	< 0.001
Fat mass S (kg) ^{b,c}	14.5	±	8.4	13.5	±	10.0	15.3	±	6.6	< 0.001
Fat mass index S (kg/ht ²) ^{b,c}	5.3	±	3.0	4.6	±	3.5	5.8	±	2.5	< 0.001
Fat mass B (kg) ^{b,d}	12.5	±	7.2	10.3	±	6.9	14.5	±	6.8	< 0.001
Fat mass index B (kg/ht ²) ^{b,d}	4.6	±	2.7	3.5	±	2.4	5.5	±	2.5	< 0.001
<i>Body composition; fat-free mass indices</i>										
Fat-free mass S (kg) ^c	44.6	±	8.2	49.2	±	8.9	40.9	±	5.2	< 0.001
Fat-free mass index S (kg/ht ²) ^c	16.1	±	1.7	16.8	±	1.7	15.6	±	1.4	< 0.001
Fat-free mass B (kg) ^d	46.6	±	8.7	52.2	±	8.9	41.7	±	4.6	< 0.001
Fat-free mass index B (kg/ht ²) ^d	16.8	±	1.8	17.9	±	1.8	15.9	±	1.1	< 0.001

All values are mean ± standard deviation or ^apercentages. B: Bioimpedance; BMI: Body mass index; HOMA: Homeostasis Model Assessment; S: Slaughter. Non-transformed data are presented in this table, but analyses were performed on ^blog-transformed data, ^ccalculated from Slaughter (19) and ^d derived from bioimpedance.

status (model I), FM indicators (model II: model I plus corresponding FM indicator) or cardiorespiratory fitness (model III: model I plus cardiorespiratory fitness) and FM indicator and cardiorespiratory fitness simultaneously (model IV: model III plus the corresponding FM indicator) for males and females. In males, FFMB was positively associated with HOMA in models I and III (both $p < 0.001$), but not in models including adjustments by FM indicators (models II and IV). FFMBI was significantly associated with HOMA in all the models of adjustment (all $p < 0.001$). In females, all the FFM indices were significantly associated with HOMA in model I (all $p < 0.05$); while FFMB and FFMBI were associated with HOMA in model III. No FFM indicator was associated with HOMA in models including adjustment by FM indicators (models II and IV).

DISCUSSION

The main finding of our study indicates that all the FM indices derived from different methods are positively associated with indices of insulin resistance independently of several confounders

including FFM as index of muscle mass in both genders. Moreover, FFM seem to be related with insulin resistance in some cases but this association is mainly mediated by FM component, and when the relationship is adjusted by FM significance disappeared and the direction of this turned on negative (without significance).

Our results concur with recent published data in which the relationship between adiposity (triceps and subscapular skinfold thickness) and total body fat from dual energy X-ray absorptiometry in their associations with insulin resistance (HOMA) was analyzed for a large sample of US adolescents (26). They found that triceps and subscapular skinfold thicknesses estimate insulin resistance and identify those at highest risk for insulin resistance. Skinfold thickness provides an inexpensive and widely applicable measure of fatness that is appropriate for studies of insulin resistance and perhaps other metabolic variables in adolescents. Moreover, Carneiro et al. (2014) showed in 148 adolescents how several anthropometric indices were statistically and positively correlated to HOMA, however, any index of FFM was considered in this study (27). Weding VK et al. described in 1,298 adolescents that one of the best predictor of HOMA was percentage of body fat (BIA) suggesting that this can be attributed partly to the ability

Table II. Linear regression models showing the association of indices of body fat with HOMA

		Model I			Model II				Model III		
<i>Males</i>	N	β	R ²	p	β	R ²	p	N	β	R ²	p
Fat mass S (kg) ^{a,b}	430	0.401	0.202	< 0.001	0.430	0.203	< 0.001	352	0.438	0.202	< 0.001
Fat mass S Index (kg/ht ²) ^{a,b}		0.417	0.206	< 0.001	0.416	0.204	< 0.001		0.423	0.201	< 0.001
Fat mass B (kg) ^{a,c}		0.353	0.161	< 0.001	0.299	0.164	< 0.001		0.258	0.163	< 0.001
Fat mass B index (kg/ht ²) ^{a,c}		0.354	0.164	< 0.001	0.218	0.19	< 0.001		0.189	0.187	< 0.01
<i>Females</i>											
Fat mass S (kg) ^{a,b}	495	0.295	0.149	< 0.001	0.327	0.149	< 0.001	365	0.200	0.166	< 0.01
Fat mass S index (kg/ht ²) ^{a,b}		0.294	0.149	< 0.001	0.325	0.149	< 0.001		0.205	0.164	< 0.01
Fat mass B (kg) ^{a,c}		0.237	0.126	< 0.001	0.215	0.126	< 0.001		0.091	0.16	0.231
Fat mass B index (kg/ht ²) ^{a,c}		0.236	0.127	< 0.001	0.201	0.128	< 0.001		0.083	0.16	0.283

Model I includes country, pubertal status, socioeconomic status. Model II includes model I plus the corresponding fat mass marker. Model III includes II plus cardiorespiratory fitness. β : Standardized regression coefficients; R²: Coefficients of determination; B: bioimpedance; HOMA: Homeostasis Model Assessment; ht: Height; S: Slaughter. ^a: Log-transformed data; ^b: Calculated from Slaughter (19); ^c: Derived from bioimpedance. Fat mass indexes calculated by dividing fat mass by the square of height in meters.

Table III. Linear regression models showing the association of indices of fat free mass with HOMA

	Model I (n = 430)			Model II (n = 430)			Model III (n = 352)			Model IV (n = 352)		
<i>Males</i>	β	R ²	p	β	R ²	p	β	R ²	p	β	R ²	p
Fat free mass S (kg) ^a	0.102	0.06	0.098	-0.074	0.203	0.223	0.098	0.08	0.16	-0.096	0.202	0.174
Fat free mass S Index (kg/ht ²) ^a	0.096	0.061	0.078	0.005	0.204	0.916	0.099	0.082	0.101	-0.014	0.201	0.814
Fat free mass B (kg) ^b	0.31	0.117	< 0.001	0.105	0.164	0.114	0.297	0.134	< 0.001	0.127	0.163	0.090
Fat free mass B index (kg/ht ²) ^b	0.367	0.168	< 0.001	0.227	0.190	< 0.001	0.343	0.175	< 0.001	0.232	0.187	< 0.001
<i>Females</i>	Model I (n = 495)			Model II (n = 430)			Model III (n = 365)			Model IV (n = 365)		
Fat free mass S (kg) ^a	0.112	0.089	< 0.05	-0.06	0.149	0.269	0.103	0.149	0.057	0.001	0.166	0.991
Fat free mass S Index (kg/ht ²) ^a	0.010	0.089	< 0.05	-0.058	0.149	0.282	0.081	0.146	0.134	-0.018	0.164	0.779
Fat free mass B (kg) ^b	0.146	0.099	< 0.01	0.042	0.126	0.428	0.148	0.159	< 0.01	0.094	0.160	0.179
Fat free mass B index (kg/ht ²) ^b	0.163	0.105	< 0.001	0.064	1.280	0.219	0.146	0.160	< 0.01	0.099	0.160	0.136

Model I includes country, pubertal status, socioeconomic status. Model II includes model I plus the corresponding fat mass marker. Model III includes I plus cardiorespiratory fitness. Model IV includes III plus the corresponding fat mass marker. β : standardized regression coefficients; R²: coefficients of determination; B: bioimpedance; HOMA: Homeostasis Model Assessment; ht: Height; S: Slaughter; ^a: Calculated from Slaughter (19); ^b: Derived from bioimpedance. Fat Mass Indexes calculated by dividing fat mass by the square of height in meters.

of percentage body fat to model HOMA among leaner participants (28). However, it is of importance to highlight that none of the cited studies studied the role of muscle mass neither accounted in their analyses for indices of muscle mass derived from Slaughter or BIA, which in some cases could affect these kinds of relationships. In this regard, our findings indicate the positive association between indices of fat mass and insulin resistance remains significant after adjusting for several confounders including muscle components in both genders.

On the other hand, the specific role of muscle components on insulin resistance has been little studied. Lee et al. (2013) studied the relationship of insulin sensitivity with intermuscular adipose

tissue, skeletal muscle mass (whole-body magnetic resonance imaging) and quality in 40 obese adolescent boys (29). They reported intermuscular adipose tissue and skeletal muscle quality, but not muscle mass, were associated with insulin sensitivity in obese adolescent boys after adjusting for pubertal status and race. However, Unni et al. (2009) analyzed the association of muscle mass (appendicular lean soft tissue) and body fat percentage (dual-energy X-ray absorptiometry) with insulin sensitivity in 51 young Indian men. They showed body fat percentage, BMI and muscle mass correlated with insulin resistance. Moreover, in the stepwise multiple linear regression model only BMI and muscle mass enter in the model and explained 49% of the variance in insulin sensi-

tivity (30). Despite using precise methods to assess muscle mass, these studies did not concluded in the same direction regarding the role of muscle mass on insulin resistance/sensitivity. Some aspects that could contribute to the controversy results between studies are the lack of a strong statistical adjustment model and the sample size of the studies. However, our study showed in an initial model that muscle mass was positively associated with insulin resistance in 925 European adolescents after adjusting for pubertal status, socioeconomic status, country and cardiorespiratory fitness. Moreover, when FM was included in the adjustment's model the association disappeared and the direction of association was inverted. These findings indicated that FM is a mediation factor in the role of muscle mass on insulin resistance in European adolescents.

Despite the fact that muscle is an important location for glucose disposal and insulin sensitivity, it is plausible that a low muscle mass and reduced muscle oxidation capacity (31) may act as determinant of whole-body fat oxidation and therefore, fat balance (32), thereby creating an interaction between fat and muscle mass as underlying mechanism related with insulin resistance.

The overall findings from this research could be useful for future studies in considering the different body components and adjustments when studying the relationship of body composition with insulin resistance. Although the study is not representative enough to recommend the generalization of its results to the population, it is plausible to suggest that the interaction between body components and insulin resistance could have a similar pattern in other adolescent populations, making these findings more interesting.

The present study has several limitations. Due to its cross-sectional design, the observed associations cannot be interpreted to reflect causal relationships. In addition, body composition has been measured with indirect methods (Slaughter equation and an estimating formula from BIA). However, several studies considered these methods as valid and accurate tools (18,19,33). Although FFM may be considered as an index of muscle mass, the way it was measured could include some bias as FFM also includes bone and residual mass. An important strength is the large and heterogeneous sample with gender-specific information, to control for several confounders including indices of fat mass and muscle.

Fat mass indices derived from different methods are positivity associated with insulin resistance independently of several confounders including fat free mass indices. In addition, the relationship of fat-free mass with insulin resistance is mediated by the amount of fat mass in European adolescents. Nevertheless, future studies should focus not only on the role of fat mass, but also in other body components such as fat free mass because its role could vary depending of the level and distribution of fat mass in adolescents.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge all participating children and adolescents, and their parents and teachers for their collaboration.

We also acknowledge all the members involved in the field work for their efforts and great enthusiasm.

The HELENA study takes place with the financial support of the European Community Sixth RTD Framework Programme (Contract FOOD-CT-2005- 007034). This study was also supported by the Spanish Ministry of Health: Maternal, Child Health and Development Network (number RD08/0072) (LMA) and (CIBERObn CB12/03/30038), and co-financed by the European Regional Development Fund (MICINN-FEDER).

Dr. Jiménez-Pavón was supported by a grant from the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO) (grant nº:RYC-2014-16938).

There are no relationships with industry. Authors have (none) no conflicts of interest. All the authors are independent of commercial funding agencies. All authors had full access to all of the data (including statistical reports and tables) and take responsibility for the integrity and accuracy of the data and their analyses. Many thanks to Petra Pickert and Anke Carstensen for their contribution to laboratory work.

REFERENCES

1. Mizokami-Stout K, Cree-Green M, Nadeau KJ. Insulin resistance in type 2 diabetic youth. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2012;19(4):255-62.
2. Cizza G, Brown RJ, Rother KI. Rising incidence and challenges of childhood diabetes. A mini review. *J Endocrinol Invest* 2012;35(5):541-6.
3. Faria ER, Franceschini Sdo C, Peluzio Mdo C, Sant'ana LF, Priore SE. Correlation between metabolic and body composition variables in female adolescents. *Arq Bras Cardiol* 2009;93(2):119-27.
4. Addo OY, Himes JH. Are field measures of adiposity sufficient to establish fatness-related linkages with metabolic outcomes in adolescents? *Eur J Clin Nutr* 2014;68(6):671-6.
5. Carneiro IB, Sampaio HA, Carioca AA, Pinto FJ, Damasceno NR. Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2014;58(8):838-43.
6. Correia-Costa L, Santos AC, Severo M, Guerra A, Schaefer F, Caldas Afonso A, et al. Sex-specific mediating role of insulin resistance and inflammation in the effect of adiposity on blood pressure of prepubertal children. *PLoS One* 2015;10(6):e0132097.
7. Nisanci Kilinc F, Cagdas DN. Diet and physical activity interventions do have effects on body composition and metabolic syndrome parameters in overweight and obese adolescents and their mothers. *Turk J Pediatr* 2013;55(3):292-9.
8. Silva F, Ferreira E, Goncalves R, Cavaco A. Pediatric obesity: The reality of one consultation. *Acta Med Port* 2012;25(2):91-6.
9. Tang Q, Ruan H, Tao Y, Zheng X, Shen X, Cai W. Effects of a summer program for weight management in obese children and adolescents in Shanghai. *Asia Pac J Clin Nutr*;23(3):459-64.
10. Gobato AO, Vasques AC, Zambon MP, Barros Filho A de A, Hessel G. Metabolic syndrome and insulin resistance in obese adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(1):55-62.
11. DeFronzo RA, Tripathy D. Skeletal muscle insulin resistance is the primary defect in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009;32(Suppl2):S157-63.
12. Beghin L, Castera M, Manios Y, Gilbert CC, Kersting M, De Henauw S, et al. Quality assurance of ethical issues and regulatory aspects relating to good clinical practices in the HELENA Cross-Sectional Study. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl5):S12-S18.
13. Moreno LA, González-Gross M, Kersting M, Molnar D, De Henauw S, Beghin L, et al. Assessing, understanding and modifying nutritional status, eating habits and physical activity in European adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutr* 2008;11(3):288-9.
14. Currie CE, Elton RA, Todd J, Platt S. Indicators of socioeconomic status for adolescents: The WHO Health Behaviour in School-aged Children Survey. *Health Educ Res* 1997;12(3):385-97.

15. Jiménez-Pavón D, Ortega FP, Ruiz JR, Espana-Romero V, García-Artero E, Moliner-Urdiales D, et al. Socioeconomic status influences physical fitness in European adolescents independently of body fat and physical activity: The HELENA study. *Nutr Hosp* 2010;25(2):311-6.
16. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child* 1976;51(3):170-9.
17. Nagy E, Vicente-Rodríguez G, Manios Y, Beghin L, Iliescu C, Censi L, et al. Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in a multicenter study in adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl5):S58-65.
18. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois; 1988:183.
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 youth. *Hum Biol* 1988;60(5):709-23.
20. 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(10):1158-66.
21. Vicente-Rodríguez G, Rey-López JP, Mesana MI, Poortvliet E, Ortega FB, Polito A, et al. Reliability and intermethod agreement for body fat assessment among two field and two laboratory methods in adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20(1):221-8.
22. 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(6):1316-26.
23. González-Gross M, Breidenassel C, Gómez-Martínez S, Ferrari M, Beghin L, Spinneker A, et al. Sampling and processing of fresh blood samples within a European multicenter nutritional study: Evaluation of biomarker stability during transport and storage. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl5):S66-75.
24. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. (1985) Homeostasis model assessment: Insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*; 28:412-9.
25. Katz A, Nambi SS, Mather K, et al. (2000) Quantitative insulin sensitivity check index: A simple, accurate method for assessing insulin sensitivity in humans. *J Clin Endocrinol Metab*;85:2402-10.
26. Addo OY, Himes JH. Are field measures of adiposity sufficient to establish fatness-related linkages with metabolic outcomes in adolescents? *Eur J Clin Nutr* 2014;68(6):671-6.
27. Carneiro IB, Sampaio HA, Carioca AA, Pinto FJ, Damasceno NR. Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2014;58(8):838-43.
28. Wedin WK, Díaz-Giménez L, Convit AJ. Prediction of insulin resistance with anthropometric measures: Lessons from a large adolescent population. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2012;5:219-25.
29. Lee S, Kim Y, White DA, Kuk JL, Arslanian S. Relationships between insulin sensitivity, skeletal muscle mass and muscle quality in obese adolescent boys. *Eur J Clin Nutr* 2012;66(12):1366-8.
30. Unni US, Ramakrishnan G, Raj T, Kishore RP, Thomas T, Vaz M, et al. Muscle mass and functional correlates of insulin sensitivity in lean young Indian men. *Eur J Clin Nutr* 2009 Oct;63(10):1206-12.
31. Oberbach A, Bossenz Y, Lehmann S, Niebauer J, Adams V, Paschke R, et al. Altered fiber distribution and fiber-specific glycolytic and oxidative enzyme activity in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29(4):895-900.
32. Morio B, Hocquette J-F, Montaurier C, Boirie Y, Bouteloup-Demange C, McCormack C, et al. Muscle fatty acid oxidative capacity is a determinant of whole body fat oxidation in elderly people. *Am J Physiol* 2001;280:E143-E149.
33. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr* 2003;77(2):331-40.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Pediatría

Nutritional approach of inpatients with anorexia nervosa

Abordaje nutricional de pacientes ingresados con anorexia nerviosa

José Manuel Marugán de Miguelsanz¹, María del Carmen Torres Hinojal¹, María Soraya Geijo Uribe², María Paz Redondo del Río², Beatriz Mongil López¹, Inés de Brito García-Sousa¹, Irene Caballero Sanz¹ and José María Eiros Bouza³

¹Department of Gastroenterology and Pediatric Nutrition. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, Spain. ²Unit of Child and Adolescent Psychiatry. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, Spain. ³Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid, Spain

Abstract

Anorexia nervosa (AN) is the most prevalent of eating disorders in children and adolescents, and its treatment is long and complex, involving a multidisciplinary team. Nutritional rehabilitation and restoration of a healthy body weight is one of the central goals in the initial stages of inpatient treatment. However, current recommendations on initial energy requirements for these patients are inconsistent, with a clear lack of controlled studies, available scientific evidence and global consensus on the most effective and safe refeeding practices in hospitalized adolescents with anorexia nervosa (AN). Conservative refeeding recommendations have been classically established in order to prevent the refeeding syndrome. Nevertheless, various works have recently appeared advocating a higher initial caloric intake, without observing more complications or refeeding syndrome, and allowing a shorter average stay. We present our experience in the treatment of restricting AN with a conservative progressive treatment. We have obtained good results with this approach, which was well tolerated by patients, with no observing complications. As a consequence, the medical team could establish a pact about the therapeutic goals with the patients in an easier way.

Key words:

Anorexia nervosa.
Adolescent.
Nutritional treatment.

Resumen

La anorexia nerviosa (AN) es el trastorno del comportamiento alimentario más prevalente en niños y adolescentes; su tratamiento es largo y complejo, e involucra a múltiples profesionales. La rehabilitación nutricional y la recuperación de un peso corporal normal es uno de los objetivos centrales en las fases iniciales del tratamiento del paciente ingresado. Sin embargo, las recomendaciones actuales sobre los requerimientos energéticos iniciales para estos pacientes son inconsistentes, con una clara ausencia de estudios controlados, evidencia científica disponible y consenso global sobre la forma de realimentación más efectiva y segura en adolescentes ingresados con anorexia nerviosa (AN). Clásicamente se han recomendado una realimentación conservadora para prevenir el síndrome de realimentación. No obstante, han aparecido recientemente varios trabajos recomendando una ingesta calórica inicial más elevada, sin observar más complicaciones ni síndrome de realimentación, y asociadas a estancias medias más cortas. Presentamos aquí nuestra experiencia en el tratamiento de la AN restrictiva con un tratamiento progresivo conservador. Hemos obtenido buenos resultados con este abordaje, bien tolerando por los pacientes, y sin observar complicaciones. Gracias a él, el equipo médico pudo establecer más fácilmente un acuerdo sobre los objetivos terapéuticos con el paciente.

Palabras clave:

Anorexia nerviosa.
Adolescente.
Tratamiento
nutricional.

Received: 14/11/2015
Accepted: 16/11/2015

Marugán de Miguelsanz JM, Torres Hinojal MC, Geijo Uribe MS, Redondo del Río MP, Mongil López B, de Brito García-Sousa I, Caballero Sanz I, Eiros Bouza JM. Nutritional approach of inpatients with anorexia nervosa. Nutr Hosp 2016;33:540-543

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.258>

Correspondence:

José Manuel Marugán de Miguelsanz.
Department of Gastroenterology and Pediatric
Nutrition. Hospital Clínico Universitario de Valladolid.
C/ Ramón y Cajal, 3. 47003 Valladolid, Spain
e-mail: jmmarugan@telefonica.net

INTRODUCTION

Anorexia nervosa (AN) is a common, serious and potentially life-threatening mental disorder, with a 10:1 female-male ratio, and it is the most prevalent of eating disorders in children and adolescents. It has a typical onset in adolescence and high rates of medical complications, as well as psychosocial and psychiatric comorbidity, with a remarkable impairment of the health-related quality of life (1,2). Nearly half of adolescent girls with AN will develop at least one additional psychiatric disorder in their lifetime, most commonly major depressive and anxiety disorders (1), and AN has the highest mortality rate among psychiatric diseases (3).

In the last edition of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) (4), AN fell into the category of disordered eating, where there is an irrational fear of normal body weight, a desire for thinness and avoiding weight gain, leading to body image distortion (5-7). It is characterized by a severe restriction in energy intake that leads to low body weight. The principal diagnostic changes from DSM-IV-TR are the removal of the amenorrhea criterion due to a lack of clinical utility and the recognition that a large percentage of individuals with AN do not report a fear of fatness or weight gain. Thus, to meet criteria for AN, individuals can either report a fear of weight gain or the presence of persistent behavior that interferes with weight gain (1).

The rate of adolescents presenting anorexia nervosa is increasing, perhaps due to the change in the diagnostic criteria (8), and patients are presenting it at an earlier age. Approximately 40% of all new cases appear in 15-19 year-old-females (5).

Many adolescents with AN practice vegetarianism with high fiber, low fat, normal protein levels, and low or normal carbohydrate intakes, which often do not meet basal nutritional requirements (5).

The treatment for AN is long and complex, involving a multidisciplinary team. In addition to nutritional rehabilitation, cognitive-behavioral psychotherapy and family therapy have all shown to be effective in treating patients with anorexia nervosa (7,9). Nutritional rehabilitation and restoration of a healthy body weight is one of the central goals in the initial stages of inpatient treatment for children and adolescents with AN, manifesting underweight or medically compromised, and it is an essential step for overall rehabilitation and recovery (5,10,11).

However, current recommendations on initial energy requirements for this patients are inconsistent, with a clear lack of controlled studies, available scientific evidence and global consensus on the most effective and safe refeeding practices in hospitalized adolescents with AN (6,8,12). The most common inpatient practice, based on international guidelines such as those of the American Dietetic Association (13), is conservative and begins the refeeding process cautiously. Inpatient programs often start weight rehabilitation on low-calorie diets of 1,000-1,200 kcal/day, typically 30-40 kcal/kg body weight/day or even less (until 10-20 kcal/kg/day) in severely-emaciated patients, with a progressive increase during the time of hospitalization, because of concerns about refeeding syndrome (5,6). The goal is to achieve an average weekly weight gain of 0.5 to 1 kg in inpatient setting (14,15), but for others it would be 1-2 kg/week during hospitalization (5).

Since refeeding syndrome was first described in the 1950s (16,17), it has been documented in patients with AN (18-20), and conservative refeeding recommendations have been established (21). Refeeding syndrome is primarily developed during the first fortnight after starting refeeding. Later in the refeeding process, most guidelines recommend a stepwise increase of daily intake such as 100-200 kcal/day (5).

However, various works have recently appeared advocating a higher initial caloric intake, without observing more complications or refeeding syndrome, and allowing a shorter average stay. Moreover, some authors argue that initiating very low energy intakes can have deleterious effects on weight gain (8). Refeeding syndrome is caused by a correction of malnutrition which is too fast, but on the other hand, we also need to avoid underfeeding caused by a rate of refeeding which is too cautious (22,23).

We describe in this study our experience about the nutritional therapy in adolescent patients with anorexia nervosa, according to an established method of refeeding.

METHODS

This observational study was carried out in a group of AN inpatients admitted in a regional specific adolescent psychiatric unit, initially diagnosed by the DSM-IV-R criteria, and subsequently by the DSM-V criteria when they were published (4). This service is the only inpatient unit of child and adolescent psychiatry in our region.

The aim of this study was to examine weight gain, adverse events, prevalence of refeeding syndrome, and average length of stay, by reviewing retrospectively the charts data of a consecutive unselected AN sample during 7 years, from May 2007 to July 2014. Moreover, clinical, biochemical, and nutritional data were collected up during this review. The admission in the unit was decided by the Department of Psychiatry, and there was no serious nutritional commitment in all the cases. There may have been different psychiatric reasons than the nutritional ones causing this hospital admission. We have only included the cases of restricting AN which had been made an indirect calorimetry. We have discarded the cases of bulimia nervosa and binge eating/purging subtypes of AN.

All patients underwent a protocol of refeeding starting with a 1,000 calories diet, and with a progressive increase as tolerated of 200 kcal every 3-4 days until 2,000 kcal were reached before discharge.

No systematic additional mineral and vitamin supplementation was provided to patients.

On admission, a complete analytical study was conducted in all cases, including hemogram parameters and biochemistry, thyroid hormones, and serologic testing for celiac disease. The clinical analysis was repeated if needed by evolution, or in the presence of symptoms of refeeding syndrome.

The body composition (fat mass [FM], and fat-free mass [FFM]) was calculated by anthropometric methods (skinfold thickness). In most cases we evaluated the resting energy expenditure (REE) by fasting indirect calorimetry in the first days (Deltatrac). Data were collected in the morning, after 12 h of fasting.

We define a theoretical “healthy body weight” or “expected weight” as a goal of nutritional therapy before discharge, indicative goal for psychiatrists, the cut-off point to grade 1 thinness of Cole et al. (24), adjusted for age and sex.

In case of readmission, only the first entry in the unit was analyzed.

RESULTS

This study included 50 adolescents under 18 years of age (average age 14.51 ± 1.55 years, with an age range of 11.3-17.5 years). This age was significantly higher in males than females (15.38 vs. 14.23 y) ($p < 0.05$).

Among our patients, 76% were women, keeping a male/female ratio of 3.1/1. In this series an unusual high percentage of males is observed.

The average body mass index at admission and discharge were respectively 15.45 ± 1.14 , and 17.58 ± 0.77 kg/m², and the average Z-scores, taking Spanish graphics (Carrascosa, 2010) into consideration, were -1.54 ± 0.33 and -0.93 ± 0.26 , with no differences between sexes. At admission, 48% of them showed grade 1 thinness, 32% presented grade 2, and 18% had grade 3 of Cole.

No serious electrolyte disturbance was observed in any of the patients on admission, although some of them needed initial intravenous fluids due to mild hypoglycemia and no recent intake. They did not show any symptoms suggesting refeeding syndrome in evolution, and none received vitamin and mineral oral supplements. Nevertheless, the patients may have received psychiatric drug treatment during their stay. However, almost all cases had abdominal pain at baseline, and occasionally diarrhea.

The average resting energy expenditure (REE) in these patients on admission was 827.11 kcal $\pm$ 178.65 Kcal. When adjusted for FFM, the REE kcal/kg FFM ratio was 24.55 ± 4.75 . There were no gender differences in these parameters. In a previous research, we studied a control group of healthy children between 8-17 years, who presented a significantly lower REE of $1,353 \pm 270$ kcal, and the REE/FFM ratio was 37.37 ± 3 ($p < 0.05$) (25). Only 4 cases (8%) needed enteral feeding by nasogastric tube temporarily as they did not achieve the oral intake goal, with a polymeric standard formulae; and 8 cases (16%) needed energy supplements for a while to help managing the nutritional objective. The average length of stay was 44.54 ± 17.75 days.

Patient cooperation was always adequate, and it was easy to establish therapeutic agreements about nutritional goals between the patient and the medical team. This was likely due to our slow and progressive dietary pattern.

After hospital discharge, patients were followed for some time in the day hospital or in their home-provinces.

DISCUSSION

Regaining weight during hospitalization and the maintenance of this weight gain after discharge have been shown to be one

of the major prognostic factors and predict favorable short and long-term outcomes, and these have been associated with an improvement in a number of psychological and medical complications (5,11). Restoring weight in young patients can also reverse growth retardation, developmental delay, and compromised bone density (6).

Apart from other options, such as day hospital treatment or outpatient therapy, inpatient is the treatment of choice in moderately to severely ill adolescents. We must take into account that adolescents with AN often do not want to be hospitalized and tend to experience hospitalization as more coercive than adults patients do (5).

One of the medical complications that can occur by treating severely malnourished patients is a refeeding syndrome, which is a potentially fatal disease. The adverse effects of rapid acute refeeding have been known since the experience with rehabilitation of concentration camp survivors. This syndrome is caused by a shift in fluid and electrolytes (particularly phosphate) from the extracellular to intracellular spaces upon refeeding, when insulin is released in response to an influx of nutrients (particularly carbohydrate). This results in electrolyte abnormalities, in particular hypophosphatemia, hypokalemia, and hypomagnesemia, glucose intolerance and thiamine deficiency, and can cause muscle weakness, delirium, coma, ataxia, arrhythmias and congestive heart failure or arrest (11). A review of the literature has revealed an average incidence rate of refeeding hypophosphatemia of 14% (8).

In order to prevent this syndrome, current recommendations for refeeding in anorexia nervosa (AN) are conservative, beginning around 1,000-1,200 calories (26). Nevertheless, some authors have denounced an “underfeeding syndrome” (22,23). Due to the lack of scientific evidence and risks of under and overfeeding, researchers have started to investigate feeding regimes in hospitalized adolescents with AN.

In 2010, Whitelaw et al. published the first report of higher calorie meal-based refeeding showing good outcomes, beginning around 1,900 calories and increasing by 500 calories in the first 5 days, but 37% of patients required phosphate supplementation for hypophosphatemia (27).

After this, Garber et al. compared moderately malnourished adolescents with AN during refeeding on higher calorie diets starting around 1,800 calories (1,400-2,400) and advancing by about 120 calories per day in the first week, *versus* lower calorie diets starting around 1,100 calories (800-1,200) and advancing by approximately 100 calories per day (21,26). Higher calorie diets increased the rate of weight gain and shortened the stay for hospitalized adolescents with AN, although they had a greater tendency to receive phosphate supplementation to avoid refeeding syndrome, and 45% of participants had a low serum phosphorus level.

Furthermore, similar experiences have been recently published (28,29), showing no increase in the refeeding syndrome incidence. However, in order to reach that effect, they have more often resorted to nasogastric feeding, which can damage the psychological engagement with the patients (30,31).

Besides, most authors state that refeeding syndrome depends more on the degree of malnutrition at admission, than on the

speed of caloric intake (6,21,32). As a matter of fact, even at low caloric intakes, refeeding syndrome has still been documented (8,29).

All these data could support more aggressive approaches to nutritional rehabilitation for hospitalized adolescents with AN compared to current recommendations and practice (10).

Yet, we must also consider other relevant aspects. Providing such big amounts of food to the inpatient could cause an increase in the level of anxiety and, consequently, treatment resistance (11). Furthermore, abdominal discomfort and psychological distress may appear. Moreover, this approach would require monitoring levels of phosphorus, magnesium, potassium, and calcium at least for the first 5 days; and an electrocardiogram (EKG) should be also carried out. What is more, with that more aggressive approach, additional mineral and vitamin systematic supplementation ought to be performed, and the patient's level of satisfaction should also be assessed, as well as the long-term evolution and the number of readmissions. Finally, the results in adolescents and adults must be analyzed separately.

On the contrary, as other authors (33), we have obtained good results with a classic progressive pattern, which was well accepted and tolerated by patients, without observing complications. This approach allowed a kind of pact to be made regarding the therapeutic goals between the patients and the medical team.

As it has recently been claimed by a panel of European experts (5), there is an urgent need to improve the available evidence base and resulting clinical guidance to decision-making in the management of the adolescent inpatient management, refeeding and nutritional rehabilitation of AN.

REFERENCES

- Kelly NR, Shank LM, Bakalar JL, Tanofsky-Kraff M. Pediatric feeding and eating disorders: Current state of diagnosis and treatment. *Curr Psychiatry Rep* 2014;16:446. DOI: 10.1007/s11920-014-0446-z.
- Naab S, Schlegl S, Korte A, Heuser J, Fumi M, Fichter M, et al. Effectiveness of a multimodal inpatient treatment for adolescents with anorexia nervosa in comparison with adults: An analysis of a specialized inpatient setting. *Treatment of adolescent and adult anorexics. Eat Weight Disord* 2013;18:167-73.
- Brown C, Mehler PS. Medical complications of anorexia nervosa and their treatments: an update on some critical aspects. *Eat Weight Disord* 2015;20(4):419-25. DOI 10.1007/s40519-015-0202-3
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 5th ed. (DSM-5TM). Washington, DC: American Psychiatric Association; 2013.
- Herpertz-Dahlmann B, Van Elburg A, Castro-Fornieles J. ESCAP Expert Paper: New developments in the diagnosis and treatment of adolescent anorexia nervosa - A European perspective. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2015. DOI 10.1007/s00787-015-0748-7.
- Rocks T, Pelly F, Wilkinson P. Nutrition therapy during initiation of refeeding in underweight children and adolescent inpatients with anorexia nervosa: A systematic review of the evidence. *J Acad Nutr Diet* 2014;114:897-907.
- Westmoreland P, Krantz MJ, Mehler PS. Medical complications of anorexia nervosa and bulimia. *Am J Med* 2015 Jul 10. pii: S0002-9343(15)00582-3. DOI: 10.1016/j.amjmed.2015.06.031. E-pub ahead of print.
- O'Connor G, Nicholls D. Refeeding hypophosphatemia in adolescents with anorexia nervosa: A systematic review. *Nutr Clin Pract* 2013;28:358-64.
- Le Grange D. Examining refeeding protocols for adolescents with anorexia nervosa (again): Challenges to current practices. *J Adolesc Health*. 2013;53:555-6.
- Leclerc A, Turrini T, Sherwood K, Katzman DK. Evaluation of a nutrition rehabilitation protocol in hospitalized adolescents with restrictive eating disorders. *J Adolesc Health* 2013;53:585-9.
- Marzola E, Nasser JA, Hashim SA, Shih PA, Kaye WH. Nutritional rehabilitation in anorexia nervosa: Review of the literature and implications for treatment. *BMC Psychiatry* 2013;13:290.
- Suárez-Pinilla P, Peña-Pérez C, Arbaizar-Barrenechea B, Crespo-Facorro B, Del Barrio JA, Treasure J, et al. Inpatient treatment for anorexia nervosa: A systematic review of randomized controlled trials. *J Psychiatr Pract* 2015;21:49-59.
- Position of the American Dietetic Association: Nutrition intervention in the treatment of anorexia nervosa, bulimia nervosa, and other eating disorders. *J Am Diet Assoc* 2006;106:2073-82.
- American Psychiatric Association: *Treatment of patients with eating disorders*. 3rd ed. *Am J Psychiatry* 2006;163(Supl. 7):4-54.
- NICE: Core interventions in the treatment and management of anorexia nervosa, bulimia nervosa and related eating disorders (Clinical Guideline 9). British Psychological Society, London: National Collaborating Centre for Medical Health; 2004.
- Schnitker MA, Mattman PE, Bliss TL. A clinical study of malnutrition in Japanese prisoners of war. *Ann Intern Med* 1951;35:69-96.
- Keys A, Brozek K, Henschel A, et al. *The biology of human starvation*. Minneapolis: University of Minnesota Press; 1950.
- Fisher M, Simpser E, Schneider M. Hypophosphatemia secondary to oral refeeding in anorexia nervosa. *Int J Eat Disord* 2000;28:181-7.
- Kohn MR, Golden NH, Shenker IR. Cardiac arrest and delirium: Presentations of the refeeding syndrome in severely malnourished adolescents with anorexia nervosa. *J Adolesc Health* 1998;22:239-43.
- Boateng AA, Sriram K, Meguid MM, Crook M. Refeeding syndrome: Treatment considerations based on collective analysis of literature case reports. *Nutrition* 2010;26:156-67.
- Garber AK, Mauldin K, Michihata N, Buckelew SM, Shafer MA, Moscicki AB. Higher calorie diets increase rate of weight gain and shorten hospital stay in hospitalized adolescents with anorexia nervosa. *J Adolesc Health* 2013;53:579-84.
- Le Grange D, Lock J, Accurso EC, Agras WS, Darcy A, Forsberg S, et al. Relapse from remission at two- to four-year follow-up in two treatments for adolescent anorexia nervosa. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2014;53:1162-7.
- Katzman DK. Refeeding hospitalized adolescents with anorexia nervosa: Is "start low, advance slow" urban legend or evidence based? *J Adolesc Health* 2012;50:1-2.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut-offs to define thinness in children and adolescents: International survey. *BMJ* 2007;335(7612):194.
- Marugán de Miguelsanz JM, Redondo del Río MP, Alonso-Franch M, Calvo Romero C, Torres Hinojal MC. Increase resting energy expenditure by fat-free mass in children and teenagers with constitutional leanness. *Nutr Hosp* 2011;26:589-93.
- Garber AK, Michihata N, Hetnal K, Shafer MA, Moscicki AB. A prospective examination of weight gain in hospitalized adolescents with anorexia nervosa on a recommended refeeding protocol. *J Adolesc Health* 2012;50:24-9.
- Whitelaw M, Gilbertson H, Lam PY, Sawyer SM. Does aggressive refeeding in hospitalized adolescents with anorexia nervosa result in increased hypophosphatemia? *J Adolesc Health* 2010;46:577-82.
- Agostino H, Erdstein J, Di Meglio G. Shifting paradigms: Continuous nasogastric feeding with high caloric intakes in anorexia nervosa. *J Adolesc Health* 2013;53:590-4.
- Golden NH, Keane-Miller C, Sainani KL, Kapphahn CJ. Higher caloric intake in hospitalized adolescents with anorexia nervosa is associated with reduced length of stay and no increased rate of refeeding syndrome. *J Adolesc Health* 2013;53:573-8.
- Hart S, Franklin RC, Russell J, Abraham S. A review of feeding methods used in the treatment of anorexia nervosa. *J Eat Disord* 2013;1:36. DOI: 10.1186/2050-2974-1-36. eCollection 2013.
- Elzakkars IF, Danner UN, Hoek HW, Schmidt U, van Elburg AA. Compulsory treatment in anorexia nervosa: a review. *Int J Eat Disord* 2014;47:845-52.
- Gentile MG. Enteral nutrition for feeding severely underfed patients with anorexia nervosa. *Nutrients* 2012;4:1293-303.
- Hofer M, Pozzi A, Joray M, Ott R, Hähni F, Leuenberger M, et al. Safe refeeding management of anorexia nervosa inpatients: An evidence-based protocol. *Nutrition* 2014;30:524-30.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Pediatría

Composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de bajo peso al nacer, residentes en el estado de Querétaro, México

Body composition in children between 8 and 10 years of age, with a history of low birth weight in Querétaro, México

María Elena Rojo-Trejo¹, Diana Beatriz Rangel Peniche¹, María del Rocío Arellano Jiménez¹ y Ernesto Francisco Sabath Silva^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México. ²Unidad Estatal de Hemodiálisis. Hospital General de Querétaro. Santiago de Querétaro, México

Resumen

Introducción: el bajo peso al nacer (BPN) es un factor de riesgo para desarrollar obesidad en la vida adulta.

Objetivo: evaluar diferencias en la composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad con y sin antecedente de BPN.

Métodos: fue un estudio observacional, transversal comparativo. Participaron 112 niños (95 con adecuado peso al nacer [APN] y 17 con BPN). Se realizó antropometría (peso, talla, circunferencias de cintura y cadera, pliegue cutáneo de tríceps [PCT] y subescapular [PCSE]).

Resultados: se encontró una prevalencia combinada del 41% para sobrepeso y obesidad en ambos grupos de estudio. El porcentaje de grasa corporal total fue menor en las niñas con BPN (no significativo); sin embargo, el indicador PCT-PCSE fue significativamente más alto ($p = 0,04$) que el de las niñas con APN. En contra de lo esperado, al estratificar según porcentaje de grasa y peso al nacer, se encontró que el grupo con BPN presentó un porcentaje de grasa bajo ($p < 0,05$) en comparación con el grupo de APN, siendo 6 veces mayor la posibilidad de que un niño con BPN presente porcentaje de grasa total bajo a esta edad.

Conclusiones: a estas edades no se encontró mayor porcentaje de grasa en el grupo con BPN en comparación con el de APN; sin embargo, las niñas con BPN presentaron mayor deposición de grasa troncal que las de APN. La deposición de grasa es un indicador que hay que considerar, y no únicamente el índice de masa corporal, en la evaluación nutricional infantil.

Palabras clave:

Bajo peso al nacer. Obesidad. Composición corporal. Escolares.

Abstract

Introduction: Low birth weight is a risk factor for the development of obesity in adulthood.

Objective: The aim of this study was to assess differences in body composition in 8 to 10-year old, children with or without a history of low birth weight (LBW).

Methods: This was a cross-sectional comparative study. A sample of 112 children were included, 95 with adequate birth weight (ABW) and 17 with a history of LBW. Anthropometric measurements were taken (body height and weight, waist and thigh circumferences, triceps [TSF] and subscapular skinfolds [SESF]).

Results: A 41% combined prevalence for overweight and obesity was found in both groups. Total body fat in LBW girls was lower (not significant) than that in the ABW group, however the TSF-SESF index was higher ($p = 0.04$) in LBW girls than in ABW girls. When stratifying by body fat percentage and body weight history, the LBW group had a lower body fat percentage ($p < 0.05$) compared with the ABW group, and six times the possibility of having low fat storages at this age.

Conclusions: In these children, total fat mass was not higher in the LBW group as expected, although LBW girls tend to deposit more fat at the trunk compared with ABW counterparts. When assessing children, body fat deposition should be taken into account and not only body mass index.

Key words:

Low birth weight. Obesity. Body composition. Grade-school children.

Recibido: 27/11/2015
Aceptado: 11/02/2016

Esta investigación fue parcialmente financiada por Fondos para la Investigación FOFI-UAQ-2013, con registro FNN201404.

Rojo-Trejo ME, Rangel Peniche DB, Arellano Jiménez MR, Sabath Silva EF. Composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de bajo peso al nacer, residentes en el estado de Querétaro, México. Nutr Hosp 2016;33:544-548

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.259>

Correspondencia:

María Elena Rojo-Trejo. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de Las Campanas, s/n. Las Campanas. 76010 Santiago de Querétaro, México
e-mail: merojo@outlook.com

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el bajo peso al nacer (BPN) como un peso inferior a 2.500 g, independientemente de la edad gestacional. El BPN guarda una estrecha relación con la acumulación excesiva de grasa, que se considera un factor clave para el desarrollo y progresión de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes mellitus, hipertensión arterial, dislipidemia, resistencia a la insulina, enfermedad renal crónica, entre otras (1). El patrón de adiposidad es variable, ya que depende del sexo, de la etapa ontogénica, de factores ambientales que modulan la expresión de genes implicados en la composición corporal y de la etnia (2). El estudio de la composición corporal en etapa infantil y, particularmente, de la acumulación de grasa en diferentes sitios, predice riesgos de obesidad en la edad adulta, por lo que su evaluación en periodos de crecimiento acelerado (como es la pubertad) es de gran importancia, ya que de esta forma se pueden hacer intervenciones tempranas con el fin de prevenir la obesidad (3) (Guo y cols, 2002). Al punto en el cual se ve acelerada la acumulación de grasa corporal se le conoce como rebote de adiposidad, y describe el momento en el cual la curva del índice de masa corporal (IMC) comienza a incrementarse debido a una acumulación de masa grasa; rebote que ocurre entre los 5 y 8 años de edad (4,5) (Rolland-Cachera y cols, 1984). Sin embargo, este proceso se presenta aproximadamente a los 6 años de edad en niños con BPN y tiende a ser más acentuado cuando el incremento de peso se da de manera acelerada en los primeros años de vida, lo que además aumenta considerablemente el riesgo para desarrollar obesidad, resistencia a la insulina y enfermedad cardiovascular en la edad adulta (5,6). Ibáñez y cols. (2008) (7) reportaron en niños españoles de 6 años con antecedente de BPN la presencia de 50% más grasa visceral, en comparación con niños con adecuado peso al nacer (APN), incluso comparados con niños sin sobrepeso. Lo anterior se considera el resultado de una programación que comprende una menor proporción de masa muscular. Así, existe asociación entre el BPN, menor superficie corporal y mayor tendencia al desarrollo de adiposidad, particularmente de tipo abdominal (8-10).

OBJETIVO

El objetivo del estudio fue evaluar diferencias en la composición corporal de niños escolares entre 8 y 10 años de edad con y sin antecedente de bajo peso al nacer.

MÉTODOS

DISEÑO

Fue un estudio observacional, de tipo transversal, comparativo, que se llevó a cabo en 112 niños entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de BPN; 95 con APN y 17 con BPN.

POBLACIÓN

Participaron niños de ambos sexos, con al menos 37 semanas de gestación (SDG), con y sin antecedente de BPN (1.501-2.500 g). Como criterios de exclusión se consideraron: niños con infección activa en el momento del estudio, diagnóstico previo de enfermedad crónica no transmisible, trastornos del desarrollo o discapacidad física.

MEDICIONES Y ANÁLISIS

Prevía autorización del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales y siguiendo lo estipulado por la Declaración de Helsinki, se invitó a participar a niños adscritos a dos escuelas en Santa María Magdalena, a escuelas de Santa Rosa Jáuregui, Jurica y Lomas de Casa Blanca, en el municipio de Querétaro, y a la unidad médica en La Griega, a cargo del Sistema DIF en el municipio del Marqués del estado de Querétaro.

ANTROPOMETRÍA Y COMPOSICIÓN CORPORAL

Se tomó talla, peso, circunferencia de cintura (CC), pliegue cutáneo tricipital (PCT) y pliegue cutáneo subescapular (PCSE). Estas medidas se realizaron por duplicado, con base en los lineamientos de la International Society for Advance of Kinanthropometry (ISAK) (11), y en caso de encontrar diferencias de 0,5 cm en circunferencias o de 0,2 mm en panículos adiposos, se realizó una tercera medición. Para obtener el diagnóstico nutricional se utilizó el *software* Anthroplus de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con base en puntaje Z; se utilizaron los indicadores de talla-edad (T-E), peso-edad (P-E) e IMC-edad (IMC-E) (12).

El porcentaje de grasa corporal se estimó empleando la combinación de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital, los cuales reflejan grasa subcutánea central y periférica, respectivamente; además se calculó el índice tríceps/subescapular, el cual es un indicador de grasa troncal (13,14). El porcentaje de grasa se estratificó en rangos, para lo cual se utilizaron las tablas de Laurson KR y cols. (2011) (15). Se consideró un percentil igual o menor a 10 como porcentaje de grasa bajo, entre los percentiles 25 y 75 como porcentaje de grasa normal, entre el percentil 85 y 90 como sobrepeso y un percentil mayor o igual a 90 como obesidad. Para valorar acumulación de grasa visceral y riesgo metabólico se midió la circunferencia de cintura y se consideraron como riesgo valores superiores al percentil 90 de las tablas de Fernández y cols. (2004) (16).

Se utilizó estadística descriptiva como promedios y desviaciones estándar. Para evaluar la asociación entre variables se realizó regresión lineal y correlación de Pearson o Spearman, según distribución de la variable. Para obtener diferencias entre los grupos de estudio, en las variables continuas y con distribución normal, se utilizó la prueba T de Student. Las variables categóricas fueron evaluadas con Chi-cuadrado con cálculo de razón de momios (OR). Se consideró estadísticamente significativa una $p < 0,05$. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS v.22 para Windows.

RESULTADOS

Participaron 112 niños (95 con APN y 17 con BPN). El 52,6% fueron mujeres (47 con APN y 11 con BPN) y 47,3% hombres (48 con APN y 6 con BPN). En la tabla I se presenta el descriptivo antropométrico de la población. Se observa que los indicadores de P-E en los niños con BPN se encuentran en su totalidad normales, mientras que en el indicador T-E se encuentran un 3% y 6% con diagnóstico

Tabla I. Diagnóstico nutricio con base en indicadores antropométricos

Indicador	Clasificación	APN (n = 95)	BPN (n = 17)
P-E	Peso elevado	6,3%	-
	Normal	91,6%	100%
	Bajo peso	2,1%	-
T-E	Adecuada	97%	94%
	Baja	3%	6%
IMC-E	Emaciación	2%	-
	Adecuado	52%	59%
	Sobrepeso	37%	35%
	Obesidad	9%	6%

APN: adecuado peso al nacer; BPN: bajo peso al nacer; P-E: peso para la edad; T-E: talla para la edad; IMC-E: índice de masa corporal para la edad.

de talla baja en niños con APN y BPN, respectivamente, en tanto que el indicador de IMC-E refleja una prevalencia de sobrepeso y obesidad de más del 40% en ambos grupos. En los resultados estratificados por sexo y peso al nacer (Tabla II), se encontraron diferencias en los pesos al nacer, lo cual es lógico dada la naturaleza del estudio. También se encontraron diferencias significativas en los indicadores de P-E ($p = 0,006$) y T-E ($p = 0,012$), siendo menores en las niñas con BPN en comparación con las de APN. Llama la atención que a pesar de que el porcentaje de grasa corporal total fue menor en las niñas con BPN (no significativo), su indicador PCT-PCSE fue significativamente más alto ($p = 0,04$) que el de las niñas con APN. Al estratificar según porcentaje de grasa y peso al nacer se encontró que el grupo con BPN presentó un porcentaje de grasa bajo ($p < 0,05$), en comparación con el grupo de APN (Tabla III). Dado el resultado anterior, se llevó a cabo el cálculo de la razón de ocurrencia vs. no ocurrencia de bajo porcentaje de grasa, encontrándose que fue 6 veces mayor la posibilidad de que un niño con antecedente de BPN presentara porcentaje de grasa total bajo, en comparación con niños con APN. Al realizar las correlaciones entre los parámetros antropométricos y de composición corporal con el peso al nacer, únicamente se encontró una correlación positiva débil entre el IMC y el peso al nacer (Tabla IV).

DISCUSIÓN

A lo largo de los años ha habido una gran inquietud por explicar la asociación que tiene el BPN con distintas alteraciones meta-

Tabla II. Características descriptivas por sexo y peso al nacer

	Hombres		Mujeres	
	APN (n = 48)	BPN (n = 6)	APN (n = 47)	BPN (n = 11)
Peso al nacer (kg)	3,2 ± 0,3 ^a	2,4 ± 0,2	3,1 ± 0,3 ^a	2,3 ± 0,2
Edad gestacional (semanas)	38 ± 1	38 ± 0,8	38 ± 1	38 ± 1
Edad (años)	9,4 ± 0,8	10 ± 0,8	9,3 ± 0,8	9,9 ± 0,8
Peso (kg)	32,9 ± 10	34,1 ± 7	34 ± 8	31 ± 10
Talla (cm)	132,7 ± 8	137 ± 9	134 ± 6	132,6 ± 8
IMC (kg/m ²)	18 ± 4	18 ± 2,3	19 ± 4	17 ± 4
P-E (z-score)	-0,5 ± 1	0,74 ± 5	0,56 ± 1 ^b	-1,1 ± 0,4
T-E (z-score)	-0,6 ± 8	-0,3 ± 1	-0,32 ± 0,8 ^c	-1,04 ± 0,8
IMC-E (z-score)	0,6 ± 1	0,7 ± 1	0,7 ± 1,3	-0,6 ± 1
Cintura (cm)	64 ± 11	66 ± 12	65 ± 9	61 ± 10
IC/E	0,5 ± 0,06	0,5 ± 0,6	0,5 ± 0,6	0,5 ± 0,05
PCT (mm)	12 ± 5	12 ± 4	14 ± 5	14 ± 9
PCSE (mm)	11 ± 7	10 ± 4	14 ± 7	12 ± 9
PCT/PCSE	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,4	1,1 ± 0,3 ^d	1,3 ± 0,5
Grasa corporal %	20 ± 8	20 ± 6	24 ± 7	22 ± 10

IMC: índice de masa corporal; P-E: peso en relación con la edad; T-E: talla en relación con la edad; Cintura: circunferencia de cintura; IC/E: índice cintura en relación con la estatura; PCT: pliegue cutáneo tricipital, PCSE: pliegue cutáneo subescapular. Diferencias en el mismo sexo; ^{a,b} $p < 0,001$; ^{c,d} $p < 0,05$.

Tabla III. Distribución de niños por diagnóstico de porcentaje de grasa corporal

Diagnóstico según porcentaje de grasa	APN (n = 95)	BPN (n = 17)
Bajo	13%	47%*
Normal	61%	35%
Sobrepeso	6%	11%
Obesidad	20%	5%

*Chi-cuadrado $p < 0,05$.**Tabla IV. Correlaciones entre variables de composición corporal con bajo peso al nacer**

Variable	Coefficiente de correlación (r)	p
IMC (kg/m ²)	0,197	0,03 ¹
Cintura (cm)	0,130	NS
IC/E (cm)	0,116	NS
PCT (mm)	0,026	NS
PCSE (mm)	0,126	NS
PCT/PCSE	-0,114	NS
Grasa corporal (%)	-0,177	NS

¹Correlación de Pearson. IMC: índice de masa corporal; IC/E: índice cintura en relación con la estatura; PCT: pliegue cutáneo tricipital; PCSE: pliegue cutáneo subescapular.

bólicas que conducen al desarrollo de obesidad. En este estudio encontramos que el porcentaje de niños con sobrepeso u obesidad con base en el indicador IMC-E fue de 41% y 47%, tanto en niños con BPN y APN, respectivamente, mientras que el reportado en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) fue de 34,4% (17). Lo anterior refleja un gran problema de salud y más si se sabe que hay alteraciones metabólicas importantes con las que se relacionan el sobrepeso y la obesidad en la edad adulta. La importancia de esta investigación radica en las diferencias encontradas en la composición corporal de estos niños, ya que evaluarlos únicamente con un indicador grueso como es el IMC no revela deposición de grasa. Aunque nuestros resultados no mostraron diferencias significativas en el porcentaje de grasa total, al evaluar grasa troncal con el índice PCT/PCSE, las niñas con BPN presentaron un valor más alto ($p < 0,05$) en comparación con las de APN, lo cual refleja la importancia de evaluar la distribución de grasa corporal por segmentos. Estos resultados son similares a los reportados por Valdez y cols. (1994) (18) en población México-americana y blancos no hispanos de 30 años de edad con antecedente de BPN, y por Dolan y cols. (2007) (19) en púberes. En este último estudio se encontró una

correlación negativa entre el peso al nacer y la grasa troncal, lo cual es similar a lo encontrado en nuestro estudio con el índice tríceps/subescapular y el BPN en las mujeres. Esto también concuerda con hallazgos de Malina y cols. (1996) (20), quienes trabajaron con estudiantes entre 7 y 12 años de edad con antecedente de BPN, encontrando una correlación negativa leve con el índice tríceps/subescapular (ajustado por edad e IMC) y el peso al nacer, siendo mayor en mujeres que en hombres. Es así que los niños con BPN y, en especial las niñas, tienden a acumular mayor cantidad de grasa subcutánea troncal que aquellas sin el antecedente. Por otro lado, es importante mencionar que al estratificar por porcentaje de grasa corporal y peso al nacer, el grupo con BPN tuvo mayor riesgo de presentar un bajo porcentaje de grasa, en comparación con aquellos con APN. Este resultado no era el esperado, ya que se considera que el BPN es un factor de riesgo para desarrollar obesidad. Una posible explicación es que estos niños aún son pequeños y quizá más adelante se manifieste la deposición de grasa, aunado a que el tamaño de muestra fue pequeño. Un aspecto importante a considerar en este estudio es que los reportes en poblaciones con BPN que se han llevado a cabo han sido principalmente en sujetos caucásicos (ingleses y norteamericanos), cuya composición corporal es diferente a la mexicana, lo que refleja la necesidad de realizar más investigación en nuestra población. Es conveniente dar un seguimiento a estos niños con el fin de detectar cambios en composición corporal de manera temprana.

BIBLIOGRAFÍA

- D'Agati VD, Markowitz GS. Supersized kidneys: Lessons from the preclinical obese kidney. *Kidney Int* [Internet] 2008;73(8):909-10. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18379527>
- Romero-Collazos JF, Marrodán MD, Mesa MS, Bejarano I AE, Martínez AJ, Méndez de Pérez B, et al. Grasa corporal y distribución de la adiposidad en escolares latinoamericanos y españoles. En: Esperanza Gutiérrez Redomero, Ángeles Sánchez Andrés VGO, editores. *Diversidad Humana y Antropología Aplicada*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá de Henares; 2010. p. 221-8.
- Guo SS, Wu W, Chumlea WC, Roche AF. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* [Internet] 2002;76(3):653-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12198014>
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guillaud-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: A simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 1984;39(1):129-35.
- Boonpleng W, Park CG, Gallo AM. Timing of adiposity rebound: a step toward preventing obesity. *Pediatr Nurs* [Internet] 2012;38(1):37-42. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22474857>
- Pietrobello A, Boner AL, Tato L. Adipose tissue and metabolic effects: new insight into measurements. *Int J Obes* [Internet] 2005;29(Suppl.2):S97-100. Available at: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=med5&AN=16385759>
- Ibáñez L, Suárez L, Lopez-Bermejo A, Díaz M, Valls C, de Zegher F. Early development of visceral fat excess after spontaneous catch-up growth in children with low birth weight. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet] 2008;93(3):925-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18089700>
- Singhal A, Wells J, Cole TJ, Fewtrell M, Lucas A. Programming of lean body mass: a link between birth weight, obesity, and cardiovascular disease? *Am J Clin Nutr* 2003;77(3):726-30.
- Chomtho S, Wells JC, Williams JE, Davies PS, Lucas A, Fewtrell MS. Infant growth and later body composition: evidence from the 4-component model. *Am J Clin Nutr* [Internet] 2008;87(6):1776-84. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18541568>

10. Jaiswal M, Crume T, Vehik K, Scherzinger A, Stamm E, Hamman RF, et al. Is low birth weight associated with adiposity in contemporary U.S. youth? The Exploring Perinatal Outcomes among Children (EPOCH) Study. *J Dev Orig Health Dis* 2012;166-72.
11. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A CL. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry 2011;125.
12. de Onis M, Onyango A, Borghi E, Siyam A, Blössner M, Lutter C. Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public Health Nutr* 2012;15(09):1603-10.
13. 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 youth. *Hum Biol* 1988;(60):709-23.
14. Gunnarsdottir I, Birgisdottir BE, Benediktsson R, Gudnason V, Thorsdottir I. Association between size at birth, truncal fat and obesity in adult life and its contribution to blood pressure and coronary heart disease; study in a high birth weight population. *Eur J Clin Nutr [Internet]* 2004;58(5):812-8. Available at: <http://www.nature.com/doi/finder/10.1038/sj.ejcn.1601881>
15. Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents. *Am J Prev Med [Internet]* 2011;41(4 Suppl. 2):S87-92. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21961617>
16. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004;145(4):439-44.
17. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2012.
18. Valdez R, Athens MA, Thompson GH, Bradshaw BS, Stern MP. Birthweight and adult health outcomes in a biethnic population in the USA. *Diabetologia* 1994;37(37):624-31.
19. Dolan MS, Sorkin JD, Hoffman DJ. Birth weight is inversely associated with central adipose tissue in healthy children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(6):1600-8.
20. Malina RM, Katzmarzyk PT, Beunen G. Birth weight and its relationship to size attained and relative fat distribution at 7 to 12 years of age. *Obes Res [Internet]* 1996;4(4):385-90. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8822763>



Trabajo Original

Pediatría

Evolución del riesgo cardiometabólico en pacientes supervivientes de leucemia aguda infantil

Evolution of cardiometabolic risk among childhood acute leukemia survivors

Elena Guadalupe Corella Aznar¹, Ariadna Ayerza Casas², Pilar Samper Villagrasa³, Carmen Rodríguez Vigil⁴, Lorenzo Jiménez Montañés², Carlota Calvo Escribano⁴ y José Ignacio Labarta Aizpun⁵

¹Hospital Infantil Miguel Servet. ²Unidad de Cardiología Pediátrica. Hospital Infantil Miguel Servet. ³Departamento de Pediatría. Hospital Clínico Universitario. ⁴Unidad Oncología y Hematología Pediátricas. Hospital Infantil Miguel Servet. ⁵Unidad de Endocrinología Pediátrica. Hospital Infantil Miguel Servet. Zaragoza

Resumen

Introducción: los supervivientes de leucemia aguda (LA) infantil presentan un riesgo incrementado de alteraciones metabólicas y cardiovasculares que aumentan su morbilidad a largo plazo.

Objetivo: estimar la prevalencia de obesidad, resistencia a la insulina, dislipemia e hipertensión arterial como factores de riesgo cardiometabólico (FRCM) en un grupo de supervivientes de LA infantil, y analizar las posibles causas asociadas a su desarrollo.

Material y métodos: estudio observacional retrospectivo en 47 supervivientes de LA tratados en un periodo de 4 años, que recibieron seguimiento durante 10 años.

Resultados: el 40% de los participantes presentaron al menos un FRCM durante el seguimiento, siendo la dislipemia (aumento LDL) el más frecuente (38,3%), seguido de obesidad/sobrepeso (31,9%) y HTA sistólica (23,4%). El sexo femenino se estableció como factor de riesgo para el desarrollo de todos ellos (RR 1,6; RR 3,16; RR 1,69; $p < 0,05$). Ningún superviviente desarrolló diabetes mellitus, pero sí resistencia a la insulina el 19,4%. Los pacientes con leucemias de peor pronóstico presentaron mayor riesgo de desarrollar obesidad, resistencia a la insulina y aumento de LDL (RR 3,56; RR 4,08; RR 2,53; $p < 0,05$). Los pacientes tratados con trasplante de progenitores hematopoyéticos presentaron mayor riesgo de obesidad, aumento de LDL e HTA sistólica (RR 2,86; RR 2,39; RR 3,12; $p < 0,05$). La radioterapia se asoció de igual modo con un incremento de resistencia a la insulina e hipertensión arterial sistólica (RR 2,47; RR 2,53; $p < 0,05$).

Conclusiones: existe un aumento en la prevalencia de obesidad/sobrepeso, dislipemia, resistencia a la insulina y alteración de la tensión arterial sistólica en supervivientes de leucemia aguda infantil a lo largo del tiempo, especialmente en aquellos con enfermedades y tratamientos más agresivos.

Palabras clave:

Supervivientes
cáncer infantil.
Leucemia aguda.
Factores de riesgo
cardiometabólico.

Abstract

Background: Survivors of childhood acute leukemia (AL) face an increased risk of metabolic and cardiovascular late effects which increase their long-term morbidity.

Objective: To assess the prevalence of obesity, insulin resistance, dyslipidemia and hypertension as cardiometabolic risk factors in survivors of a childhood AL, and also to determine possible causes for these adverse cardiometabolic traits.

Material and methods: A retrospective cohort study of 47 pediatric acute leukemia survivors diagnosed between 0-15 years, with a ten years follow-up.

Results: Forty percent of participants had at least one cardiometabolic risk factor. Dyslipidemia (increased LDL cholesterol) was the most frequent (38.3%), secondly overweight/obese (31.9%), followed by systolic hypertension (23.4%). Females in contrast to males had an increased risk of developing all three risk factors (RR 1.6; RR 3.16; RR 1.69; $p < 0.05$). Only 19.4% of participants developed insulin resistance, while none were diagnosed with diabetes mellitus. High risk acute leukemia survivors were significantly more likely than low risk leukemia survivors to manifest multiple cardiometabolic traits like overweight/obesity, insulin resistance and dyslipidemia (RR 3.56; RR 2.39; RR 2.53; $p < 0.05$). Also, those who received hematopoietic cell transplantation had an increased prevalence of overweight/obesity, increased LDL-cholesterol and systolic hypertension. Radiotherapy treatment was also associated with insulin resistance and systolic hypertension (RR 2.47; RR 2.53; $p < 0.05$).

Conclusions: There is an increased risk of overweight/obesity, dyslipidemia, insulin resistance and systolic blood pressure modification in childhood acute leukemia survivors, specially in those who were diagnosed as a high risk acute leukemia and those treated with more aggressive treatments.

Key words:

Childhood
cancer survivors.
Acute leukemia.
Cardiometabolic risk
factors.

Recibido: 10/01/2016
Aceptado: 12/04/2016

Corella Aznar EG, Ayerza Casas A, Samper Villagrasa P, Rodríguez Vigil C, Jiménez Montañés L, Calvo Escribano C, Labarta Aizpun JI. Evolución del riesgo cardiometabólico en pacientes supervivientes de leucemia aguda infantil. Nutr Hosp 2016;33:549-555

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.260>

Correspondencia:

Elena Guadalupe Corella Aznar. Hospital Infantil Miguel Servet. Paseo Isabel la Católica, 1-3. 50009 Zaragoza
e-mail: elena_corella88@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular (ECV) constituye la primera causa de muerte en nuestro país. A pesar de que su manifestación en la edad pediátrica es rara, el proceso de arterioesclerosis puede iniciarse durante la infancia e incluso acelerarse ante la presencia de factores de riesgo cardiometabólico (FRCM) identificables (1). Por ello, es importante establecer un diagnóstico precoz de los mismos.

Son de especial interés los grupos pediátricos que presentan un mayor riesgo de desarrollar estos FRCM, como son los supervivientes del cáncer infantil, quienes presentan un riesgo cuatro veces superior de muerte por causa cardiovascular (2,3).

La leucemia aguda (LA) es el cáncer más frecuente en la infancia y su tratamiento se basa en múltiples agentes: quimioterapia, radioterapia (RT) y trasplante de progenitores hematopoyéticos (TPH), entre otros, en función de las características de la enfermedad y su evolución. Todos estos tratamientos tienen potenciales efectos tóxicos a largo plazo, que aumentan el riesgo de ECV.

Entre los FRCM, la obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública más importantes de este siglo, y los supervivientes al cáncer infantil no son inmunes a esta epidemia. Los resultados del Childhood Cancer Survivor Study (CCSS) muestran una mayor prevalencia de obesidad en estos pacientes (4), y definen un perfil lipídico caracterizado por un incremento de los triglicéridos y disminución de las lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol). A esto se suma un mayor riesgo de desarrollar hipertensión arterial (HTA) y resistencia a la insulina (RI), favoreciendo todo ello al desarrollo de arterioesclerosis de forma precoz (4,5). Esta situación cobra aún mayor importancia al manifestarse en pacientes que pueden presentar una miocardiopatía asociada, secundaria al tratamiento recibido (6).

OBJETIVO

De la repercusión que supone el desarrollo temprano de estos factores en una población con una esperanza de vida creciente (7), surgen los objetivos de este estudio, que son: a) definir la prevalencia de los siguientes factores de riesgo cardiometabólico: obesidad, resistencia a la insulina (RI) o diabetes mellitus 2 (DM 2), dislipemia e hipertensión arterial (HTA), en pacientes supervivientes de leucemia aguda y b) investigar posibles causas asociadas a su desarrollo relacionadas con el tumor, el tratamiento recibido y las características del paciente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo longitudinal en pacientes en edad pediátrica (de 0 a 15 años), diagnosticados de leucemia aguda durante un periodo de 4 años (del 1 enero de 1999 al 1 enero de 2003). Se analizaron los datos durante 10 años de seguimiento en el Hospital Infantil Miguel Servet de Zaragoza.

Del estudio se excluyeron aquellos pacientes fallecidos antes de recibir tratamiento quimioterápico (2 casos), los pacientes perdidos durante el seguimiento (2 casos) y aquellos en los que no se encontraron datos suficientes (1 caso), siendo un total de 47 los que fueron incluidos para formar parte del estudio.

Se recogieron datos epidemiológicos y de tratamiento recibido, incluyendo dosis de citostáticos, RT y TPH. El tratamiento recibido y la estadificación tumoral se llevó a cabo según los protocolos en el momento de diagnóstico vigentes (LAL/SHOP-94, LAL/SHOP-99, SHOP-LANL 2001 y PETHEMA LAL BR 01), definiendo pacientes con leucemia linfoblástica aguda de *bajo riesgo* (BR) los siguientes criterios: edad 1-9 años, leucocitos $< 20 \times 10^9/L$, ausencia afectación extramedular, presencia de inmunofenotipo común (CD19+, CD10+ y ausencia de μ citoplasmática) y ausencia de hipodiploidia; *riesgo intermedio* (RI): edad 1-9 años, leucocitos $< 20 \times 10^9/L$, ausencia de alteración citogenética desfavorable y de afectación extramedular, y $< 5\%$ de blastos en médula ósea en día +14 del tratamiento; *alto riesgo* (AR): edad al diagnóstico > 10 años, cualquier inmunofenotipo salvo el de bajo riesgo, leucocitos $20-200 \times 10^9/L$, afectación extramedular y pacientes de RI con $> 5\%$ de blastos en MO el día +14; *muy alto riesgo* (MAR), si además de lo anterior presentan: leucocitos $> 200 \times 10^9/L$, mutaciones t(9;22) o BCR/ABL, t(4;11) o MLL, casi haploidia (24-29 cromosomas) o índice DNA $< 0,6$ (8). En las leucemias mieloblásticas se definieron: *bajo riesgo* (BR): $< 100 \times 10^9/L$, respuesta precoz al tratamiento (recuperación de las 3 series hematológicas con ausencia de blastos en sangre periférica y $< 5\%$ en médula ósea y LCR normal en 3 punciones consecutivas tras primer ciclo de inducción), síndrome Down o inv16, t(8;21); y *alto riesgo* (AR): presencia de monosomías 5 y 7 (9).

En cuanto a los FRCM, se definieron: *obesidad* al índice de masa corporal (IMC = peso en kg/talla en m^2) por encima del p97, *sobrepeso* al IMC comprendido entre p85-p96 y *normopeso* entre el p10-p85 corregidos para la edad y sexo (10); *resistencia a la insulina* a la disminución de la respuesta biológica a la actividad de dicha hormona, considerándose con un índice HOMA (insulinemia en ayunas ($\mu U/mL$) x glucemia en ayunas (mmol/L)/ 22,5) mayor de 3 (11); *intolerancia a hidratos de carbono* a cifras de glucemia en ayunas 100-125 mg/dL o hemoglobina glicada A1c (Hb A1c) 5,7-6,5% y *diabetes mellitus* a glucemia en ayunas ≥ 126 mg/dL o Hb A1c $\geq 6,5\%$ (12); *dislipemia* al aumento en las cifras de: triglicéridos ≥ 100 mg/dL (0-9 años)/ ≥ 130 mg/dL (10-19 años); colesterol total ≥ 200 mg/dL; LDL-colesterol ≥ 130 mg/dL o HDL-colesterol < 40 mg/dL (13), e *hipertensión arterial* a cifras de tensión arterial sistólica y diastólica mayores al p95 corregidas para la talla según edad y sexo (14). Se registraron estos parámetros en 3 momentos diferentes: al diagnóstico, al final del tratamiento y al final del seguimiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Estudio descriptivo para conocer frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de dispersión. Para el estudio analítico se emplearon diferentes test estadísticos, en función de la natu-

raleza de las variables. Para su realización se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 21.0. El límite mínimo de significación estadística aceptado en todo el cálculo estadístico ha sido del 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Se analizaron un total de 47 pacientes afectados de leucemia aguda, el 87,2% (41/47) de ellas de origen linfoblástico (LAL). La edad media al diagnóstico fue de $6,8 \pm 4,4$ años (2 meses - 15 años) y el grupo etario más frecuente el mayor de 5 años (53,2%). Todos los pacientes recibieron tratamiento con antraciclinas, el 25,5% (12/47) precisó radioterapia (9 irradiación corporal total (ICT), 3 craneoespinal) y el 27,7% (13/47) un trasplante de progenitores hematopoyéticos (TPH) (Tabla I). El 40,4% (19/47) de los pacientes presentó 1 FRCM, el 46,8% 2 (22/47) y el 12,8% 3 o más FRCM. A lo largo del seguimiento se observó un aumento significativo en la prevalencia de obesidad, dislipemia y resistencia a la insulina (Fig. 1).

OBESIDAD

El 31,9% (15/47) de los supervivientes presentaron obesidad o sobrepeso al final del seguimiento, lo cual supone un incremento del 21,3% respecto a las evaluaciones antropométricas al diagnóstico ($p = 0,005$) (Tabla II), siendo el 53,3% menores a 5 años. Predictores de este riesgo fueron: el sexo femenino (RR 3,16 IC 95%: 1,08-9,19), la edad al diagnóstico menor a 5 años (RR 1,27 IC 95%: 0,72-2,21), el TPH (RR 2,86 IC 95%: 1,03-7,89) y padecer una leucemia de alto/muy alto riesgo (RR 3,56 IC 95%: 1,22-10,38) (Tabla I).

RESISTENCIA A LA INSULINA Y DIABETES MELLITUS TIPO 2

El 19,4% (9/47) de los supervivientes presentó resistencia a la insulina al final del seguimiento y el 10,6% (4/47) hiperglucemia en rango de intolerancia de los hidratos de carbono, sin encontrar ningún paciente afecto de DM 2 (Tabla II). La RT y el elevado riesgo tumoral (AR y MAR) se asociaron de forma significativa con el desarrollo de resistencia a la insulina con un riesgo de presentarla del 2,47 (IC 95%: 1,02-6,39) y 4,08 (IC 95%: 1,04-16,1), respectivamente (Tabla I).

DISLIPEMIA

Al final del seguimiento, un 29,7% (14/47) de los pacientes presentaban elevación de las cifras de colesterol total con un colesterol medio final de $212,61 \pm 20,72$ mg/dL, así como el aumento del LDL-colesterol por encima del límite en el 38,3% (18/47) y descenso del HDL-colesterol en el 19,4% (9/47). Se

encontró a lo largo del seguimiento un aumento estadísticamente significativo del colesterol y LDL, mientras que el descenso de HDL no alcanzó significación estadística (Fig. 2). La prevalencia de la hipertrigliceridemia no sufrió cambios significativos a lo largo del seguimiento (Tabla II).

HIPERTENSIÓN

La tensión arterial sistólica sufrió un ascenso significativo desde el diagnóstico hasta el final del seguimiento, del 14,9% al 23,4%, pero no lo hizo la tensión diastólica (Tabla II). El 72,7% (8/11) de los pacientes con hipertensión sistólica habían recibido TPH (RR 3,12 IC 95%: 1,16-8,32). En cuanto al tratamiento, los supervivientes que desarrollaron HTA sistólica recibieron mayores dosis de metotrexato ($p = 0,05$) y corticoide ($p = 0,01$), sin hallar diferencias con el resto de agentes antitumorales (Tabla I).

DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que los supervivientes de LA infantil presentan un riesgo aumentado de padecer ECV tras la curación de su enfermedad, que se incrementa a lo largo del tiempo. Este riesgo parece aumentado principalmente en función del pronóstico de la enfermedad y la agresividad del tratamiento.

Según los datos obtenidos, más del 40% presentó al menos un FRCM al final del seguimiento. La dislipemia por aumento del LDL fue el más frecuente (38,3%), seguido de obesidad/sobrepeso (31,9%) e HTA sistólica (23,4%). Estas cifras superan ampliamente las encontradas en niños y adolescentes sanos, en poblaciones estudiadas en el mismo periodo. A nivel nacional, estudios como enKid (15), Cuatro Provincias (16), Carmona (17) y el estudio ALADINO (18) muestran una prevalencia de obesidad en sujetos sanos del 13,95%, 9,4%, 7,4%, y 16,8% respectivamente. Otros estudios como RICARDIN (19) y FRICELA (20), e incluso estudios a nivel internacional (4), muestran una menor prevalencia de los FRCM que los expuestos en este estudio.

El perfil lipídico observado al final del seguimiento se puede clasificar como aterogénico según el Adult Treatment Panel III (ATP-PANEL III), por las cifras elevadas de lipoproteínas de baja densidad y bajos niveles de colesterol dependiente de lipoproteínas de alta densidad (4). No se evidenció en nuestro estudio el ascenso en los niveles sanguíneos de triglicéridos, descrito en la mayoría de los estudios de supervivencia del Childhood Cancer Survivor (21,22).

En cuanto a la obesidad y sobrepeso son secuelas clásicamente descritas en supervivientes de cáncer infantil (23). Basándonos en el IMC como predictor de la composición corporal (24) durante el seguimiento, nuestros resultados son comparables a los descritos por Zhang (40%) (25) y Veringa (38,2%) (26), existiendo varias hipótesis acerca de las causas que contribuirían a esta deletérea ganancia ponderal, independientemente del tratamiento recibido. Atkinson (27) y Warner (28) coinciden en que el sexo femenino y una edad más precoz al diagnóstico conllevan un mayor riesgo de obesidad.

Tabla I. Asociación entre los factores de riesgo cardiometabólico y las características del paciente, del tumor y del tratamiento recibido

		Obesidad y sobrepeso ($<p85$ IMC)				Resistencia insulina (HOMA >3)				LDL ≥ 100 (0-9 años) o ≥ 130 mg/dL (>9 años)				HDL ≤ 40 mg/dL				Triglicéridos ≥ 130 mg/dL				Hipertensión arterial sistólica ($>p95$ TA)					
		<i>n</i>	%	RR	IC 95%	<i>n</i>	%	RR	IC 95%	<i>n</i>	%	RR	IC 95%	<i>n</i>	%	RR	IC 95%	<i>n</i>	%	RR	IC 95%	<i>n</i>	%	RR	IC 95%		
Sexo																											
Total (<i>n</i> =47)		15	80 (12/15) 22 (46,8%)	3,16 0,46	1,08-9,19 0,24-0,87	9	78 (7/9)	1,42 0,46	0,84-2,42 0,12-1,78	18	72,2 (13/18) 27,8 (5/18)	1,8 0,69	0,68-4,74 0,35-1,37	9	77,8 (7/9) 22,2 (2/9)	1,26 0,32	0,96-1,67 0,07-1,40	12	25 (3/12) 75 (9/12)	0,66 3,14	0,44-0,99 0,98-10,0	11	81,8 (9/11) 18,2 (2/11)	1,69 0,79	1,00-2,83 0,08-1,19		
Edad																											
> 5 años < 5 años		15 22 (46,8%)	46,7 (7/15) 53,3 (8/15)	0,70 1,27	0,29-1,66 0,72-2,21	9 9	33 (3/9) 67 (6/9)	0,83 1,47	0,48-1,43 0,47-4,62	18 18	50 (9/18) 50 (9/18)	1,33 0,57	0,78-2,29 0,18-1,76	9 9	55,6 (5/9) 44,4 (4/9)	1,2 0,96	0,37-3,91 0,73-1,26	12	41,7 (5/12) 58,3 (7/12)	0,56 1,25	0,21-1,50 0,84-1,87	11 11	18,2 (2/11) 81,8 (9/11)	0,67 2,47	0,41-1,09 0,64-9,49		
Riesgo tumoral																											
Alto/muy alto Bajo/intermedio		15 30 (63,8%)	80 (12/15) 20 (3/15)	3,56 0,41	1,22-10,4 0,21-0,82	9 9	78 (7/9) 22 (2/9)	4,08 0,42	1,04-16,1 0,18-0,95	18 18	55,6 (10/18) 44,4 (8/18)	1,25 0,67	0,71-2,19 0,24-1,86	9 9	44,4 (4/9) 55,6 (5/9)	1,11 0,8	0,68-1,85 0,27-2,37	12	33,3 (4/12) 66,7 (8/12)	0,69 1,14	0,25-1,96 0,79-1,65	11 11	72,7 (8/11) 27,3 (3/11)	2,19 0,67	0,71-6,75 0,4-1,14		
Radioterapia craneal																											
Sí No		12 (25,5%) 35 (74,5%)	60 (9/15) 40 (6/15)	2,32 0,41	0,98-5,48 0,19-0,89	9 9	67 (6/9) 33 (3/9)	2,47 0,27	1,02-6,39 0,09-0,82	18 18	66,7 (12/18) 33,3 (6/18)	1,11 0,83	0,61-2,03 0,31-2,27	9 9	44,4 (4/9) 55,6 (5/9)	1,28 0,43	0,84-1,96 0,14-1,34	12	83,3 (10/12) 16,7 (2/12)	0,81 1,93	0,57-1,15 0,49-7,57	11 11	72,7 (8/11) 27,3 (3/11)	2,53 0,24	1,11-5,75 0,08-0,72		
Trasplante de médula ósea																											
Sí No		13 (27,7%) 34 (72,3%)	60 (9/15) 40 (6/15)	2,86 0,38	1,03-7,89 0,18-0,81	9 9	67 (6/9) 33 (3/9)	2,03 0,31	0,92-4,49 0,1-0,98	18 18	66,7 (12/18) 33,3 (6/18)	1,17 0,92	0,37-3,7 0,54-1,58	9 9	44,4 (4/9) 55,6 (5/9)	1,23 0,48	0,84-1,82 0,15-1,51	12	25 (3/12) 75 (9/12)	0,91 1,3	0,62-1,33 0,42-4,04	11 11	72,7 (8/11) 27,3 (3/11)	3,12 0,21	1,16-8,32 0,07-0,62		
		Obesidad y sobrepeso ($<p85$ IMC)				Resistencia insulina (HOMA >3)				LDL ≥ 100 (0-9 años) o ≥ 130 mg/dL (>9 años)				HDL ≤ 40 mg/dL				Triglicéridos ≥ 130 mg/dL				Hipertensión arterial sistólica ($>p95$ TA)					
		<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>Rango</i>	<i>Suma rango</i>	<i>p</i>		
Quimioterapia (dosis acumuladas mg/m ²)																											
Antraciclinas		15	16,2	143	0,515	9	13,8	138	0,472	18	14,67	264	0,906	9	13,67	164	0,664	12	15,07	211	0,625	11	13,55	149	0,246		
Corticoide		14	20,8	270,5	0,30	9	11,8	118	0,709	16	14,78	236,5	0,286	9	14,55	145,5	0,586	12	74,5	110,5	0,649	11	14,05	154	0,05		
Metotrexato		14	18,29	256	0,529	8	15,3	153	0,108	17	13,41	254	0,443	8	13,41	147,5	0,753	11	76,5	157,5	0,422	10	21,73	239	0,01		
Citarabina		14	16,31	212	0,680	8	10,94	98,5	0,557	18	16,95	245	0,743	8	16,95	186,5	0,110	11	76,5	157,5	0,422	10	14,7	147	0,377		

RR: riesgo relativo. IC: intervalo de confianza.

En nuestra muestra el sexo femenino parece ser un factor de riesgo de desarrollo de varios FRCM, pero no ocurre lo mismo con la edad.

El aumento observado en la prevalencia de obesidad es comparable a la de otros estudios (25,26,29), al igual que la resistencia a la insulina (30,31) y dislipemia (32), mostrando cómo los supervivientes de leucemia aguda infantil son más vulnerables para desarrollar enfermedad cardiovascular de forma precoz, puesto

que, además de los factores definidos en la población general, estos sujetos están expuestos a otros adicionales que facilitan su desarrollo. En este sentido, se demuestra cómo ciertos tratamientos coadyuvantes suponen un riesgo para la presentación de 2 o más de los FRCM expuestos (33-35); el TPH sobre el desarrollo de obesidad y dislipemia, y la RT en la aparición de resistencia insulínica (30,31), suponiendo ambas un mayor riesgo para la aparición de HTA sistólica. La tensión diastólica no sufrió cambios significativos en la cohorte estudiada, a pesar de encontrarse descrita en otros estudios de mayor seguimiento (4,29,36), probablemente porque su desarrollo suele aparecer más tardíamente, entre los 10 y 30 años tras la finalización del tratamiento (34).

La principal limitación del estudio que debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados es el pequeño tamaño muestral, que limita la potencia del estudio y la obtención de resultados significativos en el subanálisis de las variables. Por otra parte, es importante destacar que las estrategias terapéuticas modernas han minimizado el uso de la radioterapia craneal como preparación al TPH en pacientes afectados de leucemia aguda, lo que puede influir en un nuevo perfil cardiometabólico en estos pacientes. Sin embargo, pese a que el empleo de la radioterapia craneal se ha reducido en los últimos años, existe una gran parte de los supervivientes que la recibieron durante su tratamiento, para quienes los riesgos aquí descritos son relevantes. A pesar de estas limitaciones, el presente estudio aporta una nueva visión sobre la relación entre el pronóstico tumoral y el riesgo cardiovas-

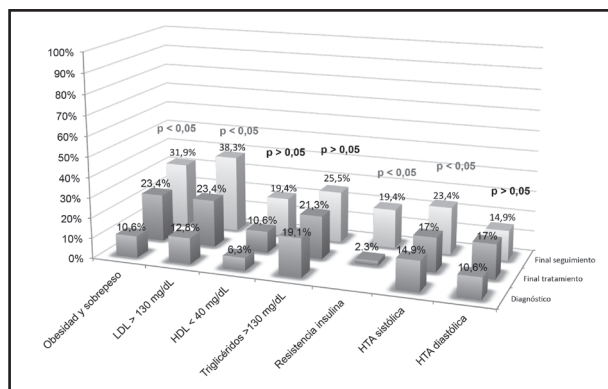


Figura 1.

Porcentaje de los diferentes factores de riesgo cardiometabólico a lo largo del seguimiento.

Tabla II. Prevalencia de los factores de riesgo cardiometabólico durante el seguimiento. Análisis estadístico de la modificación respecto los valores iniciales al diagnóstico

		Diagnóstico		Final del tratamiento			Final del seguimiento		
	Total n	n	%	n	%	p	n	%	p
Obesidad y sobrepeso		5	10,6	11	23,4	0,021	15	31,9	0,002
Obesidad (> p97 IMC)	47	4	8,5	4	8,5	1	9	19,1	0,039
Sobrepeso (p85-96 IMC)	47	1	2,1	7	14,9	0,031	6	12,8	0,063
<i>Dislipemia</i>									
Colesterol total (≥ 200 mg/dL)	47	4	8,5	7	14,9	0,083	14	29,7	0,005
LDL-colesterol (≥ 130 mg/dL)	47	6	12,8	11	23,4	0,564	18	38,3	0,003
HDL-colesterol (< 40 mg/dL)	47	3	6,3	5	10,6	0,414	9	19,4	0,058
Triglicéridos (≥ 100 mg/dL (0-9a) o ≥ 130 mg/dL (>9 años))	47	9	19,1	10	21,3	0,796	1	25,5	0,513
<i>Resistencia insulina y diabetes</i>									
Índice HOMA > 3	44	-	-	-	-	-	9	19,4	-
Diabetes mellitus	47	0	0	0	0	-	0	0	-
Intolerancia hidratos de carbono	47	0	0	0	0	-	4	10,6	0,238
<i>Hipertensión arterial</i>									
> p95 TAS	47	7	14,9	8	17	0,255	11	23,4	0,003
> p95 TAD	47	5	10,6	8	17	0,211	7	14,9	0,134

IMC: índice de masa corporal; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica. p significación estadística para comparación de proporciones de datos apareados (T-student para datos apareados y test Wilcoxon).

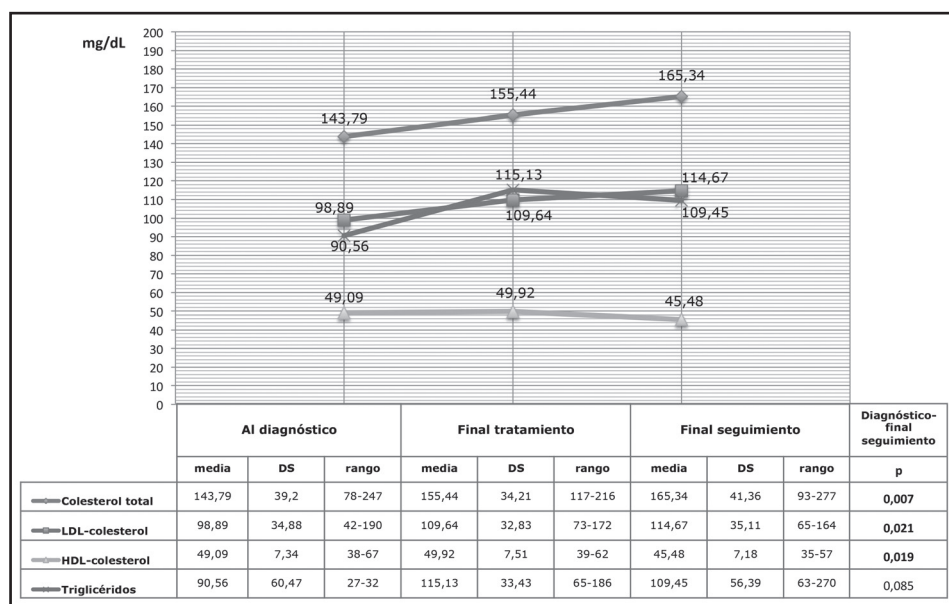


Figura 2.

Evolución de las cifras de colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad y triglicéridos durante el seguimiento, y significación estadística de su cambio. DS: desviación estándar.

cular, asociando una mayor agresividad tumoral con la aparición temprana de obesidad, resistencia a la insulina y dislipemia.

En conclusión, la presencia a una edad temprana de 2 o más factores de riesgo cardiometabólico permite afirmar que los pacientes supervivientes de leucemia aguda infantil presentan riesgo incrementado de enfermedad cardiometabólica precoz. Estos hallazgos muestran la importancia de establecer adecuados protocolos de seguimiento que permitan un diagnóstico y tratamiento temprano de los mismos (37), así como la necesidad de implantar estrategias preventivas que promuevan adecuados hábitos de vida, con el objetivo de disminuir la morbimortalidad y mejorar la calidad de vida de estos enfermos.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Se obtuvo la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA).

BIBLIOGRAFÍA

- Sociedad Española de Cardiología (SEC). Informe sobre la incidencia de la enfermedad cardiovascular en España. Disponible en: <http://www.secardiologia.es/libros-multimedia/biblioteca-virtual/187-informe-de-la-enfermedad-cardiovascular-en-espana-2009>
- Mertens AC, Liu Q, Neglia JP, Wasilewski K, Leisenring W, Armstrong GT, et al. Cause-specific late mortality among 5-year survivors of childhood cancer: the Childhood Cancer Survivor Study. *J Natl Cancer Inst* 2008;100(19):1368-79.
- Mody R, Li S, Dover DC, Sallan S, Leisenring W, Oeffinger KC, et al. Twenty-five-year follow-up among survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: a report from the Childhood Cancer Survivor Study. *Blood* 2008;111(12):5515-23.
- Nottage KA, Ness KK, Li C, Srivastava D, Robison LL, Hudson MM. Metabolic Syndrome and Cardiovascular Risk among Long-Term Survivors of Acute Lymphoblastic Leukemia – From the St. Jude Life time Cohort. *Br J Haematol* 2014;165(3):364-74.
- Armstrong GT, Oeffinger KC, Chen Y, Kawashima T, Yasui Y, Leisenring W, et al. Modifiable Risk Factors and Major Cardiac Events Among Adult Survivors of Childhood Cancer. *J Clin Oncol* 2013;31:3673-80.
- Lipshultz SE, Landy D, Lopez-Mitnik G, Lipsitz SR, Hinkle AS, Constine LS, et al. Cardiovascular status of Childhood Cancer Survivors Exposed and Unexposed to Cardiotoxic Therapy. *J Clin Oncol* 2012;30(10):1050-7.
- Registro Nacional de Tumores Infantiles (RNTI-SEHOP) Informe Estadístico 1980-2013. Disponible en: http://www.uv.es/rnti/pdfs/Informe_RNTI-SEHOP_1980-2013.pdf
- Cubells Y. Protocolo de estudio y tratamiento de la leucemia aguda linfoblástica en pediatría (LAL/SHOP-99). *Rev Esp Pediatr* 2001;57:523-33.
- Verdeguer A, Couselo JM, Fernández-Delgado R, Cubells J. Protocolo de estudio y tratamiento de la leucemia mieloide aguda en pediatría (Grupo de leucemias de las Sociedades Españolas de Hematología y Oncología Pediátricas). SHOP-LMA-2001. Disponible en: http://www.recerca.com/shop/entrar/prot_pdf/Protocolo%20LMA%202001%20y%20LPA99.pdf
- Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre la Prevención y el Tratamiento de la Obesidad Infantil juvenil. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social, 2009. Guías de Práctica Clínica del SNS: N° 2007/25. Disponible en: http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_452_obes_infantojuv_AATRM_compl.pdf
- Tresaco B, Bueno G, Pineda I, Moreno LA, Garagorri JM, Bueno M. Homeostatic model assessment (HOMA) index cut-off values to identify the metabolic syndrome in children. *J Physiol Biochem* 2005;61(2):381-8.
- American diabetes association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2010;33(1):S62-S69.
- Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents: summary report. *Pediatrics* 2011;128(5):S213-S256.
- Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C, et al. Manejo de la hipertensión arterial en niños y adolescentes: recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión. *An Pediatr* 2010;73:51.e1-28.
- Serra Majem L, Ribas Barba EL, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clin* 2003;121(19):725-32.
- Garcés C, de Oya M. Factores de riesgo cardiovascular en la edad infantil. Resultados globales del estudio Cuatro Provincias. *Rev Esp Cardiol* 2007;60(5):517-24.
- Martín S, López García-Aranda V, Almendro M. Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia: estudio Carmona. *Clin Invest Arterioscl* 2005;17(3):112-21.
- Pérez-Farínós N, López-Sobaler AM, Dal Re MA, Villar C, Labrado E, Robledo T, et al. The ALADINO Study: A National Study of Prevalence of Overweight and Obesity in Spanish Children in 2011. *Biomed Res Int* 2013;2013:163687.

19. Brotons Cuixart C, Gabriel Sánchez R, Muñoz García J, Ribera Solé A, Málaga Guerrero S, Sáenz Aranzubia PE, et al. Patrón de la distribución de colesterol total y cHDL en niños y adolescentes españoles: estudio RICARDIN. *Med Clin* 2000;115(17):644-9.
20. Paterno CA. Factores de riesgo coronario en la adolescencia. Estudio FRICE-LA. *Rev Esp Cardiol* 2003;56(56):452-8.
21. Oudin C, Simeoni MC, Sirvent N, Contet A, Begu-Le Coroller A, Bordignon P, et al. Prevalence and risk factors of the metabolic syndrome in adult survivors of childhood leukemia. *Blood* 2011;117(17):4442-8.
22. Steinberger J, Sinaiko AR, Kelly AS, Leisenring WM, Steffen LM, Goodman P, et al. Cardiovascular risk and insulin resistance in childhood cancer survivors. *J Pediatr* 2012;160:494-9.
23. Ford ES, Li C, Zhao G, Mokdad AH. Concentrations of Low-Density Lipoprotein Cholesterol and Total Cholesterol Among Children and Adolescents in the United States. *Circulation* 2009;119(8):1108-15.
24. van Santen HM, Geskus RB, Raemaekers S, van Trotsenburg AS, Vulsma T, van der Pal HJ, et al. Changes in body mass index in long-term childhood cancer survivors. *Cancer* 2015;121:4197-204.
25. Zee P, Chen CH. Prevalence of obesity in children after therapy for acute lymphoblastic leukemia. *Am J Pediatr Hematol Oncol* 1986;8(4):294-9.
26. Zhang FF, Rodday AM, Kelly MJ, Must A, MacPherson C, Roberts SB, et al. Predictors of being overweight or obese in survivors of pediatric acute lymphoblastic leukemia (ALL). *Pediatr Blood Cancer* 2014; 61(7):1263-9.
27. Atkinson HC, Marsh JA, Rath SR, Kotecha RS, Gough H, Taylor M, et al. Increased body mass index during therapy for childhood acute lymphoblastic leukemia: a significant and underestimated complication. *Int J Pediatr* 2015;2015:386413.
28. Warner EL, Fluchel M, Wright J, Sweeney C, Boucher KM, Fraser A, et al. Population-based study of childhood cancer survivors' body mass index. *J Cancer Epidemiol* 2014;2014:531958.
29. Veringa SJ, van Dulmen-den Broeder E, Kaspers GJ, Veening MA. Blood pressure and body composition in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer* 2012;58(2):278-82.
30. Meacham LR, Sklar CA, Li S, Liu Q, GimpeI N, Yasui Y, et al. Diabetes mellitus in long term survivors of childhood cancer-increased risk associated with radiation therapy: a report for the childhood cancer survivor study. *Arch Intern Med* 2009;169(15):1381-8.
31. Oeffinger KC, Adams-Huet B, Victor RG, Church TS, Snell PG, Dunn AL, et al. Insulin resistance and risk factors for cardiovascular disease in young adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Oncol* 2009;27:3698-704.
32. Van Waas M, Neggers SJ, Pieters R, van den Heuvel-Eibrink MM. Components of the metabolic syndrome in 500 adult long-term survivors of childhood cancer. *Ann Oncol* 2010;21(5):1121-6.
33. Chow EJ, Simmons JH, Roth CL, Baker KS, Hoffmeister PA, Sanders JE, et al. Increased cardiometabolic traits in pediatric survivors of acute lymphoblastic leukemia treated with total body irradiation. *Biol Blood Marrow Transplant* 2010;16(12):1674-81.
34. Baker KS, Chow EJ, Goodman PJ, Leisenring WM, Dietz AC, Perkins JL, et al. Impact of Treatment Exposures on Cardiovascular Risk and Insulin Resistance in Childhood Cancer Survivors. Impact of Treatment Exposures on Cardiovascular Risk and Insulin Resistance in Childhood Cancer Survivors. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2013;22(11):1954-63.
35. Faienza MF, Delvecchio M, Giodano P, Cavallo L, Grano M, Brunetti G, et al. Metabolic syndrome in childhood leukemia survivors: a meta-analysis. *Endocrine* 2015;49(2):353-60.
36. Meacham LR, Chow EJ, Ness KK, Kamdar KY, Chen Y, Yasui Y, et al. Cardiovascular risk factors in adult survivors of pediatric cancer-a report from the childhood cancer survivor study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010;19(1):170-81.
37. Lipshultz SE, Adams MJ, Colan SD, Constine LS, Herman EH, Hsu DT, et al. Long-term cardiovascular toxicity in children, adolescents, and young adults who receive cancer therapy: pathophysiology, course, monitoring, management, prevention, and research directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128(17):1927-95.



Trabajo Original

Pediatría

Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL *General strength index and adiposity as a measure of health-related physical fitness among children and adolescents from Bogotá, Colombia: the FUPRECOL Study*

Javier Darío Pacheco-Herrera, Robinson Ramírez-Vélez y Jorge Enrique Correa-Bautista

Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA). Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad del Rosario. Bogotá, D.C, Colombia

Resumen

Objetivo: el presente estudio tuvo por objetivos: a) determinar los valores de referencia de la condición muscular mediante el índice general de fuerza (IGF); y b) estudiar si el IGF está asociado con indicadores de adiposidad en niños y adolescentes escolares de Bogotá, Colombia.

Métodos: del total de 7.268 niños y adolescentes (9-17,9 años) evaluados en el estudio FUPRECOL, 4.139 (57%) fueron mujeres. Se evaluó el IGF como marcador del desempeño muscular a partir de la tipificación de las pruebas de fuerza prensil (FP) y salto de longitud (SL). El IGF se recodificó en cuartiles (Q), siendo el Q4 la posición con mejor valor del IGF. El índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC), el índice cintura/talla (ICT) y el porcentaje de grasa corporal (% GC) por bioimpedancia eléctrica se midieron como marcadores de adiposidad.

Resultados: la edad media de los evaluados fue $12,8 \pm 2,3$ años. Se aprecia una tendencia hacia un incremento del nivel de condición física muscular en los varones conforme aumenta la edad, y hacia la estabilidad o un ligero aumento en el caso de las mujeres. El IGF se relacionó inversamente con el ICT y % GC en los varones ($r = -0,280$, $r = -0,327$, $p < 0,01$), respectivamente. Los escolares ubicados en el Q4 del IGF presentaron menores valores en marcadores de adiposidad IMC, CC, ICT y % GC, $p < 0,01$, que su contraparte del Q1.

Conclusión: se presentan valores de referencia del IGF a partir de la estandarización de los resultados obtenidos en la FP y SL. La evaluación de la fuerza muscular en edades tempranas permitirá implementar programas de prevención de riesgo cardiovascular y metabólico futuro.

Palabras clave:

Fuerza muscular.
Valores de
referencia. Riesgo
cardiovascular.
Colombia.

Abstract

Objective: The purposes were: a) to generate normative values of general strength index (GSI) scores of 9- to 17.9-year-olds; and b) to describe the associations between GSI and adiposity markers in healthy schoolchildren from Bogotá, Colombia.

Methods: From a total of 7,268 Colombian children and adolescents (age 9-17.9 years) taking part in the FUPRECOL study (4,139, 57% girls). A GSI score were measured using handgrip strength and standing long jump. Each of these variables was standardized as follows: standardized value = (value - mean)/SD. The GSI score was calculated as the mean of the two standardized scores and recoded into quartiles Q1 (low GSI) to Q4 (high GSI). Body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WtHR) and percentage body fat (%BF) by electrical bioimpedance analysis were measured such as adiposity markers.

Results: The average age was 12.8 ± 2.3 years. It can be seen that the results for the boys were generally more homogeneous than for the girls, regarding muscular fitness. There was also a trend towards increased muscular strength in the boys as their age increased, whereas the girls showed stability or a slight increase in GSI. In contrast, there was an inverse relationship between the GSI and WtHR ($r = -0.280$, $p < 0.01$) and %BF ($r = -0.327$, $p < 0.01$) in males. Participants with Q4 (high GSI), compared to those in with Q1 (low GSI), had significantly lower levels of BMI, WC, WtHR and %BF.

Conclusion: This paper presents the first sex- and age-specific percentiles for general strength index score among Colombian children and adolescents aged 9-17.9 years. The testing of muscle strength at early ages should be included in health-monitoring systems.

Key words:

Muscle strength.
Reference values.
Cardiovascular risk.
Colombia.

Recibido: 12/11/2015
Aceptado: 01/02/2016

Pacheco-Herrera JD, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE. Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. Nutr Hosp 2016;33:556-564

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.261>

Correspondencia:

Robinson Ramírez-Vélez. Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA). Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad del Rosario. Bogotá, D.C, Colombia
e-mail: robinson.ramirez@urosario.edu.co;
robin640@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, estudios observacionales han mostrado que la disminución en la masa (sarcopenia) y la fuerza muscular, juegan un papel fundamental en la predisposición de eventos cardiovasculares y metabólicos en adultos (1,2) y jóvenes (3). Sobre este último, Ruiz y cols. (4) reportaron una relación entre los niveles de fuerza muscular y la salud física, particularmente en niños con sobrepeso y obesidad. En esta misma línea, Ortega y cols. (5) indicaron que la fuerza muscular de las extremidades inferiores estaba inversamente relacionada con la adiposidad abdominal; y que la sumatoria de la fuerza muscular (*Z-score* de dinamometría de prensión manual + salto de longitud horizontal) estandarizada se relacionaba con un perfil lipídico más saludable en adultos suecos. Asimismo, Steene-Johannessen y cols. (6) reportaron que independientemente de los niveles de adiposidad y del *fitness* cardiorrespiratorio, un incremento en la fuerza prensil ajustada al peso corporal se asociaba con menores niveles de marcadores de inflamación crónica, como la proteína C reactiva, la leptina y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α).

Para acercarse a este indicador de salud física, numerosas pruebas han sido descritas teniendo en cuenta que la fuerza máxima desarrollada depende de varios factores como el sexo, la edad, el tamaño y número de músculos implicados, el número de fibras que se activan, la coordinación intra e inter muscular, entre otros (7). Los resultados de los estudios AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes Españoles) (8), HELENA (en inglés, Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescents) (9) y ALPHA (en inglés, Assessing Levels of Physical Activity and fitness) (10) ponen de manifiesto que la fuerza de prensión manual y el salto horizontal son las pruebas más utilizadas en estudios epidemiológicos para valorar la condición muscular en niños y adolescentes, por su alto grado de fiabilidad y validez. En los trabajos de Artero y cols. (11,12) se describió por vez primera el índice general de fuerza (IGF), a partir de la estandarización de los resultados obtenidos de la fuerza de prensión manual (en kg) y el salto de longitud (en cm). Este índice demostró en niños y adolescentes europeos una asociación inversa con el perfil de riesgo lipídico-metabólico (13), la concentración de proteínas inflamatorias (14), los niveles de presión sanguínea (15) y la sensibilidad a la insulina (16), entre otros.

La valoración de la fuerza muscular como medida complementaria en edades tempranas puede permitir la detección precoz de factores de riesgo, cuyo resultado puede ser una mejor salud cardiovascular futura (17). Por ello, el presente estudio tuvo por objetivos: 1) determinar los valores de referencia de la condición muscular mediante el IGF, y 2) estudiar si el IGF está asociado con indicadores de adiposidad en niños y adolescentes escolares de Bogotá, Colombia.

MÉTODOS

DISEÑO Y MUESTRA DEL ESTUDIO

El presente trabajo forma parte del estudio FUPRECOL, cuya metodología completa ha sido publicada con anterioridad (18-20).

Se trata de un estudio de corte transversal en 8.000 niños y adolescentes en edad escolar de 9 a 17,9 años de edad residentes en Bogotá y pertenecientes a 24 instituciones educativas de zonas urbanas. La distribución geográfica no se realizó de forma aleatoria y la muestra fue por conveniencia. Se excluyeron escolares con discapacidad física, sensorial e intelectual permanente, enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 1 o 2, enfermedad cardiovascular, autoinmune o cáncer diagnosticado, estado de gestación, abuso en el consumo de alcohol o drogas y, en general, patologías que no estén relacionadas directamente con la nutrición, como errores congénitos del metabolismo, síndrome metabólico, obesidad mórbida, trastornos psiquiátricos (anorexia, bulimia), entre otros. El tamaño de la muestra para este trabajo se estimó con un error alfa del 5% y una precisión del 2% para muestras finitas.

ANTROPOMETRÍA Y COMPOSICIÓN CORPORAL

Todas las mediciones antropométricas se realizaron con los sujetos descalzos y en ropa cómoda. Se midió el peso con balanza de piso TANITA® modelo BF-689 (Arlington Heights, IL 60005, EE. UU.), con resolución 0,100 kg. La talla se midió con un estadiómetro portátil SECA® modelo 206 (Hamburgo, Alemania), rango 0-220 cm de 1 mm de precisión. Con estas variables se calculó el índice de masa corporal (IMC) en kg/m². La circunferencia de cintura (CC) fue tomada siguiendo los referentes anatómicos descritos por la OMS (21). A partir de las medidas directas, se calculó el índice cintura/talla (ICT) dividiendo la CC entre la talla. Un análisis con bioimpedancia eléctrica fue usado para determinar el porcentaje de grasa corporal (% GC) con balanza de piso Bipolar pie-pie, TANITA® modelo BF-689 (Arlington Heights, IL 60005, EE. UU.). La frecuencia de inducción se valoró a una intensidad de 50 kHz, con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%). La medición se realizó tras 10-12 h de ayuno, con la vejiga vacía y sobre una superficie no conductora. El error técnico de la medida (TEM) fue 0,639 y el coeficiente de reproducibilidad de 0,985% (19).

ÍNDICE GENERAL DE FUERZA

La medición de la fuerza máxima de prensión manual se valoró con dinamómetro digital Takei® modelo TKK-5101, rango 5-100 kg de 100 g de precisión, con dos intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, de pie, con los brazos paralelos al cuerpo sin contacto alguno; y la prueba de salto de longitud a pies juntos, como medida para determinar la máxima distancia alcanzada en dos intentos en miembros inferiores. Con los resultados de estas pruebas se calculó el IGF a partir de la tipificación *Z*, por ejemplo, $Z = ([\text{valor-medial}]/\text{desviación estándar})$. El promedio de las 2 pruebas transformadas (*z-score*) se utilizó para establecer una única variable

denominada IGF. Posteriormente, IGF se recodificó en cuartiles (Q), siendo el Q4 la posición con mayor valor en el desempeño muscular.

ASPECTOS ÉTICOS

El estudio FUPRECOL se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que regula la investigación clínica en humanos y ha obtenido la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos del centro coordinador del estudio (UR N.º CEI-ABN026-000262). Antes de la medición, cada niño y/o adolescente asintió participar y el padre/madre o tutor/a responsable firmó por escrito el consentimiento informado del menor.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa Statistical Package for Social Science® software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, EE. UU.). Se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*. Para las diferencias entre sexo y edad se empleó el análisis de la varianza de dos factores (*two-way ANOVA*) para variables continuas. Se calcularon percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) por sexo y edad de la tipificación Z de las pruebas de fuerza de prensión manual, salto de longitud e IGF. El coeficiente de correlación de Pearson se utilizó para examinar la relación entre el IGF y los marcadores de adiposidad. Las asociaciones entre el IGF y el IMC en el exceso de adiposidad general por CC e ICT se evaluaron mediante análisis de covarianza (ANCOVA), dividiendo la muestra según el IMC (normopeso, sobrepeso, obesidad) y cuartiles del IGF y, los terciles de adiposidad general CC e ICT, ajustando las diferencias por edad y sexo. Las diferencias entre las medias de cada grupo se analizaron mediante la corrección de Bonferroni para múltiples comparaciones. La significancia estadística se fijó a un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS

Constituyeron la muestra 7.268 escolares (tasa de respuesta 91%). La tabla I presenta las características de composición corporal y condición física musculoesquelética de los escolares pertenecientes al estudio FUPRECOL. En todos los grupos de edad, el análisis ANOVA mostró que los varones tenían mayores valores de peso corporal, talla, circunferencia de cintura e IMC que las mujeres, mientras que estas presentaban mayores valores de % GC ($p < 0,001$). El promedio general de fuerza prensil, el salto de longitud y el IGF fueron significativamente mayores en varones ($p < 0,001$). Por su parte, los varones mostraron mayores valores tipificados de z-fuerza prensil, z-salto de longitud e IGF ($p < 0,001$).

En las tablas II-IV se muestran los valores referencia tipificados de la fuerza prensil, el salto de longitud y del IGF de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia, clasificados por edad y sexo, y expresados en percentiles suavizados del 3 al 97. En ellas se aprecia claramente un mejor desempeño muscular por parte de los escolares varones en los tres componentes evaluados. En general, los varones muestran mayor heterogeneidad que las mujeres en función del IGF. También se aprecia una tendencia hacia un incremento del nivel de condición física muscular (fuerza prensil y salto de longitud) en los varones conforme aumenta la edad, y hacia la estabilidad o un ligero aumento en el caso de las mujeres.

Como análisis complementario y con el propósito de verificar si el IGF se relaciona con marcadores de adiposidad asociados a enfermedad cardiometabólica se llevó a cabo un análisis de correlación con el coeficiente de Pearson (r). En población general, el IGF presentó una relación inversa con el ICT ($r = -0,162$) y el % GC ($r = -0,348$) $p < 0,01$. Al diferenciar por sexo, el coeficiente " r " disminuye en mayor magnitud en las mujeres ICT ($r = -0,059$) y % GC ($r = -0,018$), mientras que en los varones dicha relación se incrementa a ($r = -0,280$) en el ICT y permanece estable para el % GC ($r = -0,327$) $p < 0,01$. En complemento a lo anterior los participantes con mejor desempeño muscular por IGF (Q4, alto) presentaron valores más saludables en todos los marcadores de adiposidad asociados a enfermedad cardiovascular temprana IMC, CC, ICT y % GC, $p < 0,001$, que los escolares ubicados en el Q1 (Fig. 1; panel A-D).

Por último, al dividir la muestra en dos grupos según la clasificación del IMC y los cuatro grupos (cuartiles) del IGF, se observaron diferencias significativas ($F = 6,128$; $p < 0,001$) en el valor de la CC (A) y en el ICT (B) ($F = 5,562$; $p < 0,001$) (Fig. 2). En ambos análisis se observó que los niños y adolescentes obesos y con menor valor de fuerza por IGF (Q1) presentan mayores valores de adiposidad por CC e ICT que los que se clasifican en normopeso y con mejor valor del IGF (Q4).

DISCUSIÓN

Este estudio presenta por primera vez en Bogotá (Colombia) los percentiles del desempeño muscular por edad y sexo que podrán ser usados como valores de referencia en la evaluación de la CF, el estado nutricional y la composición corporal en el contexto pediátrico y escolar. En general, se aprecian mayores valores de la CF muscular por parte de los escolares varones en los tres componentes evaluados, junto al incremento significativo conforme aumenta la edad. El análisis conjunto de la fuerza muscular en un solo índice corresponde a diversas metodologías reportadas en estudios previos en población infantil y adolescente (10-16). Nuestro estudio coincide con la metodología propuesta en los estudios europeos AVENA (7), HELENA (8) y ALPHA (9), y muestra en principio una condición muscular superior en varones para todas las edades ($p < 0,001$), explicada principalmente por factores de maduración biológica. Estos hallazgos también coinciden con lo descrito por Beunen y Thomis (22),

Tabla I. Composición corporal y condición física músculo esquelética de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia

Sexo	n	Peso corporal (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m ²)	CC (cm)	ICT	Fuerza prensil (kg)	Salto de longitud (cm)	IGF	z-fuerza prensil	z-salto de longitud
<i>Niños</i>											
9-9,9	217	32,1 ± 7,5	133,5 ± 6,5	17,8 ± 3,1	61,3 ± 6,6	0,455 ± 0,044 ^b	13,4 ± 3,8 ^a	107,9 ± 24,2 ^b	-0,682 ± 0,451 ^b	-0,922 ± 0,545 ^a	-0,440 ± 0,634 ^b
10-10,9	403	34,5 ± 8,5	137,3 ± 7,4 ^a	18,1 ± 3,3	61,8 ± 7,8	0,450 ± 0,052 ^b	14,5 ± 4,1 ^a	117,6 ± 22,5 ^b	-0,470 ± 0,511 ^b	-0,763 ± 0,537 ^a	-0,170 ± 0,706 ^b
11-11,9	412	37,2 ± 8,8 ^a	141,9 ± 8,2 ^a	18,3 ± 3,2	63,4 ± 7,4 ^a	0,448 ± 0,047 ^b	15,9 ± 3,9	121,1 ± 25,6 ^b	-0,291 ± 0,500 ^b	-0,562 ± 0,546	-0,016 ± 0,714 ^b
12-12,9	374	41,3 ± 9,1 ^a	147,1 ± 8,2 ^a	18,9 ± 3,2	65,0 ± 7,5	0,440 ± 0,047 ^b	18,1 ± 4,8	126,5 ± 26,7 ^b	-0,051 ± 0,562 ^b	-0,246 ± 0,634	0,162 ± 0,762 ^b
13-13,9	388	46,0 ± 9,8 ^a	153,5 ± 9,3 ^a	19,4 ± 3,3 ^b	66,2 ± 7,5	0,429 ± 0,048	22,2 ± 5,9 ^b	140,2 ± 30,7 ^b	0,469 ± 0,694 ^b	0,255 ± 0,769 ^b	0,627 ± 0,890 ^b
14-14,9	415	50,0 ± 9,7 ^a	158,9 ± 9,1 ^b	19,7 ± 3,0 ^b	68,0 ± 7,8	0,423 ± 0,043 ^b	24,5 ± 6,9 ^b	144,3 ± 35,2 ^b	0,741 ± 0,798 ^b	0,657 ± 0,963 ^b	0,827 ± 0,911 ^b
15-15,9	374	54,4 ± 9,7 ^a	163,3 ± 8,9 ^b	20,3 ± 3,0 ^b	70,0 ± 7,0	0,424 ± 0,042 ^b	28,8 ± 8,2 ^b	154,0 ± 36,8 ^b	1,200 ± 0,858 ^b	1,251 ± 1,040 ^b	1,152 ± 0,953 ^b
16-16,9	319	57,7 ± 8,7 ^b	166,7 ± 7,2 ^b	20,8 ± 2,9 ^b	71,1 ± 7,4 ^a	0,424 ± 0,045 ^b	31,1 ± 8,0 ^b	156,4 ± 41,5 ^b	1,415 ± 0,828 ^b	1,538 ± 0,998 ^b	1,313 ± 0,954 ^b
17-17,9	227	60,8 ± 10,3 ^b	168,1 ± 7,4 ^b	21,5 ± 3,3 ^b	72,9 ± 7,1 ^a	0,430 ± 0,044 ^a	32,7 ± 7,0 ^b	161,1 ± 41,4 ^b	1,559 ± 0,778 ^b	1,742 ± 0,923 ^b	1,458 ± 0,962 ^b
Total	3.129	45,5 ± 13,0 ^a	151,9 ± 14,1 ^b	19,4 ± 3,3 ^b	66,2 ± 8,2 ^a	0,436 ± 0,048	22,2 ± 9,0 ^b	139,2 ± 31,1 ^b	0,415 ± 1,013 ^b	0,285 ± 1,203 ^b	0,534 ± 1,040 ^b
<i>Niñas</i>											
9-9,9	277	32,1 ± 7,4	134,6 ± 7,6	17,6 ± 3,0	59,6 ± 6,5	0,441 ± 0,041	13,0 ± 3,9	94,9 ± 22,2	-0,931 ± 0,466	-1,001 ± 0,507	-0,899 ± 0,633
10-10,9	618	35,0 ± 7,9	138,4 ± 7,6	18,1 ± 3,0	61,1 ± 7,5	0,439 ± 0,047	13,9 ± 3,6	100,9 ± 22,5	-0,780 ± 0,460	-0,845 ± 0,473	-0,718 ± 0,688
11-11,9	620	38,3 ± 7,9	143,7 ± 7,5	18,4 ± 2,9	62,4 ± 6,7	0,432 ± 0,044	15,6 ± 3,7	107,1 ± 20,3	-0,564 ± 0,462	-0,592 ± 0,521	-0,533 ± 0,664
12-12,9	491	42,8 ± 8,6	148,5 ± 7,3	19,3 ± 3,0	64,1 ± 7,1	0,426 ± 0,044	18,3 ± 4,3	109,4 ± 22,2	-0,337 ± 0,481	-0,275 ± 0,552	-0,434 ± 0,675
13-13,9	457	47,4 ± 9,0	152,4 ± 6,3	20,3 ± 3,2	66,4 ± 7,5	0,427 ± 0,046	19,8 ± 4,7	113,1 ± 24,4	-0,177 ± 0,514	-0,063 ± 0,580	-0,297 ± 0,723
14-14,9	592	51,0 ± 8,9	154,6 ± 6,5	21,3 ± 3,3	68,4 ± 8,4	0,436 ± 0,052	21,6 ± 4,8	113,0 ± 26,6	-0,056 ± 0,520	0,158 ± 0,624	-0,267 ± 0,720
15-15,9	441	52,7 ± 8,6	155,7 ± 6,8	21,7 ± 3,1	69,5 ± 7,3	0,440 ± 0,046	22,1 ± 5,3	112,8 ± 29,4	0,006 ± 0,577	0,226 ± 0,665	-0,235 ± 0,746
16-16,9	393	53,9 ± 8,6	156,4 ± 5,8	22,0 ± 3,1	69,3 ± 8,0	0,440 ± 0,049	22,9 ± 5,1	115,4 ± 29,0	0,117 ± 0,563	0,337 ± 0,630	-0,146 ± 0,711
17-17,9	250	55,1 ± 9,3	156,8 ± 6,5	22,4 ± 3,6	70,5 ± 7,8	0,444 ± 0,050	23,9 ± 5,3	117,5 ± 35,1	0,219 ± 0,611	0,435 ± 0,684	0,011 ± 0,780
Total	4.139	44,8 ± 11,5	148,7 ± 10,1	20,0 ± 3,5	65,2 ± 8,2	0,436 ± 0,047	18,5 ± 5,6	111,0 ± 22,2	-0,304 ± 0,622	-0,216 ± 0,744	-0,409 ± 0,743

Datos presentados en media ± desviación estándar. Diferencias por grupo de edad y sexo con prueba ANOVA ^ap < 0,01; ^bp < 0,001. IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de cintura; ICT: índice cintura/talla; IGF: índice general de fuerza.

Tabla II. Percentiles tipificados de fuerza prensil por dinamometría manual según sexo y edad en niños y adolescentes escolarizados de Bogotá, Colombia

	n	Media	DE	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇
<i>Varones</i>										
9-9,9	217	-0,922	0,545	-1,623	-1,458	-1,226	-1,009	-0,726	-0,393	0,160
10-10,9	403	-0,763	0,537	-1,573	-1,361	-1,133	-0,829	-0,497	-0,179	0,328
11-11,9	412	-0,562	0,546	-1,405	-1,197	-0,929	-0,603	-0,242	0,133	0,657
12-12,9	374	-0,246	0,634	-1,344	-0,946	-0,677	-0,320	0,118	0,592	1,052
13-13,9	388	0,255	0,769	-0,982	-0,644	-0,293	0,117	0,673	1,294	2,087
14-14,9	415	0,657	0,963	-0,900	-0,518	-0,022	0,574	1,265	1,801	2,627
15-15,9	374	1,251	1,040	-0,879	-0,110	0,566	1,254	1,997	2,597	3,160
16-16,9	319	1,538	0,998	-0,410	0,232	0,841	1,506	2,266	2,851	3,501
17-17,9	227	1,742	0,923	-0,195	0,524	1,199	1,841	2,320	2,878	3,500
Total	3.129	0,285	1,203	-1,380	-1,092	-0,662	0,008	1,142	2,062	2,849
<i>Mujeres</i>										
9-9,9	277	-1,001	0,507	-1,721	-1,547	-1,335	-1,066	-0,765	-0,442	-0,061
10-10,9	618	-0,845	0,473	-1,600	-1,384	-1,157	-0,909	-0,591	-0,242	0,237
11-11,9	620	-0,592	0,521	-1,408	-1,217	-0,953	-0,635	-0,314	0,027	0,470
12-12,9	491	-0,275	0,552	-1,241	-0,969	-0,678	-0,300	0,058	0,400	0,750
13-13,9	457	-0,063	0,580	-1,248	-0,790	-0,455	-0,079	0,317	0,659	1,010
14-14,9	592	0,158	0,624	-0,978	-0,613	-0,262	0,163	0,549	0,938	1,363
15-15,9	441	0,226	0,665	-1,005	-0,514	-0,198	0,168	0,598	1,082	1,590
16-16,9	393	0,337	0,630	-0,801	-0,375	-0,073	0,326	0,677	1,066	1,657
17-17,9	250	0,435	0,684	-0,793	-0,393	0,034	0,391	0,775	1,289	2,061
Total	4.139	-0,216	0,744	-1,424	-1,154	-0,771	-0,260	0,289	0,717	1,209

P: percentil; DE: desviación estándar.

pues durante la infancia aparece un incremento gradual y lineal de la fuerza muscular (desde los 3 años de edad y hasta la pubertad en varones, y hasta los 15 años aproximadamente en mujeres). Bajo estas condiciones, los incrementos en la fuerza general son atribuibles a cambios neuromusculares, descartándose el aumento de la fuerza por factores hipertróficos exógenos como el entrenamiento físico regular. De la misma manera, las diferencias por sexo son explicadas en parte por la secreción de hormonas sexuales (testosterona, principalmente), pues se ha descrito que los esteroides endógenos son determinantes en el aumento de la masa magra principalmente en varones (22). A su vez, la redistribución ginecoide del tejido adiposo en las mujeres, junto a un incremento menos acelerado en su masa muscular, puede ser otro factor atribuible en las diferencias observadas en la fuerza del tren inferior medido con la prueba de salto de longitud.

Según Rodríguez-Bautista y cols. (18), la existencia de un marcado dimorfismo sexual, caracterizado por valores superiores de % GC entre las mujeres en todos los grupos etarios estudiados frente a los varones, se debe en parte a procesos de madura-

ción sexual, estrato socioeconómico, patrones dietarios, niveles de actividad física, factores neurohormonales o factores étnicos propios de cada población. Así pues, la literatura al respecto apoya los hallazgos de este trabajo de la existencia de un dimorfismo sexual según el cual las mujeres parecen presentar una ganancia ponderal mayor que los varones durante la pubertad (8,17,18,24). De acuerdo con Ramírez-Vélez y cols. (23), este patrón de desarrollo podría guardar estrecha relación con el proceso de maduración sexual propio del sexo femenino, debido al mayor acúmulo de tejido adiposo con la llegada de la adolescencia y al establecimiento de la menarquia. Adicionalmente, durante la adolescencia y en la tercera década de la vida ocurre una redistribución de la grasa subcutánea de las extremidades hacia el tronco (18,24). El proceso ocurre en los dos sexos, pero más rápidamente en varones que en mujeres. Por ello, una mayor proporción de grasa en el tronco respecto a las extremidades es una característica masculinizante y se encuentra asociada con el nivel de hormonas sexuales (18). Esto puede indicar que el periodo más crítico para el diagnóstico de la obesidad y del exceso de peso sea la infancia y explicaría la tendencia hacia un incremento del IGF en

Tabla III. Percentiles tipificados de salto de longitud según sexo y edad en niños y adolescentes escolarizados de Bogotá, Colombia

	n	Media	DE	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇
<i>Varones</i>										
9-9,9	217	-0,440	0,634	-1,770	-1,238	-0,852	-0,459	-0,041	0,395	0,792
10-10,9	403	-0,170	0,706	-1,455	-1,038	-0,673	-0,175	0,319	0,729	1,136
11-11,9	412	-0,016	0,714	-1,457	-0,917	-0,512	0,019	0,472	0,932	1,251
12-12,9	374	0,162	0,762	-1,213	-0,748	-0,348	0,106	0,682	1,157	1,596
13-13,9	388	0,627	0,890	-1,035	-0,458	0,041	0,544	1,252	1,750	2,461
14-14,9	415	0,827	0,911	-0,984	-0,374	0,247	0,880	1,416	1,878	2,604
15-15,9	374	1,152	0,953	-0,654	-0,106	0,478	1,181	1,864	2,309	2,907
16-16,9	319	1,313	0,954	-0,594	0,047	0,692	1,369	1,951	2,485	3,084
17-17,9	227	1,458	0,962	-0,470	0,092	0,835	1,463	2,097	2,790	3,129
Total	3.129	0,534	1,040	-1,230	-0,731	-0,225	0,441	1,252	1,950	2,614
<i>Mujeres</i>										
9-9,9	277	-0,899	0,633	-2,016	-1,703	-1,310	-0,901	-0,533	-0,061	0,415
10-10,9	618	-0,718	0,688	-2,031	-1,613	-1,195	-0,707	-0,267	0,182	0,600
11-11,9	620	-0,533	0,664	-1,720	-1,333	-0,936	-0,543	-0,133	0,275	0,689
12-12,9	491	-0,434	0,675	-1,648	-1,308	-0,890	-0,442	0,010	0,445	0,796
13-13,9	457	-0,297	0,723	-1,663	-1,178	-0,774	-0,275	0,194	0,539	1,023
14-14,9	592	-0,267	0,720	-1,675	-1,171	-0,736	-0,235	0,165	0,684	1,149
15-15,9	441	-0,235	0,746	-1,540	-1,162	-0,717	-0,230	0,229	0,631	1,204
16-16,9	393	-0,146	0,711	-1,504	-0,984	-0,585	-0,158	0,251	0,744	1,140
17-17,9	250	0,011	0,780	-1,346	-0,852	-0,550	-0,078	0,536	1,010	1,680
Total	4.139	-0,409	0,743	-1,765	-1,331	-0,902	-0,412	0,060	0,530	0,983

P: percentil; DE: desviación estándar.

los varones conforme aumenta la edad, y hacia la estabilidad o un ligero aumento en el caso de las mujeres en etapas puberales (a partir de los 12 años o más).

La correcta interpretación de estos resultados precisa su comparación con valores de referencia locales y actualizados, ante la inexistencia de valores normativos para el IFG. En este sentido, es necesario evaluar en estos sujetos la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovascular. Con objeto de facilitar la calificación se presentan también los percentiles 3 al 97 (Tablas II-IV). Esto permite realizar una clasificación intuitiva del sujeto utilizando una escala tipo Likert de la CF muscular a seguir (10,12): muy mala ($X < P_{10}$), mala ($P_{10} \leq X < P_{25}$), media ($P_{25} \leq X < P_{50}$), buena ($P_{50} \leq X < P_{75}$), muy buena ($P_{75} \leq X < P_{90}$) y excelente ($X \geq P_{90}$). A partir de los reportes de los estudios AVENA (7), HELENA (8) y ALPHA (9), y con el fin de definir clínica y epidemiológicamente puntos de corte útiles en el contexto pediátrico, sugerimos arbitrariamente el uso del percentil ($< P_{25}$) entre [0,991 y 1,129]; valor total [-0,394] en varones y [-1,274 y -1,176]; valor total [-0,739] en mujeres), como marcador déficit en la CF muscular en escolares de Bogotá, Colombia. Por otra parte, valores entre el P_{25} y P_{75} pueden ser una

aproximación cercana al límite saludable, mientras ubicarse en los percentiles P_{75} y P_{97} (arbitrariamente) podría ser tomado para fines de entrenamiento físico (Tabla IV). Estos puntos de corte ($< P_{25}$) han sido propuestos también por autores como Cohen y cols. (25) en jóvenes de Inglaterra para la fuerza prensil y por Saint-Maurice y cols. (26) en Hungría en fuerza prensil y salto de longitud respectivamente como indicativo de bajo desempeño muscular asociado a manifestaciones tempranas de riesgo cardiometabólico.

Otro hallazgo encontrado en este estudio fue la relación inversa entre el IGF con el ICT ($r = 0,162$), y el % GC ($r = 0,348$) $p < 0,01$ en la población general, resultado similar al reportado por Rodríguez-Valero y cols. (17) en escolares de Bogotá, Colombia. Estos autores encontraron que niños y adolescentes con menor desempeño muscular (cuartil 1-3) presentaron 4,06 veces (IC 95% 2,60-6,34; $p = 0,043$) mayor riesgo de presentar exceso de grasa ($> P_{85}$) y 1,57 veces (IC 95% 1,02-1,89; $p = 0,020$) mayor riesgo de obesidad abdominal ($> P_{75}$). A partir de estas observaciones se ha planteado la hipótesis del papel protector de la masa libre de grasa en el riesgo de presentar enfermedad cardiovascular (7-9, 18, 25). Por ejemplo, en jóvenes colombianos ($19,7 \pm 2,4$ años;

Tabla IV. Percentiles tipificados del IGF según sexo y edad en niños y adolescentes escolarizados de Bogotá, Colombia

	n	Media	DE	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇
<i>Varones</i>										
9-9,9	217	-0,682	0,451	-1,351	-1,200	-0,991	-0,760	-0,405	-0,077	0,225
10-10,9	403	-0,470	0,511	-1,399	-1,021	-0,789	-0,507	-0,183	0,137	0,551
11-11,9	412	-0,291	0,500	-1,127	-0,918	-0,636	-0,309	0,020	0,380	0,705
12-12,9	374	-0,051	0,562	-1,056	-0,665	-0,431	-0,124	0,272	0,662	1,096
13-13,9	388	0,469	0,694	-0,692	-0,359	-0,040	0,397	0,928	1,482	1,928
14-14,9	415	0,741	0,798	-0,654	-0,262	0,215	0,738	1,217	1,756	2,362
15-15,9	374	1,200	0,858	-0,509	-0,001	0,687	1,251	1,872	2,211	2,527
16-16,9	319	1,415	0,828	-0,261	0,177	0,877	1,492	2,008	2,408	2,928
17-17,9	227	1,559	0,778	-0,190	0,435	1,129	1,622	2,095	2,444	2,846
Total	3.129	0,415	1,013	-1,099	-0,786	-0,394	0,227	1,160	1,906	2,384
<i>Mujeres</i>										
9-9,9	277	-0,931	0,466	-1,633	-1,463	-1,274	-0,958	-0,657	-0,399	0,054
10-10,9	618	-0,780	0,460	-1,606	-1,291	-1,087	-0,825	-0,535	-0,217	0,218
11-11,9	620	-0,564	0,462	-1,363	-1,082	-0,833	-0,604	-0,300	-0,024	0,400
12-12,9	491	-0,337	0,481	-1,260	-0,937	-0,669	-0,358	-0,043	0,303	0,627
13-13,9	457	-0,177	0,514	-1,195	-0,842	-0,508	-0,158	0,159	0,432	0,807
14-14,9	592	-0,056	0,520	-1,004	-0,707	-0,411	-0,092	0,283	0,591	0,928
15-15,9	441	0,006	0,577	-1,022	-0,666	-0,357	-0,030	0,330	0,732	1,119
16-16,9	393	0,117	0,563	-0,888	-0,562	-0,249	0,102	0,436	0,778	1,215
17-17,9	250	0,219	0,611	-0,742	-0,475	-0,176	0,146	0,547	1,000	1,741
Total	4.139	-0,304	0,622	-1,368	-1,079	-0,739	-0,323	0,096	0,472	0,894

P: percentil; DE: desviación estándar.

peso $65,5 \pm 10,7$ kg; IMC $22,6 \pm 2,8$ kg/m²), Ramírez-Vélez y cols. (3) mostraron que un mejor desempeño muscular se asociaba de manera inversa con un perfil lipídico-metabólico más saludable. En esta misma línea, Mason y cols. (27) observaron que un bajo nivel de aptitud muscular se asociaba con mayores probabilidades de ganar al menos 10 kg independientemente del IMC y del *fitness* cardiorrespiratorio en hombres y mujeres. Esto nos llevaría a suponer que el componente muscular puede ser considerado un indicador de salud cardiovascular con alta potencia discriminadora (1,28).

Las principales limitaciones del presente estudio son las inherentes a su carácter transversal y tipo de muestreo. No fueron incluidas otras variables potencialmente influyentes en la composición corporal o condición muscular, tales como la dieta, etnia, nivel socioeconómico, estado madurativo, estatus nutricional, niveles de actividad física, factores endocrinos u otros marcadores de condición física como la potencia anaeróbica o la capacidad cardiorrespiratoria. La utilización de la BIA bipolar fue usada como la medida de referencia de la adiposidad corporal. Hasta la fecha no se conocen estudios de validación de la balanza de piso Bipolar pie-pie, con pruebas de referencia como el DXA, la pletismografía por desplazamiento de

aire, o con métodos de dilución isotópica; por tanto, las verdaderas prevalencias de obesidad por exceso de adiposidad podrían estar sesgadas a las obtenidas con otros métodos. Previamente ha sido reportada la concordancia entre la BIA bipolar y tetrapolar (29), y en otros trabajos se ha comprobado el uso de la BIA bipolar como una herramienta confiable para medir la grasa corporal en sujetos de etnia blanca y para ser usada en estudios poblacionales (29). Sería de interés también corroborar, si los puntos de corte propuestos en este trabajo del IGF, presentan adecuada sensibilidad y/o especificidad para detectar sujetos con riesgo cardiovascular aunado a las otras medidas de la CF o de actividad física. A pesar de estas limitaciones se observó convergencia de los resultados con datos reportados en otros estudios nacionales (1,17,18,30) e internacionales (10-16).

Entre las fortalezas se encuentran que se trabajó con una muestra poblacional numerosa de ambos sexos, lo que ofrece nuevas perspectivas acerca del estado de salud y nutrición de los escolares de Bogotá, Colombia, que deberán ser tenidas en cuenta por los actores involucrados en los ámbitos de planificación, decisión y ejecución de las políticas de salud. En general, la

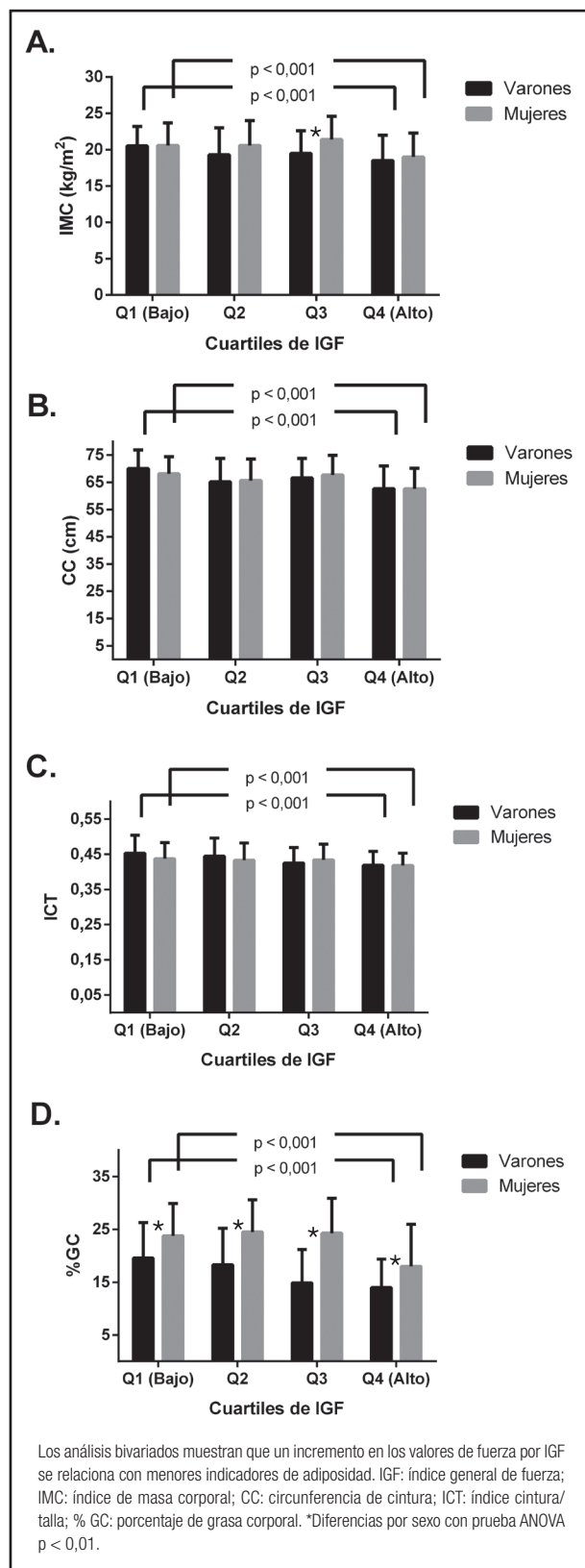


Figura 1.

Relación entre el IGF, IMC, CC, ICT y % GC de niños y adolescentes de Bogotá, D.C., Colombia.

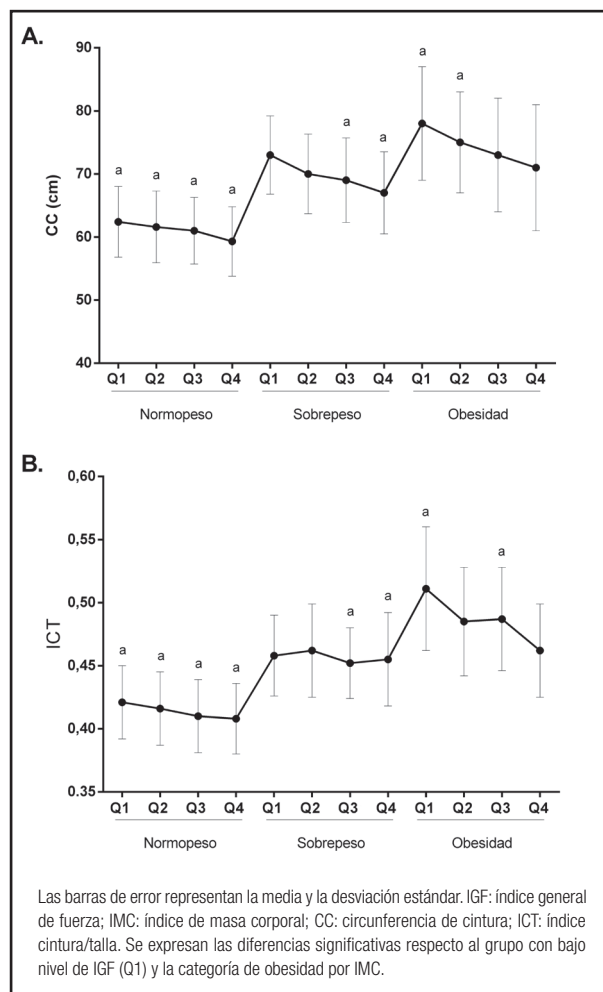


Figura 2.

Influencia combinada entre el IGF y el IMC en el exceso de adiposidad general por CC e ICT niños y adolescentes de Bogotá, D.C., Colombia.

valoración de la CF muscular por medio del IFG puede considerarse como herramienta complementaria para ser incluida en los programas académicos dirigidos a la prevención primaria en el ámbito escolar. Asimismo, su aplicación facilitará la identificación de individuos cuyo desempeño muscular es susceptible de mejora mediante ejercicio físico programado (31).

En conclusión, este trabajo ha establecido los valores de referencia de la condición muscular mediante la utilización del IFG en niños y adolescentes de la ciudad de Bogotá, Colombia, además de la relación inversa con marcadores de adiposidad asociados a riesgo cardiometabólico. En este contexto, la presentación de valores de referencia ayudará a establecer comparaciones con otras poblaciones, y a estimar la proporción de escolares con cambios en su composición corporal o CF muscular. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

FINANCIACIÓN

El presente trabajo forma parte del proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos), financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N.º 122265743978.

AGRADECIMIENTOS

Los autores envían un especial agradecimiento a los estudiantes de maestría en Actividad Física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CE-MA) y a los jóvenes investigadores del Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas al Ejercicio Físico, el Deporte y la Salud (GICAEDS) de la Universidad Santo Tomás por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico/tecnológico para las mediciones de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Eckman M, Gigliotti C, Sutermeister S, Butler PJ, Mehta K. Using handgrip strength to screen for diabetes in developing countries. *J Med Eng Technol* 2016;40(1):8-14.
- Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Batty GD, Rasmussen F. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: A population-based cohort study of one million Swedish men. *Int J Epidemiol* 2009;38:110-8.
- Ramírez-Vélez R, Meneses-Echavez JF, González-Ruiz K, Correa JE. Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp* 2014;30(4):769-75.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med* 2011;45:518-24.
- Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ* 2012;345:e7279.
- Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Kolle E, Andersen LB. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1361-7.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles Testing and Function*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al.; Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2005;58(8):898-909.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Bergman P, Hagstromer M, et al.; HELENA Study Group. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl. 5):S49-57.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med* 2011;45:518-24.
- García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2007; 60:581-8.
- Artero EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Martínez-Gómez D, Wärnberg J, Gómez-Martínez S; HELENA study group. Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. *Pediatr Obes* 2014;9:391-400.
- Artero E, Ruiz J, Ortega F, España-Romero V, Vicente-Rodríguez G, Molnar D, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. *Pediatric Diabetes* 2011;12:704-12.
- Ruiz R, Ortega B, Wärnberg J, Moreno A, Carrero J, González-Gross M, et al. Inflammatory Proteins and Muscle Strength in Adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008;5:462-8.
- Ruiz J, Castro-Piñero J, G Artero E. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-23.
- Benson AC, Torode ME, Singh MA. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2006;1:222-31.
- Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R. Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp* 2015;32(4):1559-66.
- Rodríguez-Bautista YP, Correa-Bautista JE, González-Jiménez E, Schmidt-RíoValle J, Ramírez-Vélez R. Values of waist/hip ratio among children and adolescents from Bogotá, Colombia: The FUPRECOL Study. *Nutr Hosp* 2015;32(5):2054-61.
- Ramírez-Vélez R, Rodrigues-Bezerra D, Correa-Bautista JE, Izquierdo M, Lobelo F. Reliability of Health-Related Physical Fitness Tests among Colombian Children and Adolescents: The FUPRECOL Study. *PLoS ONE* 2015;10(10):e0140875.
- Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Niveles de actividad física, condición física y tiempo en pantallas en escolares de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp* 2015;32(5):2184-92.
- World Health Organization (WHO) (1995). *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO Report Series 854; 1995. p. 2-3.
- Beunen G, Thomis M. Muscular strength development in children and adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 2000;12:174-97.
- Ramírez-Vélez R, Suárez-Ortegón MF, Aguilar de Plata AC. Association between adiposity and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Endocrinol Nutr* 2011;58(9):457-63.
- Aguilar de Plata AC, Pradilla A, Mosquera M, Gracia de Ramírez AB, Ortega JG, Ramírez-Vélez R. Centile values for anthropometric variables in Colombian adolescents. *Endocrinol Nutr* 2011;58(1):16-23.
- Cohen DD, Voss C, Taylor MJ, Stasinopoulos DM, Delextrat A, Sandercock GR. Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatr* 2010; 99(7): 1065-72.
- Saint-Maurice PF, Laurson KR, Karsai I. Establishing Normative Reference Values for Handgrip Among Hungarian Youth. *Res Q Exerc Sport* 2015;86(Suppl 1):S29-36.
- Mason C, Brien SE, Craig CL, Gaudin L, Katzmarzyk PT. Musculoskeletal fitness and weight gain in Canada. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:38-43.
- Fonseca-Camacho DF, Hernández-Fonseca JM, González-Ruiz K, Tordecilla-Sanders A, Ramírez-Vélez R. Una mejor auto-percepción de la condición física se relaciona con menor frecuencia y componentes de síndrome metabólico en estudiantes universitarios. *Nutr Hosp* 2015;31(3):1254-63.
- Kabiri LS, Hernandez DC, Mitchell K. Reliability, Validity, and Diagnostic Value of a Pediatric Bioelectrical Impedance Analysis Scale. *Child Obes* 2015;11(5):650-5.
- Ramírez-Vélez R, Triana-Reina HR. Association of muscle strength with early markers of cardiovascular risk in sedentary adults. *Endocrinol Nutr* 2013;60:433-8.
- Ramírez-Vélez R, Morales O, Peña-Ibagon JC, Palacios-López A, Prieto-Benavides DH, Vivas A, Correa-Bautista JE, Lobelo F, Alonso-Martínez A, Izquierdo M. Normative Reference Values For Handgrip Strength in Colombian Schoolchildren: The Fuprecol Study. *J Strength Cond Res*. 2016 Apr 21. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001459



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Nutrición en el anciano

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

The calf circumference as a quick-reliable marker of malnutrition in hospitalized elderly. Its relation with age and gender

Emilia María López Lirola¹, María Concepción Iribar Ibabe² y José María Peinado Herreros²

¹Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería. ²Departamento de Bioquímica y Biología Molecular 3 e Inmunología. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada

Resumen

Introducción: la malnutrición en el anciano que ingresa en el hospital es bastante frecuente y condiciona no solo la extensión de la estancia hospitalaria, sino el pronóstico o la aparición de otras patologías. Su valoración puede basarse en medidas antropométricas, parámetros bioquímicos y test nutricionales.

Objetivos: valorar si la circunferencia de pantorrilla es un indicador válido de desnutrición en el paciente anciano recién hospitalizado, analizando la posible influencia del sexo y la edad.

Material y métodos: estudio descriptivo en 907 pacientes ancianos pluripatológicos a su ingreso en el hospital, con una edad media de $82,13 \pm 7,08$ años. Se han realizado determinaciones bioquímicas incluyendo recuento de linfocitos, colesterol total, transferrina y albúmina. Se aplicaron en cada paciente las escalas de cribado nutricional MNA, NRS y VGS. Finalmente se determinó la circunferencia de la pantorrilla.

Resultados: los test nutricionales muestran un porcentaje de desnutrición medio del 75%. Los parámetros bioquímicos muestran un porcentaje de desnutrición que oscila del 63,4% al 76,7%, y la circunferencia de la pantorrilla un 74,2%. La prevalencia de desnutrición es mayor en mujeres, independientemente del parámetro utilizado en su determinación. El aumento en la edad, particularmente a partir de los 85 años, y con todos los parámetros analizados, también condiciona un mayor grado de desnutrición. Todos los parámetros estudiados se correlacionan con la circunferencia de la pantorrilla, estableciéndose el concepto "estar desnutrido" en el punto de corte de 29 cm, para ambos sexos y en todos los grupos de edad (sensibilidad 99,31%).

Conclusiones: un 75% de la población anciana presenta desnutrición a su ingreso en el hospital. La circunferencia de la pantorrilla es un marcador de desnutrición en el anciano de fácil determinación y alta sensibilidad, independiente del sexo y la edad.

Abstract

Introduction: Malnutrition in the hospitalized elderly is very common, and it frequently predicts, not only the lengthened hospital stay, but also the prognosis and other adverse pathologies. Nutritional assessment can be based on anthropometric measurements, biochemical parameters and nutritional tests.

Objectives: To evaluate if the calf circumference is a valid indicator of malnutrition in the elderly patient recently hospitalized, analysing the possible influence of sex and age.

Material and methods: A descriptive study in 907 pluripathological elderly patients has been performed upon arrival to the Hospital. The average age was $82,13 \pm 7,08$ years. Number of lymphocytes, total cholesterol, plasma transferrin and plasma albumin were evaluated. In addition the nutritional status was evaluated using the Mini Nutritional Assessment, Nutritional Risk Screening and subjective Global assessment tests. Finally it was determined the calf circumference.

Results: Nutritional tests show a malnutrition average near to 75%. Biochemical parameters show a percentage of malnutrition ranging from 63.4% to 76.7% and the results for the calf circumference were 74.2%. The prevalence of malnutrition is higher in women, regardless of the parameter used. Age, particularly from 85 years, increases the malnutrition risk under all parameters. All parameters are correlated with the calf circumference, settling the concept "be malnourished" in the cut-off point of 29 cm, for both sexes and in all different age groups (sensitivity 99.31%).

Conclusions: 75% of the elderly population presents malnutrition upon arrival at the hospital. Calf circumference is an easy marker of malnutrition in the elderly, with high sensitivity and reliability, independently of sex and age.

Palabras clave:

Evaluación nutricional. Perímetro de pantorrilla. Persona mayor frágil. Albúmina. MNA.

Key words:

Nutrition assessment. Calf circumference. Elderly frail. Albumin. MNA.

Recibido: 04/11/2015
Aceptado: 05/02/2016

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;33:565-571

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.262>

Correspondencia:

José María Peinado Herreros. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular 3 e Inmunología. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Avda. de la Investigación, 11. 18016 Granada e-mail: jpeinado@ugr.es

INTRODUCCIÓN

Los problemas relacionados con la nutrición en las personas mayores han cobrado una especial relevancia. La OMS ha señalado a la población anciana como un grupo nutricionalmente vulnerable (1), siendo el estado nutricional un indicador de calidad de vida en esta etapa (2). La desnutrición afecta al sistema inmunitario, aumentando la predisposición a infecciones, retrasa la cicatrización de heridas y favorece la aparición de problemas cardíacos, respiratorios, digestivos, metabólicos y endocrinos (3). Se ha descrito una alta prevalencia de malnutrición en adultos que ingresa en un hospital, con valores dependientes de diferencias geográficas y socioeconómicas (4) y de su estado funcional, incrementándose los niveles de desnutrición en ancianos con alto grado de incapacidad física o psíquica y en ancianos que están institucionalizados (5,6). Así, los pacientes geriátricos en atención primaria presentan desde niveles de desnutrición de un 20% de la población (5) hasta valores de un 80,4% de desnutrición en ancianos frágiles con enfermedad aguda o crónica incapacitante (6).

En 2012, el estudio PREDYCES, que valoraba la malnutrición de los pacientes hospitalizados en 31 hospitales españoles y los costes que ello suponía, describió que la media de desnutrición afectaba al 23% de los ingresados, pero crecía alarmantemente en grupos de edad alta, alcanzando el 36% en pacientes de 75 a 84 años y de casi el 50% en mayores de 85 años (7,8). Resulta por tanto trascendental la detección precoz de desnutrición geriátrica hospitalaria y es recomendable realizar un cribado en las primeras 24-48 horas del ingreso con el fin de realizar una intervención temprana (11), que evite la prolongación de estancia, las complicaciones clínicas y un aumento de los costes (9). De hecho, en el paciente con nutrición deficiente, ciertos parámetros sanguíneos muestran típicamente valores inferiores a los normales, como cierto grado de anemia ferropénica e inmunidad más pobre (10), por lo que es de interés valorar el número de linfocitos circulantes y los valores plasmáticos de colesterol, albúmina y transferrina (6).

Por otra parte, escalas nutricionales como el Mini Nutritional Assessment (MNA®) (11), el Nutritional Risk Screening (NRS 2002) (12) y la Valoración Global Subjetiva (VGS) (13) están ampliamente validadas como métodos de cribado para detectar precozmente la desnutrición hospitalaria, aunque existen múltiples dificultades cotidianas en su aplicación a la práctica clínica, y particularmente en pacientes geriátricos, pluripatológicos, grandes incapacitados tanto a nivel físico como psíquico, institucionalizados o provenientes de otras unidades de hospitalización.

Dentro de las posibles aproximaciones antropométricas como el peso, IMC y otras medidas para objetivar los cambios en la masa libre de grasa durante el envejecimiento, un parámetro sensible, propuesto como marcador de pérdida muscular, es la circunferencia de la pantorrilla (CP) (14,15), mejor correlacionada con el grado nutricional que la circunferencia media de brazo (16), aunque su uso como medida exploratoria sistemática del estado nutricional al ingreso hospitalario no se encuentra protocolizada, pese a ser una variable muy fácil de medir.

El objetivo de nuestro estudio fue analizar si una prueba sencilla como la determinación de la circunferencia de la pantorrilla puede ser un indicador válido de desnutrición en el paciente anciano recién hospitalizado, correlacionando sus valores con marcadores bioquímicos y diferentes escalas de valoración del estado nutricional. Además, estudiamos si las variables de sexo o de edad constituyen un sesgo a tener en cuenta a la hora de determinar el estado nutricional del anciano mediante la circunferencia de la pantorrilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio de corte transversal con reclutamiento prospectivo.

PARTICIPANTES

En la muestra se incluyó a todos los pacientes que ingresaron durante el año 2011 (de 1 de enero a 31 de diciembre) en la Unidad de Paciente Pluripatológico y Cuidados Paliativos del Hospital Cruz Roja, Complejo Hospitalario Torrecárdenas de Almería, España. De un total de 1.049 ingresos, 142 fueron excluidos tras la aplicación de los criterios de exclusión, quedando por tanto 907 pacientes (Tabla I).

Los criterios de inclusión fueron: a) pacientes ingresados en la unidad arriba mencionada con más de 65 años; y b) firma del consentimiento informado por el paciente o tutor.

Criterios de exclusión: a) encontrarse al ingreso en situación terminal extrema (40 pacientes); b) imposibilidad física para recoger el parámetro antropométrico, por úlceras en miembros inferiores, amputaciones, o escayolas (8 pacientes); c) presentar cuadros de trombosis venosa y/o linfangitis bilateral que no hacía fiable la medición (4 pacientes); y d) no cumplir los criterios de inclusión (90 pacientes menores de 65 años).

Para cada paciente se cumplimentó una ficha para recogida de variables, incluyendo: edad, sexo y tipo de patología que precisaba el ingreso (Neurología, Respiratorio, Cardiología, Traumatología, Endocrinología, Oncología y otras patologías menos prevalentes), así como la medida de la circunferencia de la pantorrilla (CP), considerándose como posible alteración nutricional un valor inferior a los 31 cm, coincidente con el establecido en el MNA® (11) MNA-SF (17) y otros autores (14).

Se emplearon además los cuestionarios de cribado nutricional Mini Nutritional Assessment (MNA-SF) (17), Nutritional Risk Screening (NRS-2002) (12,18) y Valoración Global Subjetiva (VGS) (19), considerando los puntos de corte admitidos para diferenciar nutrición normal de situación de riesgo o desnutrición.

El MNA es un cuestionario creado específicamente para población anciana. Clasifica al paciente en tres categorías: desnutrido, en riesgo de desnutrición y con buen estado nutricional. Consta de 18 preguntas sobre parámetros antropométricos, valoración global, historia dietética y auto-percepción de salud y estado nutricional. Existe una forma abreviada (*Short Form*) (MNA®-SF) creada para reducir el tiempo de realización de 10-15 minutos a 3 minutos, que es la que se ha utilizado en nuestro estudio (17).

La puntuación total posible es de 14 puntos y se considera como estado nutricional normal una valoración de 12-14 puntos.

El NRS 2002 es un método de cribado, recomendado por la Sociedad Europea para la Nutrición Clínica y el Metabolismo (ESPEN), para detectar la presencia de malnutrición o riesgo de padecerla en pacientes hospitalizados (12). Consta de 4 preguntas sencillas: ¿Está el índice de masa corporal por debajo de 20,5? ¿Se ha reducido la ingesta durante la última semana? ¿Ha perdido peso? ¿Está el paciente gravemente enfermo? Es un método de alta sensibilidad, pero de escasa especificidad, que requiere reevaluación semanal.

El cuestionario VGS es sencillo y reproducible, pero requiere cierta experiencia para su correcto uso como técnica de despistaje nutricional. Incluye modificaciones en el peso, ingesta dietética, síntomas gastrointestinales y situación funcional. Ha sido validado en ancianos y está diseñado para la detección de pacientes desnutridos o en riesgo nutricional (20).

También se realizó a todos los pacientes ingresados una analítica de sangre que incluyó: recuento de linfocitos, albúmina, transferrina y colesterol plasmáticos, siguiendo procedimientos estandarizados. Se consideró como parámetros indicadores de desnutrición el tener valores absolutos de linfocitos en sangre inferiores a 1.500, albúmina inferior a 3,5 g/dl, colesterolemia inferior a 180 mg/dl y transferrinemia inferior a 200 mg/dl (21,22).

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

La participación en el estudio fue voluntaria, anónima y desinteresada. En todos los casos se solicitó el consentimiento informado, incluyendo la capacidad de retirarse en cualquier momento sin necesidad de explicación o justificación alguna, del paciente o bien de su familiar directo o tutor, en los casos de incapacidad psíquica. El estudio fue aprobado por la Comisión de Ética e Investigación del Complejo Hospitalario Torrecárdenas, Almería, de acuerdo con la Declaración de Helsinki y la normativa propia.

ESTADÍSTICA

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, versión 17.0. Chicago: SPSS Inc. y Epidat 3.1.

Se realizó un análisis descriptivo previo de las variables. Se utilizaron para el análisis bivariante los test de Chi-cuadrado de Pearson, el exacto de Fischer, la t de Student y ANOVA. Se estimó un modelo de regresión simple para medir la correlación existente entre las variables dependientes e independientes. Se consideró la posibilidad de realizar una regresión lineal múltiple para conocer el efecto de las variables independientes en conjunto con las variables dependientes. Se realizó un modelo de regresión lineal cuando se consideró la medida circunferencia de pantorrilla como variable cuantitativa. Se construyó un modelo de regresión logística al considerar la malnutrición como variable dependiente cualitativa dicotómica, y se introdujeron las variables independientes de manera manual una a una.

RESULTADOS

La muestra final incluyó a 436 hombres y 471 mujeres, 907 pacientes, con edades comprendidas entre los 65 y los 97 años, con una media de edad superior para las mujeres, 84,67 años, respecto a los hombres, 79,38. En ambos sexos el grupo de edad mayoritario fue el comprendido entre los 75 y los 84 años.

Se consideraron cuatro grupos de edad. Los comprendidos entre 65 y 74 años, 139 pacientes, los que tenían edades entre 75 y 84 años, 381, aquellos comprendidos entre 85 y 90, 247, y los que sobrepasaban los 90 años, un total de 140. Las mujeres aumentaban su presencia a medida que el grupo de edad era más longevo.

Más de la mitad de los pacientes presentaban patologías múltiples, un 64,1%, pero su diagnóstico al ingreso era mayoritariamente neurológico, en un 44,0% de los casos, seguido de los casos oncológicos, 17,9%.

Si comparamos los resultados de población considerada desnutrida por las variables MNA, NRS, VGS y perímetro de pantorrilla, encontramos que los cuatro métodos obtienen porcentajes muy similares. Podríamos asumir que un 75% de los ancianos ingresados presentaban desnutrición (Tabla II). La valoración mediante el NRS muestra mayores porcentajes de desnutrición.

La prevalencia de desnutrición, independientemente del test utilizado para su determinación, fue siempre superior en el grupo de mujeres, $p = 0,001$, de manera que el porcentaje de desnutrición en las mujeres se acercaba al 80%, mientras que en los hombres quedaba por debajo del 70%.

La valoración del estado nutricional mediante variables analíticas, recuento de linfocitos y concentración de colesterol, transferrina y albúmina en suero dieron unos resultados que se muestran en la tabla III. En general, estos métodos analíticos resultan en

Tabla I. Características generales de la población estudiada

	Hombres	Mujeres	Total
n	436 (48,1%)	471 (51,9%)	907
<i>Edad</i>			
Media $x \pm dt$	79,38 $\pm$ 7,25	84,67 $\pm$ 5,82	82,13 $\pm$ 7,08
Rango min-max	(65-95)	(65-97)	(65-97)
De 65 a 74 años	113 (25,9%)	26 (5,5%)	139 (15,3%)
De 75 a 84 años	196 (45,0%)	185 (39,3%)	381 (42,0%)
De 85 a 90 años	89 (20,4%)	158 (33,5%)	247 (27,2%)
Mayores de 90 años	38 (8,7%)	102 (21,7%)	140 (15,4%)
<i>Diagnóstico</i>			
Neurología	174 (39,9%)	225 (47,8%)	339 (44,0%)
Oncología	100 (22,9%)	62 (13,2%)	162 (17,9%)
Respiratorio	64 (14,7%)	27 (5,7%)	91 (10,0%)
Cardiología	32 (7,3%)	55 (11,7%)	87 (9,6%)
Traumatología	13 (3,0%)	31 (6,6%)	44 (4,9%)
Endocrinología	6 (1,4%)	22 (4,7%)	28 (3,1%)
Otros	47 (10,8%)	49 (10,4%)	96 (10,6%)

Tabla II. Porcentaje de pacientes con nutrición normal o desnutridos según los diferentes test de cribado, incluyendo los porcentajes obtenidos para la medida de la circunferencia de la pantorrilla

	Nutrición normal	Desnutrición
MNA	26,0% Hombres 31,2% Mujeres 21,2%	74,0% Hombres 68,8% Mujeres 78,8%
NRS	23,0% Hombres 27,1% Mujeres 19,7%	77,0% Hombres 72,9% Mujeres 80,3%
VGS	26,6% Hombres 32,1% Mujeres 21,4%	73,4% Hombres 67,9% Mujeres 78,6%
Circunferencia de pantorrilla	25,8% Hombres 30,7% Mujeres 21,2%	74,2% Hombres 69,3% Mujeres 78,8%

Tabla III. Porcentaje de pacientes con nutrición normal o desnutridos según las diferentes pruebas analíticas, incluyendo los porcentajes obtenidos por la medida de la circunferencia de la pantorrilla

	Nutrición normal	Desnutrición
Recuento de linfocitos	36,6% Hombres 36,0% Mujeres 38,6%	63,4% Hombres 64,0% Mujeres 61,4%
Colesterol total	33,6% Hombres 35,6% Mujeres 33,1%	67,4% Hombres 64,4% Mujeres 66,9%
Transferrina plasmática	30,9% Hombres 33,7% Mujeres 28,2%	69,1% Hombres 66,3% Mujeres 71,8%
Albúmina plasmática	23,3% Hombres 28,7% Mujeres 18,3%	76,7% Hombres 71,3% Mujeres 81,7%
Circunferencia de pantorrilla	25,8% Hombres 30,7% Mujeres 21,2%	74,2% Hombres 69,3% Mujeres 78,8%

porcentajes de desnutrición más pequeños, cercanos al 65%, salvo los datos aportados por la cuantificación de albúmina plasmática que resultan muy similares a los cuestionarios nutricionales. Una vez más, la prevalencia de desnutrición es mayor en las mujeres, siendo el grado estadístico de significación de $p < 0,001$ para la valoración estimada mediante albúmina plasmática.

Para comprobar el posible sesgo del sexo en la valoración de desnutrición por la medida de perímetro de pantorrilla se realizó

un estudio multivariable respecto a la valoración mediante MNA, determinando que con un valor de $p < 0,001$, IC 95% (0,14-0,062), la medida de perímetro de pantorrilla es un buen predictor de desnutrición en el anciano, independientemente de su sexo.

La media de edad de los pacientes desnutridos siempre fue superior a la de los pacientes con nutrición normal, $p < 0,001$, mediante *t* de Student (Tabla IV).

La tabla V muestra la media de valores obtenidos tanto en las pruebas analíticas como en los cuestionarios nutricionales y en CP para los diferentes grupos de edad. Mediante ANOVA se pudo comprobar que había diferencias significativas para todos los parámetros según los grupos de edad ($p < 0,001$), siendo siempre la prevalencia de desnutrición significativamente mayor en los grupos de mayor edad ($p < 0,001$), test de la Chi-cuadrado, para todos los parámetros y escalas. Así mismo se comprobó que en el grupo de 85-90 años y en el de más de 90 años la proporción de pacientes con desnutrición grave era significativamente mayor ($p < 0,001$). Tras comprobar la homogeneidad de varianzas se realizaron las pruebas *post hoc*, se comprobó que las diferencias significativas se debían a los grupos de 85 a 90 años y mayores de 90, para los valores de albúmina, linfocitos, transferrina, MNA y NRS-2002.

Para comprobar el posible sesgo de la edad en cuanto a la valoración por la CP se realizó análisis multivariante con la desnutrición medida por MNA y se observó que la pantorrilla es un buen predictor de desnutrición del anciano, independientemente de su edad ($p < 0,001$, IC 95%; 0,013-0,060).

Correlacionando el riesgo nutricional valorado por la CP con el valorado mediante MNA, VGS y NRS-2002 se obtiene la mayor sensibilidad y especificidad para estar "en riesgo de desnutrición", estableciendo el punto de corte para la circunferencia de la pantorrilla en 31 cm. En nuestro estudio el grado de acuerdo con las tres escalas fue muy alto (MNA: $K = 0,926$, VGS: $K = 0,949$ y

Tabla IV. Media de edad de los pacientes desnutridos, según las diferentes pruebas analíticas y los diferentes test. Comparación con la media de edad obtenida para la medida de la circunferencia de la pantorrilla

Media edad en años			
	Nutrición normal	Desnutrición	<i>p</i>
MNA	79,94 ± 6,84	82,89 ± 7,01	< 0,001
NRS 2002	80,12 ± 6,85	82,73 ± 7,05	< 0,001
VGS	80,04 ± 6,82	82,88 ± 7,03	< 0,001
Recuento de linfocitos	81,47 ± 6,50	82,52 ± 7,39	= 0,031
Colesterol total	81 ± 6,59	82,71 ± 7,26	= 0,001
Transferrina	80,13 ± 6,51	83,02 ± 7,15	< 0,001
Albúmina	80,04 ± 6,83	82,76 ± 7,07	< 0,001
Circunferencia de pantorrilla	79,95 ± 6,87	82,88 ± 7,01	< 0,001

NRS-200:2 K = 0,932). Sin embargo, al correlacionar la desnutrición por CP con la valoración por MNA y VGS se obtuvo la mayor sensibilidad y especificidad para “estar desnutrido” en el punto de corte de 29 cm, para ambos sexos y en todos los diferentes grupos de edad (sensibilidad 99,31%, especificidad del 94,26% para MNA®; y 94,43% y 99,10% para VGS).

DISCUSIÓN

La malnutrición en la población anciana es un problema muy generalizado, pero con una incidencia variable en función de los parámetros utilizados para su detección, los problemas de salud asociados y las características sociales de la población. En este estudio hemos encontrado una elevada prevalencia de desnutrición, cercana al 75%, aunque los diferentes modos de valoración proporcionan diferentes incidencias de desnutrición en la población anciana ingresada en el hospital. El reciente estudio de Araujo y cols. (2015), comparando el valor de las medidas antropométricas como indicadores de desnutrición en una población de 96 ancianos, muestra prevalencias que van desde un 43,8% a un 61,4%. Todas ellas correlacionaron con la escala nutricional que utilizaron, aunque las mejores concordancias se obtenían para el BMI y la circunferencia de la pantorrilla (23).

En nuestro estudio, los porcentajes de desnutrición son sensiblemente mayores. Hay que considerar que la valoración del estado nutricional se realizó al momento del ingreso hospitalario, pero no cabe duda que la procedencia de los pacientes era bastante dispar; unos vivían en sus domicilios habituales mientras que otros procedían de residencias o trasladados desde otros hospitales. El no haberse recogido esta información como variable de estudio supone una limitación a tener en cuenta, ya que los trabajos que incluyen esta variable muestran incidencias de desnutrición más severas (por encima del 50%) en la población institucionalizada (22,24). Tampoco se han reevaluado los pacientes a lo largo de su estancia hospitalaria, y sin embargo, está demostrado que la desnutrición se va incrementando conforme esta aumenta (7,22).

En nuestra muestra, casi la mitad de los pacientes, un 44,2%, ingresaron por patología neurológica, que se asocia con un mayor grado de incapacidad y desnutrición (25), por lo que se trata de un sesgo aleatorio al valorar nuestros resultados.

La población anciana presenta alteraciones en su analítica sanguínea, relacionables con su nivel de nutrición. Lo más frecuente es observar un cierto grado de anemia, mayoritariamente ferropénica (26) y una hipoalbuminemia (2). Nuestros resultados sugieren que es la albuminemia el dato que mejor muestra el grado de desnutrición.

La proporción de desnutridos era significativamente mayor en los grupos de más edad (85-90 y > 90 años), lo que coincide con otros estudios (27,28). El envejecimiento, en general, se asocia con cambios de composición corporal, con pérdida progresiva de masa muscular y con redistribución de la masa grasa (29). Esos cambios se explican por un conjunto multifactorial que incluye desde una disminución del ejercicio físico hasta un deterioro endocrino, neuromuscular o metabólico, y, por supuesto, una inadecuada ingesta de nutrientes (30), siendo difícil decidir cuál es el factor más determinante. Por eso, nuestros resultados, demostrando que el valor de la CP puede ser un factor predictor de desnutrición, independientemente de la edad del paciente, cobran un gran interés. Algunos estudios ya habían descrito una asociación estadísticamente significativa entre el valor de la CP y el riesgo de desnutrición en el anciano (14), que se mantenía en todos los segmentos de edad.

El dimorfismo sexual respecto al desarrollo muscular, con mayor desarrollo en el varón, podría constituir un problema a la hora de utilizar la CP como indicador de nutrición (31). De hecho, las medidas antropométricas obtenidas en las mujeres son siempre inferiores a las de los hombres (32,33). No obstante, nuestro estudio demuestra que la CP predice bien la desnutrición, independientemente del factor sexo.

Se ha sugerido como punto de corte óptimo para determinar la desnutrición en el anciano hospitalizado una CP menor de 30,5 cm, con una sensibilidad menor para los hombres (73,2%) que para las mujeres (88,8%) y una especificidad contraria, mayor para los hombres (72,8%) que para las mujeres (61,1%)

Tabla V. Valores obtenidos para la muestra poblacional ordenada en grupos de edad. Incluye los valores de la circunferencia de la pantorrilla, de las analíticas y los datos de los test nutricionales (valor medio $\pm$ desviación estándar)

	65-74 años (n = 139)	75-84 años (n = 381)	85-90 años (n = 247)	Mayores de 90 años (n = 140)	p
Circunferencia de pantorrilla (cm)	29,19 $\pm$ 4,32	29,53 $\pm$ 4,34	27,72 $\pm$ 4,41	26,94 $\pm$ 3,88	p < 0,001
Albúmina plasmática (g/dl)	3,06 $\pm$ 0,67	3,08 $\pm$ 0,66	2,76 $\pm$ 0,66	2,77 $\pm$ 0,61	p < 0,001
Transferrina plasmática	179,69 $\pm$ 51,97	189,34 $\pm$ 51,84	173,18 $\pm$ 45,80	158,29 $\pm$ 44,57	p < 0,001
Colesterol total	164,49 $\pm$ 41,08	162,89 $\pm$ 44,01	160,06 $\pm$ 44,09	145,86 $\pm$ 33,14	p < 0,001
Linfocitos /mm ³	1.333,81 $\pm$ 631,72	1.517,01 $\pm$ 1001,82	1.323,09 $\pm$ 576,85	1.202,83 $\pm$ 484,45	p < 0,001
NRS2002	4,93 $\pm$ 2,26	5,07 $\pm$ 2,41	5,78 $\pm$ 2,14	6,31 $\pm$ 1,68	p < 0,001
MNA	9,72 $\pm$ 3,40	9,55 $\pm$ 3,33	8,10 $\pm$ 3,25	7,21 $\pm$ 2,83	p < 0,001

(33). En caso de población con características raciales específicas, estos valores pueden requerir de modificación, como se ha demostrado para población taiwanesa (34), que establece puntos de corte diferenciados por sexo: menos de 28 cm para el hombre y de 25 cm para la mujer. Si bien coincide con nuestro estudio en valorar como punto de corte para determinar riesgo de desnutrición un perímetro de pantorrilla menor de 31 cm, la mayor sensibilidad y especificidad para valorar desnutrición real se ha establecido en el punto de corte menor de 29 cm de perímetro de pantorrilla, para ambos sexos y para todos los diferentes grupos de edad. De hecho, estos puntos de corte también parecen ser buenos predictores de la necesidad de cuidados en el futuro (35). Finalmente se ha sugerido que la valoración del estado nutricional en pacientes ingresados necesita la determinación de diferentes indicadores nutricionales (36). Nuestros resultados demuestran que la detección de desnutrición o riesgo de padecerla en el paciente geriátrico al ingreso hospitalario puede realizarse de forma fácil y segura con la medición de la CP, favoreciendo la puesta en marcha de un tratamiento precoz. Además, la CP puede ser también utilizada como predictor de riesgo y necesidad de cuidados.

CONCLUSIONES

Nuestros datos señalan una prevalencia elevada de desnutrición en el paciente geriátrico que ingresa al hospital, un 75% de la población, lo que supone diferencias muy importantes con hallazgos de otros estudios realizados en nuestro país, que muestran prevalencias inferiores.

La determinación de la CP ofrece unos resultados muy similares a los obtenidos por las escalas nutricionales MNA, NRS y VSG, y a la valoración de albúmina plasmática, que resulta el mejor indicador bioquímico de desnutrición.

El método de la circunferencia de la pantorrilla como marcador de desnutrición en el anciano resulta independiente de los factores sexo y edad. Se propone como punto de corte, con mayor sensibilidad y especificidad, un valor inferior a 29 cm.

BIBLIOGRAFÍA

- World Health Organization. Keep fit for life: Meeting the nutritional needs of older persons. Geneva: WHO; 2002.
- Gariballa SE. Malnutrition in hospitalized elderly patients: when does it matter? *Clin Nutr* 2001;20:487-91.
- Darnton-Hill I, Nishida C, James WPT. A life course approach to diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Public Health Nutr* 2004;7:101-21.
- De Luis D, López Guzmán A. Nutritional status of adult patients admitted to internal medicine departments in public hospitals in Castilla y León, Spain. A multi-centric study. *Eur J Intern Med* 2006;17:556-60.
- Ricart Casas M, Pinyol Martínez MB, De Pedro Elvira B. Desnutrición en pacientes en atención domiciliaria. *Aten Prim* 2004;34:238-43.
- Muñoz Cobos F, Ortiz Fernández MD, Vega Gutiérrez P. Valoración nutricional en ancianos frágiles en atención primaria. *Aten Prim* 2005;35:460-5.
- Álvarez-Hernández J, Planas Vila M, León-Sanz M, García de Lorenzo A, Celaya-Pérez S, García-Lorda P, et al. Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients; the PREDyCES® Study. *Nutr Hosp* 2012;27:1049-59.
- García de Lorenzo A, Álvarez-Hernández J, Planas M, Burgos R y Araujo K. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain. *Nutr Hosp* 2011; 6(4):701-10.
- Freijer K, Ten SS, Koopmanschap MA, Meijers JMM, Halfens RJG, Nuijten MJC. The economic cost of disease related malnutrition. *Clin Nutr* 2013;32:136-41.
- Posner BM, Jette AM, Smith KW, Miller DR. Nutrition and health risks in the elderly: the Nutrition Screening Initiative. *Am J Public Health* 1993;83:972-8.
- Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev* 1996;54:S59-S65.
- Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z; ad hoc ESPEN Working Group. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003;22:321-36.
- Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is Subjective Global Assessment of Nutritional Status? 1987 Classical article. *Nutr Hosp* 2008;23(4):400-7.
- Cuervo M, Ansorena D, García A, González Martínez MA, Astiasarán I, Martínez JA. Valoración de la circunferencia de la pantorrilla como indicador de riesgo de desnutrición en personas mayores. *Nutr Hosp* 2009;24(1):63-7.
- Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int* 2015;15(8):969-76.
- Baumgartner RN, Stauber PM, McHugh D, Koehler KM, Garry PJ. Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50(6):M307-16.
- Kaiser MJ, Bauer JM, Ramsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, et al. MNA-International Group. Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA-SF): a practical tool for identification of nutritional status. *J Nutr Health Aging* 2009;13:782-8.
- Kyle UG, Kossovsky MP, Karsegard VL, Richard C. Comparison of tools for nutritional assessment and screening at hospital admission: A population study. *Clin Nutr* 2006;25:409-17.
- Acosta J, Gómez-Tello V, Ruiz S. Nutritional assessment of the severely ill patient. *Nutr Hosp* 2005;20:5-8.
- Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in cancer patients. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:779-85.
- Villamayor Blanco L, Llamera Raussel G, Jorge Vidal V, González Pérez-Crespo C, Iniasta Navalón C, Mira Sirvent MC, et al. Valoración nutricional al ingreso hospitalario: iniciación al estudio entre diferentes metodologías. *Nutr Hosp* 2006;21:163-72.
- Mías C, Jurschik P, Massoni T, Sadurni M, Aguila JJ, Solá R, et al. Evaluación del estado nutricional de los pacientes mayores atendidos en una unidad de hospitalización a domicilio. *Nutr Hosp* 2003;18:6-14.
- Araujo dos Santos C, Barbosa Rosa CO, Queiroz Ribeiro A, Lanes Ribeiro RC. Patient Generated Subjective Global Assessment and classic anthropometry: comparison between the methods in detection of malnutrition among elderly with cancer. *Nutr Hosp* 2015;31:384-92.
- Gómez Ramos MJ, González Valverde FM, Sánchez Álvarez C. Estudio del estado nutricional en la población anciana hospitalizada. *Nutr Hosp* 2005;20:286-92.
- Marco J, Barba R, Zapatero A, Matia P, Plaza S, Losa JA, et al. Prevalence of the notification of malnutrition in the departments of internal medicine and its prognostic implications. *Clin Nutr* 2011;30:450-4.
- Landi F, Russo A, Danese P, Liperoti R, Barillaro C, Bernabei R, et al. Anemia status, hemoglobin concentration, and mortality in nursing home older residents. *J Am Med Dir Assoc* 2007;8:322-7.
- Ramon JM, Subirà C; Grupo Español de Investigación en Gerodontología. Prevalence of malnutrition in elderly Spanish population. *Med Clin (Barc)* 2001;117(20):766-70.
- De la Montaña Miguélez J, Areal Salve C, Míguez Bernárdez M. Nutritional risk in no-institutionalized older, determined for the mini nutritional assessment (MNA). *Arch Latinoam Nut* 2009;59(4):390-5.
- Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci* 2006;904:437-48.
- Cruz-Jentoft AC, Baeyens JP, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2010;39:412-23.

31. Becerra Bulla F. Tendencias actuales en la valoración antropométrica del anciano. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb* 2006;54:283-9.
32. de Almeida MF, Marucci Mde F, Gobbo LA, Ferreira LS, Dourado DA, Duarte YA, et al. Anthropometric changes in the brazilian cohort of older adults: SABE Survey (Health, well.being and aging). *J Obes* 2013;2013:695496. DOI: 10.1155/2013/695496. Epub 2013 Apr 23.
33. Coqueiro RS, Rodrigues Barbosa A, Ferreti Borgatto AF. Anthropometric measurements in the elderly of Havana, Cuba: Age and sex differences. *Nutrition* 2009;25:33-9.
34. Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. *Gerontology* 2002;48(3):162-9.
35. Tsai AC, Chang TL, Wang YC, Liao CY. Population specific short-form Mini Nutritional Assessment with BMI or calf-circumference can predict risk of malnutrition in community-living or institutionalized elderly in Taiwan. *J Am Dietet Assoc* 2010;110,1328-34.
36. Hsu WC, Tsai AC, Wang JY. Calf circumference is more effective than body mass index in predicting emerging care-need of older adults-Results of a national cohort study. *Clin Nutr* 2015; Jun4. pii: S0261-5614(15)00149-1. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.05.017. [Epub ahead of print].
37. Jeejeebhoy KN, Keller H, Gramlich L, Allard JP, Laporte M, Duerksen DR, et al. Nutritional assessment: comparison of clinical assessment and objective variables for the prediction of length of hospital stay and readmission. *Am J Clin Nutr* 2015;101(5):956-65.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Nutrición en el anciano

Food consumption and risk of malnutrition in community-dwelling very old Spanish adults (≥ 80 years)

Consumo de alimentos y riesgo de malnutrición en personas muy mayores (≥ 80 años) de vida independiente

Susana Jiménez-Redondo¹, Beatriz Beltrán de Miguel¹, Javier Gómez-Pavón^{2,3} and Carmen Cuadrado Vives¹

¹Department of Nutrition. Pharmacy Faculty. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, Spain. ²Geriatric Department. Hospital Central de la Cruz Roja. Madrid, Spain.

³Older People Health Observatory. Villanueva de la Cañada, Madrid. Spain

Abstract

Introduction: There are few studies assessing overall diet and food patterns of the oldest population.

Objectives: To examine food groups consumption (grams and servings) and their compliance with the dietary guidelines in community-dwelling very old Spanish adults. The relationship with the risk of malnutrition was also studied.

Methods: Within the cross-sectional health study of elderly people of Villanueva de la Cañada (Madrid, Spain), in 98 non-institutionalized elders aged ≥ 80 years (66% women) food consumption was calculated from a 24-hour dietary recall and nutritional risk was assessed by Mini Nutritional Assessment (MNA). Statistical significance was evaluated at 95% confidence level ($p < 0.05$).

Results: Men consumed significantly higher amounts of snacks/pickles and alcoholic beverages. The consumption of cereals/grain products (2 servings/day), vegetables (1.5 servings/day) and meat, fish, eggs (1.4 servings/day), was below desirable levels. As nutritional status got worse, fruit consumption was significantly smaller ($p = 0.039$). Relatively weak but highly significant correlations were found between MNA and oils/fats, fruits and alcoholic beverages. After adjustment for energy intake, oils and fats and fruits associations disappeared whereas a negative association between milk/dairy products and MNA was found.

Conclusions: Dietary patterns of the elderly population of Villanueva are departing from the traditional Mediterranean diet and though adequate consumption of fruits, milk/dairy products, oils/fats and sugar/confectionery has been achieved, cereals/grain products, vegetables and the meat, fish, eggs group consumption was below the desirable levels. Deterioration of the nutritional status coincided with a reduction in the consumption of all food groups except for ready meals and milk/dairy products whose consumption increased. Further research on the influence of fruit, milk/dairy products, wine and olive oil consumption on nutritional status is required.

Key words:

Community-dwelling very old people. Mini Nutritional Assessment (MNA). Dietary patterns. Servings. Dietary guidelines.

Resumen

Introducción: existen pocos estudios que valoren el consumo de alimentos de la población muy mayor.

Objetivos: evaluar el consumo de los grupos de alimentos (gramos y raciones) y su adecuación a las recomendaciones para la población anciana española. Además se estudia su relación con el riesgo nutricional.

Métodos: dentro del estudio transversal sociosanitario en mayores de Villanueva de la Cañada (Madrid), en 98 individuos ≥ 80 años (66% mujeres) se evaluó el consumo de alimentos a partir de un recuerdo-24 horas y el riesgo nutricional fue valorado mediante Mini Nutritional Assessment (MNA). La significación estadística se evaluó a nivel de confianza del 95% ($p < 0,05$).

Resultados: los hombres consumieron significativamente mayor cantidad de aperitivos y bebidas alcohólicas. El consumo de cereales y derivados (2 raciones/día), verduras y hortalizas (1,5 raciones/día) y alimentos del grupo carnes, pescados y huevos (1,4 raciones/día) no alcanzó las recomendaciones. Al empeorar el estado nutricional el consumo de frutas fue significativamente menor ($p = 0,039$). Se han encontrado correlaciones relativamente débiles, pero altamente significativas entre el MNA y el consumo de aceites/grasas, frutas y bebidas alcohólicas. Tras ajustar la ingesta de energía, la asociación con los aceites/grasas y con las frutas desaparece mientras que surge una asociación negativa con el consumo de lácteos.

Conclusiones: el patrón alimentario observado se desvía del mediterráneo tradicional. Así, aunque existe un consumo adecuado de lácteos, frutas, aceites/grasas y azúcares/dulces, el consumo de cereales y derivados, verduras y hortalizas y alimentos del grupo carnes, pescados y huevos no alcanzó las recomendaciones. El deterioro del estado nutricional coincide con una disminución en el consumo de todos los grupos de alimentos menos en el caso de los precocinados y los lácteos cuyo consumo aumenta. La influencia del consumo de fruta, lácteos, vino y aceite de oliva sobre el estado nutricional requiere más investigación.

Palabras clave:

Personas muy mayores de vida independiente. Mini Nutritional Assessment (MNA). Patrón alimentario. Raciones. Recomendaciones dietéticas.

Received: 15/12/2015

Accepted: 03/02/2016

Jiménez-Redondo S, Beltrán de Miguel B, Gómez-Pavón J, Cuadrado Vives C. Food consumption and risk of malnutrition in community-dwelling very old Spanish adults (≥ 80 years). Nutr Hosp 2016;33:572-579

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.263>

Correspondence:

Susana Jiménez Redondo. Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición). Facultad de Farmacia. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid, Spain
e-mail: s_jimenezredondo@yahoo.com

INTRODUCTION

Elderly people are a highly heterogeneous group since old age covers an age range of more than 40 years and there are great differences from one individual to another. The age group composed of people of 80 years and over will be the fastest growing segment of the population in the decades to come (1). An extensive body of literature indicates that not only an appropriate nutrient intake but also a balanced consumption of food groups, considering diet as a whole, contribute to healthy ageing. Food pattern analysis can enhance our understanding of current dietary practices, provide a way to evaluate health outcomes of those who adhere to dietary guidelines and produce results that may be directly applicable to guidelines updating (2). To our knowledge, there are few published studies assessing overall diet and food patterns in non-institutionalized elderly people and even fewer concerning the oldest old. Although there are some studies that associated Mediterranean diet and healthy aging in the elderly (3), there is hardly any study that focuses in the existence of scientific evidence that good food patterns benefit subjects, institutionalized or not, aged 80 years and above (4,5). More studies characterizing food consumption and other factors affecting food patterns in very old people are required as an approach to implementing adequate nutritional policies in order to improve the nutritional status of these individuals because "it's never too late" (6).

OBJECTIVES

The aim of this paper was to examine the consumption of the different food groups (in grams and servings) and their compliance with current dietary guidelines for the Spanish elderly population in a sample of community-dwelling very old adults living in Villanueva de la Cañada (Madrid, Spain). In addition, the relationship between MNA and food groups consumption was studied.

MATERIAL AND METHODS

In 2011, a cross-sectional survey –the Villanueva Study of Health in the Elderly– was carried out in very old women and men living in Villanueva de la Cañada (16,804 registered inhabitants), Madrid, Spain (7,8). All non-institutionalized inhabitants aged 80 years and above ($n = 264$) were invited by letter to participate in a comprehensive geriatric evaluation. Fifty-eight elders refused to participate and 108 could not be evaluated due to missing data necessary to locate people or because they lacked a permanent place of residence. Finally, 98 non-institutionalized inhabitants aged 80 years and over (65 women and 33 men) were involved. All were clearly informed that involvement was voluntary and that they could withdraw from the study whenever they wanted. There were no significant differences in age or sex between participants and non-participants. Interviews were performed by two geriatricians and one nutritionist at the primary health care centre or at

subjects' homes when transfer of the subject to the centre was impossible. The caregiver or a relative was interviewed only if the subject was cognitively impaired. Data was collected by interview from February 2011 to June 2011. Written informed consent was obtained from each subject or cohabiting next of kin.

Within a comprehensive health assessment protocol for very old people, the nutritional assessment tools included were the following:

- *Dietary assessment.* The evaluation of food consumption was conducted using 24-hour dietary recall, in which an interviewer asked the subject to enumerate and quantify the foods and beverages consumed in the preceding full day. Consumed quantities were estimated in units (e.g. fruits), servings and home-made measurements standardized for this study (9). Consumption data (g/person/day) were classified into 15 food groups using the Spanish Food Composition Data Base by Moreiras et al. (9) utilized in other studies involving elderly people (10,11): cereals and grain products, milk and dairy products, eggs, sugar and confectionery, oils and fats, vegetables, legumes, fruits, meat and meat products, fish and seafood, alcoholic beverages, non-alcoholic beverages, sauces and condiments, ready meals, snacks and pickles. In the present study, the sauce and condiment group was not considered due to a very low consumption, and eggs, fish and seafood, and meat and meat products were also gathered together into a new group, the meat, fish and eggs food group. This daily consumed new group composed of rich in high quality animal protein food groups was built in order to compare our results to other studies. The mean daily intakes (grams) of the food groups consumed daily were expressed also in servings and then compared to the Spanish food-based dietary guidelines for the elderly population, a modified version of Russell et al. (12) by Carbajal (13). The serving sizes of the daily consumed food groups (edible portion) were: 50 g of cereals and grains products, 175 g of vegetables, 125 g of fruits, 125 g of meat, fish and eggs and 125 g of milk and dairy products.

- *Nutritional screening test, Mini Nutritional Assessment (MNA).* It is a clinical tool that is usually included in comprehensive geriatric evaluation to identify subjects at risk for malnutrition (17-23.5 points) and malnourished (< 17 points). Subjects scoring ≥ 24 points are well nourished. The MNA includes 18 items involving anthropometrical, dietary and subjective measurements. The MNA is well validated and correlates highly with clinical assessment and objective indicators of nutritional status (body mass index, energy intake and vitamin intake). MNA scores demonstrated both high sensitivity (98%) and high specificity (96%) (14).

The study was conducted under a cooperative agreement between the Complutense University of Madrid and the Villanueva de la Cañada City Council. It was performed in accordance with the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures were approved by the Research Committee of the Faculty of Pharmacy (Complutense University of Madrid).

DATA ANALYSIS

Statistical analysis was performed using SPSS 19.0. Participant characteristics were stratified by sex and reported as frequencies when categorical and as means and standard deviations when continuous. Food group consumption was stratified by sex and nutritional status (MNA), and the findings expressed as minimum and maximum values, percentiles (P25, P50, P75) and means and standard deviations. Comparisons between groups were estimated using, as appropriate, Mann-Whitney U test, Chi-square test, Chi-square test with Bonferroni's correction, two-sample t-test and Kruskal-Wallis test or Anova test. Correlation study of the MNA score and food group consumption was performed using Spearman's rho for non-parametric analysis. The level of significance used was 5%.

RESULTS

Table I presents the sample characteristics and MNA results. The mean age was 86.6 ± 5.0 years and 28% were aged ≥ 90 . There were significant differences in marital status (the majority of women were widowed) and in the percentage of people with secondary studies. Sixteen participants, all octogenarians, lived alone. According to the MNA results, 29.6% were at risk for malnutrition and 7.1% were malnourished. Significant differences were observed between men and women in terms of nutritional status score and the percentage of elders with normal nutritional status and at risk for malnutrition, but not when compared for malnourishment.

Food group consumption expressed in grams/day is shown in table II. The food groups consumed in the greatest amounts were milk and dairy products, and fruits. Men reported significantly higher consumption of snacks and pickles than women (3.5 ± 7.2 vs. 1.2 ± 6.5 ; $p = 0.02$) and of alcoholic beverages (79.7 ± 122.8

vs. 17.6 ± 63.1 ; $p = 0.00$). Women showed higher consumption of meat and meat products and of non-alcoholic beverages, whereas men had higher intake of fish and seafood, fruits and vegetables but these differences were not statistically significant.

Table III presents food group consumption, converted to servings, in the overall sample, comparing it with the Spanish food-based dietary guidelines for elderly population modified by Carbajal (13) from Russell et al. (12) (Fig. 1). According to the findings, the study group followed the recommendations for most of the food groups. The consumption of cereals and grain products (2 servings/day), vegetables (1.5 servings/day) and meat, fish and eggs (1.4 servings/day) food groups was below desirable levels.

Consumption of food groups according to nutritional status measured by means of MNA and the correlation study between food group consumption and nutritional status are reported in table IV. Significant differences were found for the consumption of fruits ($p = 0.04$). Elders found to be malnourished had higher intake of ready meals and milk and milk products but differences were not statistically significant. Neither alcoholic beverages nor snacks and pickles were consumed by elders in whom the MNA indicated malnourishment.

Relatively weak but highly significant correlations were found between MNA score and oils and fats ($p = 0.004$), fruits ($p = 0.007$) and alcoholic beverages ($p = 0.011$). Oils and fats and fruits associations disappeared after further adjustment for energy intake whereas a negative association between milk and dairy products and nutritional status appeared ($p = 0.029$).

DISCUSSION

The present study assessed food patterns of non-institutionalized individuals aged 80 years and over living in a small Spanish town. As far as we know, this is the first study of food consumption of community-dwelling very old people living in a similar

Table I. Characteristics of the sample and MNA results

	All subjects	Men	Women
n	98	33	65
Age. Years. Mean (SD)	86.6 (5.0)	85.3 (4.4)	87.3* (5.2)
Age ≥ 90 years (%)	14.3%	15.2%	13.8%
Widowed (%)	61.5	31.3	76.6**
Married (%)	34.4	68.8	17.2**
Uneducated person (%)	4.1	0.0	6.2
Secondary school education (> 12 years) (%)	19.4	33.3	12.3*
Living alone (%)	16.3	9.1	20.0
MNA. Mean (SD)	24.3 (4.0)	25.9 (4.3)	23.5 (3.6)**
MNA. Normal nutritional status (> 23.5) (%)	63.3	84.8	52.3**
MNA. At risk of malnutrition (17-23.5) (%)	29.6	9.1	40.0**
MNA. Malnourished (< 17) (%)	7.1	6.1	7.7

* $p < 0.01$; ** $p < 0.05$. Comparisons were estimated using the Mann Whitney u-test or Chi-square test.

Table II. Food group consumption by sex (grams per day)

Food group	Men (n = 33)						Women (n = 65)						p
	Min.	Max.	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Mean $\pm$ SD	Min.	Max.	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Mean $\pm$ SD	
Cereals and grain products	32	237.7	81.8	120	156.3	127.5 $\pm$ 59.7	14	380	80	117	173.3	130.6 $\pm$ 70.8	.869
Milk and dairy products	160	850	255	375	550	397.8 $\pm$ 169.0	0	1,101	225	325	525	389.7 $\pm$ 242.4	.591
Eggs	0	128	0	0	45.5	21.9 $\pm$ 36.6	0	147.2	0	0	19.6	19.0 $\pm$ 35.3	.796
Sugar and confectionery	0	71	1.7	12	23	17.9 $\pm$ 21.3	0	60	0	15	26.3	16.7 $\pm$ 15.5	.660
Oils and fats	8	81	16	24.3	38.3	28.9 $\pm$ 17.3	0	56.5	15	18.5	30	22.9 $\pm$ 12.3	.114
Vegetables	13.7	805	92.4	235	424.5	271.7 $\pm$ 211.3	0	805	95	200	292	220.3 $\pm$ 163.3	.385
Legumes	0	150	0	0	25	21.0 $\pm$ 37.1	0	578	0	0	23.7	29.0 $\pm$ 91.1	.441
Fruits	0	700	187.5	345	569.3	337.2 $\pm$ 215.6	0	950	160	240.1	377.5	290.7 $\pm$ 218.1	.226
Meat and meat products	0	220	17.5	45	139.2	69.9 $\pm$ 68.4	0	265	7.5	82.5	139	81.7 $\pm$ 72.4	.689
Fish and seafood	0	266.6	0	69	200	93.6 $\pm$ 96.1	0	334.1	0	0	100	66.9 $\pm$ 88.4	.173
Alcoholic beverages**	0	555	0	45	90	79.7 $\pm$ 122.8	0	470	0	0	0	17.6 $\pm$ 63.1	.000
Non-alcoholic beverages	0	1,688	3	125	251	183.7 $\pm$ 301.1	0	1,700	51	133	288.3	210.9 $\pm$ 266.2	.422
Ready meals	0	120	0	0	0	7.0 $\pm$ 25.1	0	128	0	0	0	9.5 $\pm$ 30.9	.934
Snacks and pickles*	0	25	0	0	0	3.5 $\pm$ 7.2	0	50	0	0	0	1.2 $\pm$ 6.5	.023
Meat, fish and eggs†	0	410	107.3	200	270	185.5 $\pm$ 104.0	10	398	111.3	150	230	166.4 $\pm$ 87.9	.341

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; Comparisons were estimated using the two-sample t-test or Mann Whitney U-test. P_{25} : percentile 25; P_{50} : median or percentile 50; P_{75} : percentile 75. †Comprises eggs, fish and seafood, and meat and meat products.

Table III. Consumption of food groups (servings/day)

Food group	Food Consumption (g/day); (n = 98)							Recommendations for Spanish elderly people*	Consumption of the study group
	Min.	Max.	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Mean $\pm$ SD	Servings		
Cereals and grain products	14	380	80.5	117.3	163.3	129.5 $\pm$ 66.9	2.0	6-8 servings/day	Less than recommended
Vegetables	0	805	92.4	216	310.8	237.6 $\pm$ 181.4	1.5	3-5 servings/day	Less than recommended
Fruits	0	950	160	250	425	306.3 $\pm$ 217.3	2.5	2-4 servings/day	Correct
Meat, fish and eggs†	0	410	109.4	153	234.3	172.8 $\pm$ 9.6	1.4	2-3 servings/day	Less than recommended
Milk and dairy products	0	1,101	228.8	336.3	531.3	392.5 $\pm$ 219.5	Milk 1.4 Yogurt 1.2 Cheese 0.6	3-4 servings/day	Correct
Oils and fats	0	81	15	20	31.5	24.9 $\pm$ 14.4		< 60 g/day	Correct
Sugar and confectionery	0	71	0	12.5	25	17.1 $\pm$ 17.5	85 kcal (4%)	< 10% total energy	Correct

*Carbajal A. Manual de Nutrición y Dietética, 2013. P_{25} : Percentile 25; P_{50} : Median or percentile 50; P_{75} : percentile 75.

†Comprises eggs, fish and meat and meat products.

urban area. The subjects of previous relevant Spanish studies involving elderly people, such as SENECA, did not reach these ages (11). Spanish participants in the Euronut-SENECA study were aged 71-80 years (12) and the results of the EPIC-Elderly

study, although they included people aged 80 and above, were not differentiated by age group (15). A limited number of nutritional surveys considering food consumption at the individual level have been carried out in Spain to assess the nutritional status in ran-

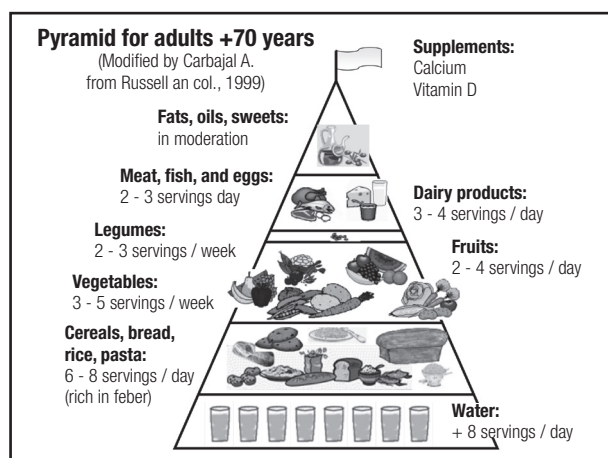


Figura 1.

Food guide pyramid for people over seventy years of age. Available at: www.ucm.es/innovadieta.

dom samples of the populations of specific regions (16-20) but in these studies the cut-off ages were below 80 years old except for the survey carried out in Madrid region (ENUCAM), in which people aged 65 years and over were included as a group but no differences by age within this group were shown (20). The study of a very old community dwelling population is complex because there is less population and the participation rate is normally lower than in younger elders. In a German study that described energy and nutrient intake of free-living elderly people with special focus on age-related differences (21) the participation rate was markedly higher in the young-old (65-74 years; 50.1%) compared to the very-old elderly people (≥ 85 years; 29.8%). In our study, the rate of participation was 37%.

The study of food consumption among Villanueva elders showed milk and dairy products and fruits and vegetables to be the food groups consumed in the greatest amounts. These results are similar to those obtained in the people aged 65 and over of the survey carried out in Madrid region (ENUCAM) (20) and in the Spanish participants (aged 75-80 years) in the Euronut-SENECA study (11). The largest difference between the Villanueva study and ENUCAM survey (≥ 65 years group) (20) is detected in fruits (Villanueva: 306 ± 217 g/day vs. ENUCAM: 591 ± 438 g/day) and vegetables (Villanueva: 238 ± 181 g/day vs. ENUCAM: 498 ± 221 g/day) consumption. The largest difference between the Villanueva and Seneca studies (75-80 year age group) (11) is also observed in fruit consumption (Villanueva: 306 ± 217 g/day vs. Seneca: 497 ± 393 g/day); this could be due to the age group difference. Age, body mass index and educational attainment have been found to be strongly associated with frequency of fruit and vegetable consumption in an international comparison of two nationally representative surveys that assessed food intake via 24-h diet recalls (22). In our study, women consumed almost the same amounts as men in nearly all food groups. Men had significantly higher consumption of snacks and pickles ($p = 0.023$) and alcoholic beverages ($p < 0.001$). Snacks and pickles were not

studied in the Seneca study. Significantly higher consumption of alcoholic beverages by men has also been observed in the Seneca study (75-80 years) (11) and in a study of the dietary habits of Italians aged 65 years or over (23). In the Villanueva study, women consumed more meat and meat products and non-alcoholic beverages, whereas men had higher intake of oils and fats, fish and seafood, and fruits and vegetables. As in our study, in the EPIC-Elderly study (15) men from the Spanish cohort showed higher consumption of fish and seafood and of vegetables than women. On the other hand, this study found higher meat and meat product consumption among men (15), whereas in the Villanueva study women consumed more meat and meat products. Disagreement between the Seneca study and our study could be due to age group differences, indicating that consumption changes with age, and diet studies of individuals aged 80 and over are required. It also could be due to differences in existing food patterns between Spanish regions and between rural and urban areas (the Seneca study was carried out in a rural area in the northwest coastal region and the Villanueva study in an urban area in the central region).

According to the dietary guidelines for the Spanish elderly population proposed by Carbajal (13) (Fig. 1), adequate consumption of fruits, milk and dairy products, oils and fats, and sugar and confectionery has been achieved (Table III). When assessing food consumption by servings, it should be taken into account that serving sizes have not been standardized across countries. Intakes of cereals and grain products, vegetables and items from the meat, fish and eggs food group are below desirable levels. In all, 78% ($n = 76$) of the sample consumed less than 180 g/day (3.6 50-g servings) of cereals and grain products when an intake of 6-8 servings per day is recommended; 87% ($n = 85$) of Villanueva elders ate less than 450 g/day of vegetables (2.5 175-g servings) when the recommendation is 3-5 servings/day. In a cross-sectional study of a Spanish population aged ≥ 65 years that described food intake based upon the MNA test, almost 1 of 5 elderly Spaniards failed to consume at least two servings a day of vegetables (24). In our sample, 65 Villanueva elders (66%) consumed less than 200 g/day (1.6 125-g servings) of meat, fish and eggs when 2-3 servings/day are recommended.

The diet of the elderly people from the Villanueva study slightly differed from the traditional Mediterranean, which is characterized by high consumption of foods of plant origin (vegetables, fruits, legumes and cereals), high intake of olive oil as the principal source of monounsaturated fat but low intake of saturated fat, moderate intake of fish, low-to-moderate intake of dairy products, low consumption of meat and poultry, and wine consumed in low-to-moderate amounts, normally with meals (25).

When food group consumption is compared by MNA results (Table IV), elders with normal nutritional status ate significantly more fruit ($p = 0.039$). This significant difference in fruit consumption could be related to the degree of functional impairment, cognitive impairment and difficulties in chewing and swallowing that are also related to the risk of malnutrition. Deterioration of the nutritional status coincided with a reduction in the consumption of all the food groups except for those including ready meals and

Table IV. Consumption of food categories according to MNA results (grams per day) and relationship between MNA score and food groups (Spearman's correlation coefficients)

Food group	MNA																			Spearman's correlation coefficients		
	Normal status (n = 62)						At risk (n = 29)						Malnourished (n = 7)									
	Min	Max	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	Mean ± SD	Min	Max	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	Mean ± SD	Min	Max	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	Mean ± SD	p	Energy adjusted		
Cereals and grains	14	30	82.4	138	190.1	136.9 ± 70.5	26	220	84	115.5	139	117.5 ± 48.8	40	324	52	85	116.5	114.6 ± 63.8	.203	r _s Sig. (2-sided)	0.172 0.090	-0.006 0.952
Milk and dairy products	0	875	228.8	325	496.3	361.5 ± 180.8	0	905	212.5	450	580	413.4 ± 245.9	125	1,101	310	600	850	579.5 ± 334.7	.173	r _s Sig. (2-sided)	-0.090 0.377	-0.220* 0.029
Eggs	0	128	0	0	39	21.1 ± 34.3	0	147.2	0	0	16	20.5 ± 41.8	0	21.3	0	0	19.2	7.2 ± 9.6	.963	r _s Sig. (2-sided)	0.023 0.824	0.008 0.940
Sugar and confectionery	0	71	2.5	15	25.6	18.0 ± 18.7	0	54	0	12	27.5	16.0 ± 15.8	0	36	0	10	25	13.6 ± 14.8	.800	r _s Sig. (2-sided)	0.052 0.610	-0.007 0.944
Oils and fats	0	81	16	22.5	31.10	26.9 ± 14.7	0	56.5	13	18	29	22.3 ± 13.5	8	43	8	16	22.5	18.4 ± 12.1	.099	r _s Sig. (2-sided)	0.288** 0.004	0.196 0.053
Vegetables	0	805	92.4	223.5	378.5	260.3 ± 201.5	0	460	80.8	194.9	254.3	186.3 ± 118.2	0	525	90	247.5	460	248.7 ± 190.0	.401	r _s Sig. (2-sided)	0.132 0.197	0.082 0.424
Legumes	0	578	0	0	28.8	27.0 ± 77.3	0	396	0	0	0	27.4 ± 85.8	0	60	0	0	45	15.0 ± 26.0	.366	r _s Sig. (2-sided)	0.170 0.093	0.161 0.113
Fruits [#]	0	860	185	392.5	460	325.9 ± 208.4	0	950	172.5	345	355	306.2 ± 241.5	0	260	0	160	214	133.4 ± 103.6	.039	r _s Sig. (2-sided)	0.272** 0.007	0.149 0.142
Meat and meat products	0	265	18.8	60	135.3	77.5 ± 69.4	0	260	2.5	60	145	80.5 ± 78.3	0	150	10	62.5	145	68.5 ± 60.8	.991	r _s Sig. (2-sided)	0.030 0.772	-0.044 0.665
Fish and seafood	0	266.6	0	41	200	81.6 ± 93.3	0	334.1	0	0	100	70.9 ± 94.8	0	150	0	27.3	100	45.5 ± 58.4	.714	r _s Sig. (2-sided)	0.006 0.950	-0.021 0.835
Alcoholic beverages	0	555	0	0	90	48.4 ± 97.7	0	470	0	0	90	26.5 ± 88.4	0	0	0	0	0	0.0 ± 0.0	.055	r _s Sig. (2-sided)	0.257* 0.011	0.243* 0.016
Non-alcoholic beverages	0	1,700	51.5	133	300	238.3 ± 325.5	0	666	1	100	221	132.5 ± 151.6	2	427.2	50	133	223	165.7 ± 266.2	.219	r _s Sig. (2-sided)	0.089 0.386	-0.019 0.849
Ready meals	0	120	0	0	0	5.4 ± 22.2	0	128	0	0	0	13.7 ± 22.2	0	120	0	0	0	17.1 ± 45.4	.440	r _s Sig. (2-sided)	- 0.078 0.446	-0.080 0.435
Snacks and pickles	0	25	0	0	0	2.0 ± 5.6	0	50	0	0	0	2.5 ± 9.6	0	0	0	0	0	0.0 ± 0.0	.588	r _s Sig. (2-sided)	0.166 0.102	0.157 0.122
Meat, fish and eggs [†]	0	398	112.6	159.4	241.3	177.2 ± 93.3	20	410	107.5	158	236.7	172.6 ± 95.2	10	316	81	119.2	172.3	134.9 ± 94.5	.452	r _s Sig. (2-sided)	0.020 0.842	-0.087 0.393

[#]p < 0.05; Comparisons were estimated using the Kruskal-Wallis test or Anova test. *p < 0.05; ** p < 0.01; Spearman's correlation. P₂₅: percentile 25; P₅₀: median or percentile 50; P₇₅: percentile 75; †comprises eggs, fish and seafood, and meat products.

milk and dairy products, the consumption of which increased. Neither alcoholic beverages nor snacks and pickles were consumed by elders found to be malnourished upon assessment. In this study that analyses specific aspects of food intake based upon the MNA test, those at risk of malnutrition showed lower consumption of all protein-rich foods (dairy products, legumes, eggs, meat, fish and poultry) ($p < 0.001$), but it must be taken into account that this study was based upon MNA test questions (24). In an Italian study that evaluated the change in eating habits occurring in 217 community-dwelling and 213 institutionalized elderly subjects, aged 65 years and older, with senile anorexia, MNA scores were significantly better in those who had a regular intake of fruit and vegetables and meat, fish and eggs food groups (26).

In the Villanueva study, the proportion of participants who were at risk for malnutrition (29.6%) or were malnourished (7.1%)—measured by means of MNA—was higher than the data shown in Guidoz's review (27) (24% [range 8-76%] at risk and 2% [range 0-8%] malnourished) and lower than the data shown in a systematic review of the prevalence of malnutrition in Spanish elderly people (28) (38% [range 23.9-57.5%] at risk and 9% [range 0-23.1%] malnourished). Significant differences were seen in nutritional status scoring (7) and in the percentage of elders with normal nutritional status or risk of malnutrition, but not in the incidence of malnourishment when men and women were compared. Some studies reported significant sex differences (29) for MNA results, while others did not (30). One of the reasons why more women are at risk of malnutrition could be that a higher proportion of women live alone and other reason could be age because there are more women aged ≥ 90 years.

An association was found between the nutritional status measured by MNA score and the consumption of some food groups (Table IV). Lower risk of malnutrition was reported when the consumption of oils and fats (mostly olive oil), fruits and alcoholic beverages (mainly wine; 79.7 ± 122.8 g/day) was higher. In the Italian study of elderly subjects with senile anorexia, an association between the nutritional status and the frequency of consumption of certain food groups was also observed: nutritional parameters were significantly better in subjects who ate sufficient amounts of fruit and vegetables and meat, fish and eggs (26). Although detailed study of food group composition has not been carried out, it is important to highlight that some groups are mainly composed of one foodstuff. The oil and fat food group is principally olive oil, but sunflower oil, butter and margarine are also consumed. Olive oil is consumed by 95.9 % and only 4 women took sunflower oil. Butter (21.4%, $n = 21$) and margarine (1%, $n = 1$) are used as bread spreads for breakfast. Wine is the main alcoholic beverage and it is usually combined with soda water during meals. Thirty-five elders (35.7%) drank wine, two of those also drank beer, and a woman drank both beer and whisky. Regular, moderate consumption of wine, mainly with food, increases longevity and reduces the risk of cardiovascular disease (31). Finally, after further adjustment for energy intake it is observed that as the nutritional status worsened, measured by MNA, Villanueva elders consumed more milk and dairy products. This result disagrees with the fact reported in other studies where dairy products consumption improved nutrient intake

and prevented malnutrition (32,33). In that sense, it should be taken into account that milk and dairy products are very easy to consume and that could be the reason for people with less functional capabilities to tend to consume more.

Some limitations of the study should be accounted. The small sample size (only 98 of 264 inhabitants) and the small number of men, a common situation when studying very old populations, should be considered a limitation of the study. No inhabitants were excluded but some did not want to participate in the study. Another matter to be taken into account is the fact that the sample consists solely of non-institutionalized elderly people. Cross-sectional community-based studies are subject to under-representation of elderly individuals placed in long-term care institutions. Additional issues are selective mortality and the possibility that people with certain dietary patterns may survive longer. In that case, we cannot be sure that those who have reached older ages, the survivors, demonstrate a pattern that represents changes with aging (34). Finally, the cross-sectional design raises questions of temporality when diet-MNA associations are presented. The limitations resulting from the use of 24h recall as the method chosen for the dietary assessment should not be overlooked either (35), but for this study, in which very old people underwent many tests in the same appointment, this was considered to be the most suitable method due to its simplicity and its relatively little burden on the respondents.

In conclusion, the food patterns observed in the Villanueva elderly people are in harmony with the actual dietary trends in Southern European countries that are breaking away from the traditional Mediterranean diet. Further research on the influence of fruit, milk and dairy products, wine and olive oil intake on nutritional status is required.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank José Manuel Ávila on behalf of Villanueva de la Cañada City Council and the two geriatricians (Johanna Gavidia and Laureany Guzmán).

REFERENCES

1. European Commission (DG ECFIN) and the Economic Policy Committee (AWG). The 2012 Ageing Report: Economic and budgetary projections for the 27 EU Member States (2010-2060), 2012. European Economy 2/12 DOI: 10.2765/19991.
2. Anderson AL, Harris TB, Tyavsky FA, Perry SE, Houston DK, Strotmeyer ES, et al. Health ABC Study. Dietary patterns and survival of older adults. *J Am Diet Assoc* 2011;111(1):84-91.
3. Roman B, Carta L, Angel M, Martinez G, Serra-Majem L. Effectiveness of the Mediterranean diet in the elderly. *Clin Interv Aging* 2008;3(1):97-109.
4. Hernández Galot A, Goñi Cambródon I. Quality of the diet of the Spanish population over 80 years non-institutionalized. *Nutr hosp* 2015;31(6):2571-7.
5. Lasheras C, Fernandez S, Patterson AM. Mediterranean diet and age with respect to overall survival in institutionalized, non-smoking elderly people. *Am J Clin Nutr* 2000;71:987-92.
6. World Health Organization. Active Ageing: A Policy Framework. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2012.
7. Jiménez-Redondo S, Beltrán-de Miguel B, Gavidia-Banegas J, Guzmán-Mercedes L, Gómez-Pavón J, Cuadrado-Vives C. Influence of nutritional status

- on health-related quality of life of non-institutionalized older people. *J Nutr Health Aging* 2014;18(4):359-64.
8. Jiménez-Redondo S, Beltrán-de Miguel B, Gómez-Pavón J, Cuadrado-Vives C. Non-institutionalized nonagenarians' health-related quality of life and nutritional status: is there a link between them? *Nutr Hosp* 2014; 30(3):602-8.
 9. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de los alimentos, 13th ed. Ediciones Pirámide; 2009.
 10. Carbajal A, Varela-Moreiras G, Ruiz-Oso B, Perea I, Moreiras O. Nutrition and health of the elderly in Europe: Euronut-SENECA. Study in Spain. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1993;28(4):197-242.
 11. Del Pozo S, Cuadrado C, Moreiras O. Age-related changes in the dietary intake of elderly individuals. The Euronut-SENECA study. *Nutr Hosp* 2003;18:348-52.
 12. Russell R M, Rasmussen H, Lichtenstein AH. Modified food guide pyramid for people over seventy years of age. *J Nutr* 1999;129:751-3.
 13. Carbajal A. Manual de Nutrición y Dietética. Universidad Complutense de Madrid; 2013.
 14. Morley JE. Assessment of malnutrition in older persons: a focus on the Mini Nutritional Assessment. *J Nutr Health Aging* 2011;15(2):87-90.
 15. Bamia C, Orfanos P, Ferrari P, Overvad K, Hundborg HH, Tjønneland A et al. Dietary patterns among older Europeans: the EPIC-Elderly study. *Br J Nutr* 2005;94:100-13.
 16. Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Eguileor I, Manzana I, González de Galdemio L, Saenz de Bururaga J. Food consumption patterns in the adult population of the Basque Country (EINUT-I). *Public Health Nutr* 1998;1(3):185-92.
 17. Tur JA, Romaguera D, Pons A. Does the diet of the Balearic population, a Mediterranean-type diet, ensure compliance with nutritional objectives for the Spanish population? *Public Health Nutr* 2005;8(3):275-83.
 18. Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Salvador-Castell G, Roman-Viñas B, Castell-Abat C, Cabezas-Peña C, et al. Trends in the nutritional status of the Spanish population: Results from the Catalan nutrition monitoring system (1992-2003). *Rev Esp Salud Pública* 2007; 81:559-70.
 19. Quiles J (Coord.), Jiménez R, Marín S, Rizk J, Zubeldía L. Valencia Region Nutrition Survey. Encuesta de nutrición de la Comunitat Valenciana 2010-2011: Informe reducido. Valencia: Generalitat. Conselleria de Sanitat; 2013.
 20. Ruiz-Moreno E, del Pozo-de la Calle S, Cuadrado-Vives C, Valero-Gaspar T, Ávila-Torres JM, Belmonte-Cortés S, et al. Madrid Region Nutrition Survey. Encuesta de Nutrición de la Comunidad de Madrid (ENUCAM). Documentos Técnicos de Salud, nº. D137. Fundación Española de la Nutrición y Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid; 2014.
 21. Volkert D, Kreuel K, Heseker H, Stehle P. Energy and nutrient intake of young-old, old-old and very-old elderly in Germany. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:1190-200.
 22. Tamers SL, Agurs-Collins T, Dodd KW, Nebeling L. US and France adult fruit and vegetable consumption patterns: an international comparison. *Eur J Clin Nutr* 2009;63(1):11-7.
 23. Guili C, Papa R, Mocchegiani E, Marcellini F. Dietary habits and ageing in a sample of Italian older people. *J Nutr Health Aging* 2012;16(10):875-9.
 24. Cuervo M, Ansorena D, García A, Astiasarán I, Martínez JA. Food Consumption Analysis in Spanish Elderly Based upon the Mini Nutritional Assessment Test. *Ann Nutr Metab* 2008;52:299-307.
 25. Willett WC, Sacks F, Trichopoulos A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, et al. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr* 1995;61(6 Suppl):1402S-6S.
 26. Donini LM, Poggiogalle E, Piredda M, Pinto A, Barbagallo M, Cucinotta D, et al. Anorexia and eating patterns in the elderly. *PLoS one* 2013;8(5):e63539.
 27. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature--What does it tell us? *J Nutr Health Aging* 2006;10(6):466-85.
 28. Milà-Villarroel R, Formiga F, Duran-Alert P, Abellana-Sangrà R. Prevalence in malnutrition in Spanish elders: systematic review. *Med Clin* 2012;139(11) 502-8.
 29. Kvamme JM, Grønli O, Florholmen J, Jacobsen BK. Risk of malnutrition and health-related quality of life in community-living elderly men and women: The Tromsø study. *Qual Life Res* 2011;20:575-82.
 30. Johansson L, Sidenvall B, Malmberg L, Christesson L. Who will become malnourished? A prospective study of factors associated with malnutrition in older persons living at home. *J Nutr Health Aging* 2009;13(10):855-61.
 31. Knuops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, et al. Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *JAMA* 2004;292(12):1433-39.
 32. Iuliano S, Woods J, Robbins J. Consuming two additional serves of dairy food a day significantly improves energy and nutrient intakes in ambulatory aged care residents: a feasibility study. *J Nutr Health Aging* 2013;17(6):509-51.
 33. Van Staveren WA, de Groot LC. Evidence-based dietary guidance and the role of dairy products for appropriate nutrition in the elderly. *Am Coll Nutr* 2008;30(5 Suppl 1):429S-37S.
 34. Wakimoto P, Block G. Dietary intake, dietary patterns, and changes with age: An epidemiological perspective. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56A(Special Issue II):65-80.
 35. Salvador-Castell G, Serra-Majem L, Ribas-Barba L. What and how much do we eat? 24-hour dietary recall method. *Nutr Hosp* 2015;31(3):46-8.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Nutrients can modulate the adiponectin concentrations in apparently healthy young adults *Los nutrientes pueden modular las concentraciones de adiponectina en adultos jóvenes aparentemente sanos*

Ana Carolina Pinheiro Volp¹, Kiriague Barra Ferreira Barbosa² and Josefina Bressan³

¹Department of Clinical and Social Nutrition. School of Nutrition. Federal University of Ouro Preto. Ouro Preto, Brazil. ²Nutrition Center. Federal University of Sergipe. Aracaju, Brazil. ³Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Viçosa, Brazil

Abstract

Introduction: Adiponectin, an adipocyte derived peptide, has anti-inflammatory and antiatherogenic effects, and improves insulin sensitivity. However, little is known about dietary predictors and their interactions with lifestyle on adiponectin concentrations, in apparently healthy young adults.

Objective: To evaluate the associations between plasma concentrations of adiponectin with dietary components and lifestyle in apparently healthy young adults.

Methods: Anthropometric and body composition, systolic and diastolic blood pressure, diet and lifestyle data of 157 healthy young adults, aged 18 and 35, were collected and analyzed. Blood samples were collected after fasting for 12 hours to determine adiponectin concentrations. Dietary and anthropometric indexes were calculated and analyzed.

Results: Adiponectin concentrations were significantly higher for women compared to men; and there was an indirect and significant correlation between adiponectin concentrations with BMI. There was a significant association between adiponectin concentrations with the healthy eating index, calories, lipids, proteins, fibers, riboflavin, and phosphorus, among others; and a tendency with carbohydrates and niacin. In multiple linear regression analysis, fiber and riboflavin ($r^2 = 0.0928$; $p = 0.0013$) and carbohydrates and phosphorus were associated with the concentrations of adiponectin. The association with carbohydrates and phosphorus suffered interaction with gender ($r^2 = 0.2400$; $p < 0.0001$), as well as the association with phosphorus also suffered interaction with physical activity ($r^2 = 0.1275$; $p = 0.0003$).

Conclusion: Plasma concentrations of adiponectin, in healthy young adults, seem to be modulated by components of diet depending on gender and physical activity.

Key words:

Adiponectin. Fibers. Phosphorus. Diet quality indexes. Inflammation. Physical activity.

Resumen

Introducción: la adiponectina, un péptido derivado de los adipocitos, tiene efectos antiinflamatorios y antiaterogénicos, y mejora la sensibilidad a la insulina. Sin embargo, se conoce poco sobre los predictores de la dieta, así como sobre las interacciones con el estilo de vida de las concentraciones de adiponectina en adultos jóvenes aparentemente sanos.

Objetivo: evaluar la asociación entre las concentraciones plasmáticas de adiponectina con los componentes de la dieta y estilo de vida en los adultos jóvenes aparentemente sanos.

Métodos: fueron recogidos y analizados datos antropométricos y de composición corporal, presión arterial sistólica y diastólica, datos de la dieta y del estilo de vida de 157 adultos jóvenes sanos, de entre 18 y 35 años de edad. Se tomaron muestras de sangre después de un ayuno de 12 horas para determinar las concentraciones de adiponectina y se calcularon y analizaron los índices dietéticos y antropométricos.

Resultados: las concentraciones de adiponectina fueron significativamente mayores para las mujeres en comparación con los hombres; y había una correlación indirecta y significativa entre las concentraciones de adiponectina con el IMC. Hubo una asociación significativa entre las concentraciones de adiponectina con el índice de alimentación saludable, calorías, lípidos, proteínas, fibras, riboflavina y fósforo, entre otros; y una tendencia con los hidratos de carbono y niacina. En el análisis de regresión lineal múltiple, la fibra y la riboflavina ($r^2 = 0,0928$, $p = 0,0013$) y los hidratos de carbono y el fósforo se asociaron con las concentraciones de adiponectina. La asociación con los hidratos de carbono y fósforo sufrió interacción con el género ($r^2 = 0,2400$, $p < 0,0001$), así como la asociación con el fósforo también sufrió interacción con la actividad física ($r^2 = 0,1275$, $p = 0,0003$).

Conclusión: Las concentraciones plasmáticas de adiponectina, en adultos jóvenes aparentemente sanos, parecen estar moduladas por componentes de la dieta en forma dependiente de género y de la actividad física.

Palabras clave:

Adiponectina. Fibras. Fósforo. Índices de calidad de dieta. Inflamación. Actividad física.

Received: 29/09/2015

Accepted: 01/04/2016

Volp ACP, Barbosa KBF, Bressan J. Nutrients can modulate the adiponectin concentrations in apparently healthy young adults. Nutr Hosp 2016;33:580-587

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.264>

Correspondence:

Josefina Bressan. Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Av. PH. Rolfs. 36570-000 Viçosa, Brazil
e-mail: jbrm@ufv.br

INTRODUCTION

Adiponectin, a protein exclusively expressed in differentiated adipocytes, is involved in glucose and lipid metabolism, promotes insulin sensitivity and decreases inflammation (1-3). Such manifestations relate their protective role of chronic diseases, particularly type 2 diabetes and cardiovascular disease (1-3). Its levels are paradoxically lower in obese than in lean subjects (2) and their plasma concentrations decrease with increasing obesity grade (4). Not only, but also, high adiponectin concentrations are associated with higher insulin sensitivity, regardless of the presence of obesity (4).

In addition to the association between anthropometric and body composition, clinical and biochemical parameters with adiponectin (5), it has been shown that several modifiable risk factors related to lifestyle are also associated (6). Not only but also, the cumulative effects of various risk factors, like physical activity (PA), gender and smoking, as well as their separate effects, have not been sufficiently explored (6).

Yet, it has been shown that several components of the diet and dietary patterns (7), calculated using indices that assess the diet quality (8,9), are associated with the levels of inflammatory biomarkers; however, the literature lacks studies involving apparently healthy young population regarding the association between these indices and nutrients, and the concentrations of adiponectin. Furthermore, although studies suggest that caloric restriction and weight loss is associated with higher adiponectin concentrations (10,11), little is known about dietary predictors of plasma adiponectin concentrations in apparently healthy young adults consuming diets in free-living context.

Therefore, the aim of our study was to verify the associations between adiponectin concentrations and dietary and lifestyle data in apparently healthy young adults, as well as validating which dietary parameters predict their concentrations.

SUBJECTS AND METHODS

SUBJECTS

The release of the study for recruitment of participants was conducted through radio, television, leaflets and the website of the Federal University of Viçosa (UFV). The participants were students of this university. Once accepted the invitation, volunteers could collaborate in a study protocol which provided for three meetings:

- Phase I: initial enrollment screening, selection, and guidance to volunteers for the next phase.
- Phase II: assessment of diet, anthropometric, body composition, blood pressure assessments and lifestyle factors, and guidance to volunteers for the next phase.
- Phase III: measurement of biochemical data. All steps were conducted at the Metabolic Assessment Laboratory of the Department of Nutrition and Health of the UFV.

PHASE I. SCREENING

Initial enrollment screening included evaluations to exclude volunteers with evidence of any disease related to chronic inflammation, oxidative stress, hydric unbalance, and changes in body composition, nutrient absorption or metabolism. Other exclusion criteria were drug or nutritional treatments that affect energy balance, dietary intake, lipid profile, insulin levels, and glucose metabolism; contraceptive use up to two months before participation in this study; and recent diets designed for weight loss or unstable weight in the past six months. In accordance with the principals of the Helsinki Declaration, each volunteer provided written informed consent to participate after a clear explanation of the study protocol. The study was approved by Committee of Ethics in Research with Human Beings of the UFV, Minas Gerais State, Brazil (Of. Ref. No. 009/2006).

PHASE II. DIET, ANTHROPOMETRIC, BODY COMPOSITION AND BLOOD PRESSURE ASSESSMENTS AND LIFESTYLE FACTORS

The caloric content (kcal), nutrients (total lipids [g], polyunsaturated fatty acids [PUFA] [g], monounsaturated fatty acids [MUFA] [g], saturated fatty acids [SFA] [g], cholesterol [mg], total carbohydrate [g], fibers [g], proteins [g], vitamin C [mg], niacin [mg], retinol [Eq. retinol], riboflavin [mg], thiamine [mg], calcium [mg], copper [mg], iron [mg], phosphorus [mg], magnesium [mg], potassium [mg], sodium [mg], zinc [mg]), and ethanol (mL) of the diets recorded by three food records (FRs) (non-consecutive two typical days and one atypical day) were analyzed using the DietPro[®] software, version 5.0.

Then, the diet quality was determined by calculating the following indexes: Diet Quality Index (DQI) (12), Healthy Eating Index (HEI) (13,14), and an Alternative Mediterranean Diet Score (AMDS) (15). The calculation of both indices was standardized, using the average of three FRs (16-18), in portions recommended by the Brazilian food pyramid (19).

Body weight was measured to the nearest 0.1 kg, using an electronic microdigital scale balance (Tanita TBF-300A model, Tokyo, Japan). Height was measured with a stadiometer (Seca 206 model, Hamburg, Germany) to the nearest 0.1 cm (20). From these measurements, the body mass index (BMI) was calculated according to the World Health Organization (WHO) (21). Thereafter, the BMI was used to categorize volunteers' underweight/normal weight ($BMI \leq 24.9 \text{ kg/m}^2$) and overweight/obesity ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$). The waist circumference (WC) was measured to the nearest 0.1 cm, using an inelastic and flexible tape (20,21). Finally, systolic arterial pressure (SAP) and diastolic arterial pressure (DAP) were measured by a mercury sphygmomanometer (BIC, São Paulo, Brazil) to the nearest 2 mmHg, as described previously (22).

With regard to non-dietary covariates, questions about lifestyle habits were made to collect lifestyle information such as smoking (yes or no), and regularly practiced physical activity (PA) (yes or no). Participants who practiced PA with weekly frequency of at least five

days, lasting at least thirty minutes a day, at moderate intensity and continuously or accumulated were considered to be active (23,24).

PHASE III. MEASUREMENT OF BIOCHEMICAL DATA

Blood samples were drawn by vein puncture after a 12 h overnight fast. The ethylene-diaminetetra-acetic-acid plasma and serum samples were separated from whole blood by centrifugation at 2,465 g and 5 °C for 15 min (Eppendorf AG, 5804R model, Hamburg, Germany) and were immediately stored at -80 °C until the assay. Adiponectin (µg/mL) plasma concentrations were established by using the enzyme linked immuno sorbent assay (ELISA) technique, with posterior reading by the ELISA reader equipment, using commercial specific kits. For each kit, ninety-six plates were coated with human anti-adiponectin antibody diluted at 1:200 in PBS 1x, and incubated at room temperature. Then, they were washed and blocked with PBS/casein 3% pH 7.2 solution. The plates were incubated with the human plasma (adiponectin laboratorial samples) for 2 hours in a humid chamber. Subsequently, we added adiponectin-antibody with new incubation for 2 hours in a humid chamber. The bound IgG was detected using anti-mouse IgG conjugated with peroxidase (Human Adiponectin ELISA kit EZHADP-61K, LINCO Research, USA) at 1:200 dilution. The bound enzyme was detected by adding FASTTM OPD substratum (Human Adiponectin ELISA kit EZHADP-61K, LINCO Research, USA), and read at 450 nm. Positive samples were considered if the limit of sensitivity was 0.78 ng/mL human adiponectin (20 µl sample size), and appropriate range between 1.56 ng/mL and 100 ng/mL human adiponectin (20 µl sample size). We use standardized units in mg/dL to express circulating adiponectin values (25).

STATISTICAL METHODS

The Shapiro-Wilk normality test was used to determine variable distribution. Comparisons between groups were made by a Wilcoxon-Mann-Whitney U test. Spearman correlation coefficients were used to screen for statistical associations between adiponectin concentrations (dependent variable) and interest variables. A multiple regression model was used to identify predictors of adiponectin using the technique of indirect elimination (backward) for the selection of variables while including the "gender", "smoking" and "physical activity" qualitative variables as indicator variables. Multiple regression coefficients (β) were described using a 95% confidence interval (CI). A p value < 0.05 was considered as statistically significant. Statistical analyses were performed using the SAS system 9.0 (26).

RESULTS

The general characteristics of volunteers are shown in table I. In this study, 210 volunteers were recruited, and, among them,

157 healthy subjects, aged between 18 and 35 years old, were selected to participate. Regarding nutritional status, the total sample of volunteers consisted of 136 volunteers with underweight/normal weight (86.62%), and 21 volunteers with overweight/obesity (13.38%), according to the WHO classification (21). WC was significantly higher for the overweight/obesity group ($p < 0.0001$). There was no statistical difference with respect to age ($p = 0.1516$), DAP ($p = 0.1117$) and adiponectin concentrations ($p = 0.2028$) between the underweight/normal weight and overweight/obesity groups. SAP was significantly higher for the overweight/obesity group ($p = 0.0211$). Adiponectin median concentrations for the underweight/normal weight group and the overweight/obesity group were 13.52 (10.15-19.09) and 11.51 (8.67-14.93) mg/dL, respectively.

When the sample was divided according to gender, the total sample of volunteers consisted of 91 women (57.96%) and 66 men (42.04%), and women were older when compared to men ($p = 0.0309$). On the other hand, men presented BMI ($p < 0.0016$), WC ($p = 0.0103$), SAP ($p < 0.0001$) and DAP ($p = 0.0001$) measures significantly higher than women. Women had higher adiponectin concentrations than men ($p < 0.0001$). The adiponectin median concentration for women and men were 15.81 (11.94-21.53) and 10.81 (8.0-13.62) mg/dL, respectively.

In relation to dietary and non-dietary data, of the total sample of volunteers, only 134 gave the FRs (85.35%) and 139 of them provided the information about lifestyle habits (88.53%). When the volunteers sample was targeted as nutritional status, classified by BMI, overweight/obese volunteers showed a higher alcohol intake compared to volunteers with underweight/normal weight ($p = 0.0329$). Furthermore, subjects with low weight/normal weight showed higher HEI values ($p = 0.0361$). In relation to other values of calories (0.2671) and nutrients indexes (DQI: $p = 0.3729$; AMDS: $p = 0.9653$) there were no significant differences between groups.

When the volunteers sample was divided according to gender for the assessment of diet, men showed significantly higher intakes of calories ($p < 0.0001$), fat (g) ($p < 0.0001$), MUFA (g) ($p = 0.0023$), PUFA (g) ($p < 0.0001$), SFA (g) ($p < 0.0001$), cholesterol (mg) ($p = 0.0040$), proteins (g) ($p < 0.0001$), carbohydrates (g) ($p < 0.0001$), fibers (g) ($p < 0.0001$), riboflavin (mg) ($p < 0.0001$), niacin (mg) ($p < 0.0001$), thiamine (mg) ($p < 0.0001$), calcium (mg) ($p = 0.0412$), copper (mg) ($p < 0.0001$), iron (mg) ($p < 0.0001$), sodium (mg) ($p < 0.0001$), potassium (mg) ($p < 0.0001$), phosphorus (mg) ($p < 0.0001$), magnesium (mg) ($p < 0.0001$), zinc (mg) ($p < 0.0001$) and AMDS scores ($p = 0.0190$) when compared to women. On the other hand, women had a significantly higher HEI than men ($p = 0.0116$). For macronutrients in percentage rates MUFA: SFA ($p = 0.5493$), PUFA: SFA ($p = 0.4664$), DQI ($p = 0.7903$) and ethanol (ml) ($p = 0.0339$), retinol (Eq. retinol) ($p = 0.6518$) and vitamin C (mg) ($p = 0.4556$), there were no significant differences between genders.

With regard to non-dietary covariates, 20 volunteers were smokers (14.39%) and 119 were non-smokers (85.61%). Also, 100 volunteers regularly practiced PA (71.94%) and 39 did not practice PA

Table I. General characteristics of volunteers (n = 157)

	Mean $\pm$ SD	CI	Median	IQ	p
Age (years)	23.3 $\pm$ 3.5	18-35	23	21-25	< 0.0001
BMI (kg/m ²)	22.08 $\pm$ 2.99	16.7-34.9	21,5	20.3-23.3	< 0.0001
WC (cm)	78.0 $\pm$ 8.51	60.0-100.0	77.0	71.5-83.0	< 0.0001
SAP (mmHg)	10.94 $\pm$ 0.93	9-14	11	10-12	< 0.0001
DAP (mmHg)	7.33 $\pm$ 0.66	6-9	7	7-8	< 0.0001
Adiponectin (μ g/mL)	14.71 $\pm$ 6.89	1.59-46.74	13.47	10.0-18.81	< 0.0001
Calories (kcal)*	2,728 $\pm$ 751	1,378-5,583	2,610	2,132-3,217	0.0029
Lipids (g)*	97.53 $\pm$ 30.65	43.01-206.55	93.4	74.30-113.36	0.0006
MUFA (g)*	17.07 $\pm$ 9.46	2.88-68.65	14.45	10.95-21.61	< 0.0001
PUFA (g)*	14.47 $\pm$ 8.62	2.48-67.11	12.64	8.22-18.52	< 0.0001
SFA (g)*	22.73 $\pm$ 9.52	3.78-58.41	21.12	16.18-28.68	0.0002
MUFA: SFA*	0.76 $\pm$ 0.25	0.26-1.62	0.77	0.60-0.94	0.1853
PUFA: SFA*	0.69 $\pm$ 0.38	0.14-2.22	0.61	0.41-0.92	< 0.0001
Cholesterol (mg)*	222.51 $\pm$ 95.16	19.80-472.60	214.15	149.16-285.91	0.0173
Proteins (g)*	102.61 $\pm$ 33.96	38.80-275.05	99.94	76.46-124.32	< 0.0001
Carbohydrates (g)*	354.7 $\pm$ 107.5	176.5-693.8	333.06	276.8-412.4	< 0.0001
Fibers (g)*	26.28 $\pm$ 14.83	3.44-83.03	22.99	15.95-33.03	< 0.0001
Alcohol (mL)*	11.97 $\pm$ 24.71	0.0-117.0	0.0	0.0-10.39	< 0.0001
Retinol (Eq.)*	890.9 $\pm$ 505.3	60.06-2,170.5	798.8	517.4-1,218.4	0.0002
Riboflavin (mg)*	1.58 $\pm$ 0.60	0.49-3.54	1.53	1.17-1.95	0.0026
Niacin (mg)*	18.92 $\pm$ 9.84	3.16-76.26	16.25	12.98-23.56	< 0.0001
Tiamin (mg)*	1.87 $\pm$ 0.83	0.57-5.60	1.75	1.28-2.33	< 0.0001
Vitamin C (mg)*	118.86 $\pm$ 74.99	20.94-397.37	1,000.12	65.49-147.83	< 0.0001
Calcium (mg)*	756.4 $\pm$ 311.0	159.5-1,763.2	733.1	513.3-929.0	0.0002
Copper (mg)*	1.22 $\pm$ 0.63	0.34-3.52	1.05	0.82-1.44	< 0.0001
Iron (mg)*	15.98 $\pm$ 7.62	3.71-46.46	14.57	10.95-20.01	< 0.0001
Sodium (mg)*	2,952 $\pm$ 1,297	1,007-10,924	2,750	2,020-3,573	< 0.0001
Potassium (mg)*	2,886 $\pm$ 1,222	853-7,797	2,657	2,113-3,533	< 0.0001
Phosphorus (mg)*	1,061.9 $\pm$ 426.2	266.5-2,539.1	992.17	747.7-1,289.2	< 0.0001
Magnesium (mg)*	244.6 $\pm$ 109.6	75.52-660.29	220.46	170.1-297.7	< 0.0001
Zinc (mg)*	8.33 $\pm$ 3.54	2.03-18.59	7.97	5.59-9.99	0.0008
DQI*	7,06 $\pm$ 1,75	3,0-12,0	7,0	6,0-8,0	0.0014
HEI*	75,82 $\pm$ 7,25	50,72-96,28	75,23	71,62-80,01	0.0557
AMDS*	2,93 $\pm$ 1,20	1,0-6,0	3,0	2,0-4,0	< 0.0001

*For n = 134. SD: Standard deviation; CI: Confidence interval; IQ: Interquartile range (Q1-Q3); AMDS: Alternative Mediterranean diet score; BMI: Body mass index; DAP: Diastolic arterial pressure; DQI: Diet quality index; HEI: Healthy eating index; MUFA: Monounsaturated fatty acids; PUFA: Polyunsaturated fatty acids; SAP: Systolic arterial pressure; SFA: Saturated fatty acids; WC: Waist circumference. Test of normality: Shapiro-Wilk, $p < 0.05$.

regularly (28.06%). When lifestyle characteristics were compared between underweight/normal weight and overweight/obesity groups, there were no significant differences between smokers and non-smokers ($p = 0.6358$), but there was a significant dif-

ference between those who practiced PA and those who did not. Volunteers with underweight/normal weight were more active than volunteers with overweight/obesity ($p = 0.0233$). In addition, there were no significant differences regarding tabagism between gen-

ders ($p = 0.8757$), but there was a significant difference between volunteers who practiced PA and volunteers who did not practice PA: women were more active than men ($p = 0.0001$). In other words, in this study, women with underweight/normal weight were more active.

CORRELATIONS BETWEEN ADIPONECTIN CONCENTRATIONS AND THE GENERAL AND DIETARY DATA OF VOLUNTEERS

There was a direct and significant correlation between age and adiponectin concentrations ($r = 0.16728$, $p = 0.0363$); and an indirect and significant correlation between adiponectin concentrations and BMI ($r = -0.17810$, $p = 0.0256$) and WC ($r = -0.21199$, $p = 0.0077$).

Bivariate correlations between data plasma concentrations of adiponectin and the intake of calories, nutrients, as well as indexes calculated from these (MUFA: SFA, PUFA: SFA, DQI, HEI and AMDS), there was a direct and significant association between adiponectin concentrations with HEI ($r = 0.20074$, $p = 0.0200$); and an indirect and significant association with calories ($r = -0.20051$, $p = 0.0202$), lipids (g) ($r = -0.19054$, $p = 0.0274$), proteins (g) ($r = -0.23675$, $p = 0.0059$), fibers (g) ($r = -0.24047$, $p = 0.0051$), riboflavin (mg) ($r = -0.23970$, $p = 0.0053$), thiamine (mg) ($r = -0.29404$, $p = 0.0006$), copper (mg) ($r = -0.21850$, $p = 0.0112$), iron (mg) ($r = -0.25307$, $p = 0.0032$), sodium (mg) ($r = -0.24384$, $p = 0.0045$), potassium (mg) ($r = -0.23547$, $p = 0.0062$), phosphorus (mg) ($r = -0.18457$, $p = 0.0328$) and magnesium (mg) ($r = -0.18156$, $p = 0.0358$). A tendency to direct association was seen between plasma concentrations of adiponectin and MUFA: SFA ($r = 0.16310$, $p = 0.0597$); and a tendency to indirect association with carbohydrates (g) ($r = -0.14713$, $p = 0.0898$) and niacin (mg) ($r = -0.14836$, $p = 0.0871$). For MUFA (g) ($r = -0.02322$, $p = 0.7900$), PUFA (g) ($r = -0.09727$, $p = 0.2635$), SFA (g) ($r = -0.13322$, $p = 0.1249$), PUFA: SFAs ($r = 0.02991$, $p = 0.7315$), cholesterol (mg) ($r = -0.04112$, $p = 0.6371$), alcohol (ml) ($r = 0.08081$, $p = 0.3533$), retinol (Eq. retinol) ($r = 0.09346$, $p = 0.2828$), vitamin C (mg) ($r = 0.14085$, $p = 0.1045$), calcium (mg) ($r = -0.08020$, $p = 0.3570$), zinc (mg) ($r = -0.13677$, $p = 0.1151$), DQI ($r = -0.05500$, $p = 0.5279$) and AMDS ($r = 0.08081$, $p = 0.3533$) variables, there were no significant correlations.

PREDICTIVE FACTORS OF ADIPONECTIN CONCENTRATIONS

Based on the relationship between food intake and lifestyle data with adiponectin concentrations, multiple linear regression analyses were performed to evaluate the possible predictors of adiponectin concentrations (dependent variable).

A general model explaining the variations (9.28%) of adiponectin concentrations might be defined by the following regression equation: adiponectin = $18.22 - 0.08 \times \text{fibers} + 0.002 \times \text{retinol} - 2.48 \times \text{riboflavin}$ (Table II. Model 1. Figs. 1 and 2). Regarding

indices that assess diet quality (DQI, HEI and AMDS), there was no significant effect on concentrations of adiponectin.

When inserted into the model of dietary data, the "gender", "smoking" and "physical activity" qualitative variables as indicator variables, there was no significant effect of smoking. For this group, the model suffered interaction of gender, and explained 24.0% of the variations of the adiponectin concentrations, and could be defined by the following regression equations: adiponectin = $14.11 + 0.06 \times \text{alcohol} + 0.01 \times \text{carbohydrates} - 0.005 \times \text{phosphorus} + 0.49 \times \text{zinc}$, for female volunteers; and adiponectin = $6.68 + 0.06 \times \text{alcohol} + 0.01 \times \text{carbohydrates} - 0.005 \times \text{phosphorus} + 0.49 \times \text{zinc}$, for male volunteers (Table II. Model 2. Fig. 3). Since the model has undergone interaction of PA explained 12.75% of the variations of the adiponectin concentrations, and could be defined by the following regression equations: adiponectin = $14.44 + 0.06 \times \text{alcohol} - 0.003 \times \text{phosphorus} + 0.002 \times \text{retinol}$, for volunteers who do not practice PA regularly; and adiponectin = $18.15 + 0.06 \times \text{alcohol} - 0.003 \times \text{phosphorus} + 0.002 \times \text{retinol}$, for volunteers who practice PA regularly (Table II. Model 3. Fig. 3). As there were no significant

Table II. Multiple linear regression models to possible predict adiponectin concentrations (n = 157)

	Coefficient $\beta \pm \text{SD}$	p
Intercept	18.22 ± 1.72	< 0.0001
Fibers (g)	-0.08 ± 0.04	0.0429
Retinol (Eq. retinol)	0.002 ± 0.001	0.0180
Riboflavin (mg)	-2.48 ± 1.13	0.0306

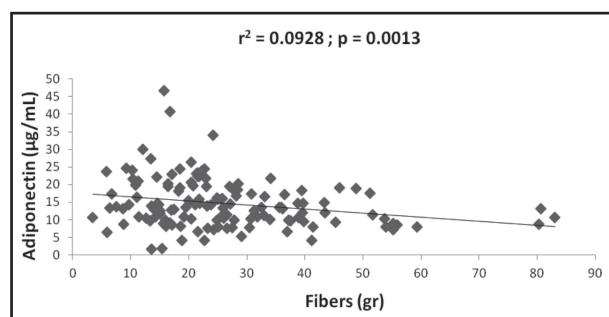
Model 1: $r^2 = 0.0928$, $p = 0.0013$. SD: Standard deviation. Model adjusted for the variable "age".

	Coefficient $\beta \pm \text{SD}$	p
Intercept	14.11 ± 2.04	< 0.0001
Gender (indicator variable)	-7.43 ± 1.30	< 0.0001
Alcohol (g)	0.06 ± 0.02	0.0069
Carbohydrates (g)	0.01 ± 0.006	0.0406
Phosphorus (mg)*	-0.005 ± 0.002	0.0134
Zinc (mg)	0.49 ± 0.24	0.0494

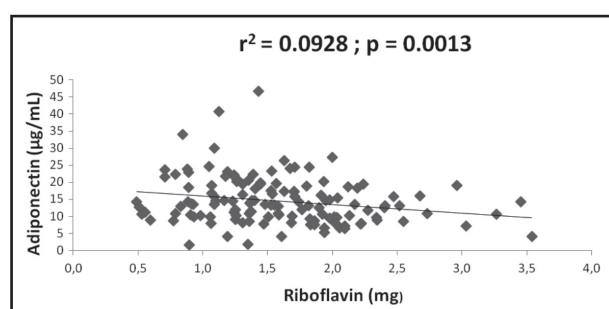
Model 2: $r^2 = 0.2400$, $p < 0.0001$. SD: Standard deviation. Model adjusted for the variables "age", "gender", "smoking" and "physical activity", which suffers from the interaction of gender.

	Coefficient $\beta \pm \text{SD}$	p
Intercept	14.44 ± 1.75	< 0.0001
PA (indicator variable)	3.71 ± 1.27	0.0043
Alcohol (g)	0.06 ± 0.02	0.0090
Phosphorus (mg)*	-0.003 ± 0.001	0.0136
Retinol (Eq. retinol)	0.002 ± 0.001	0.0479

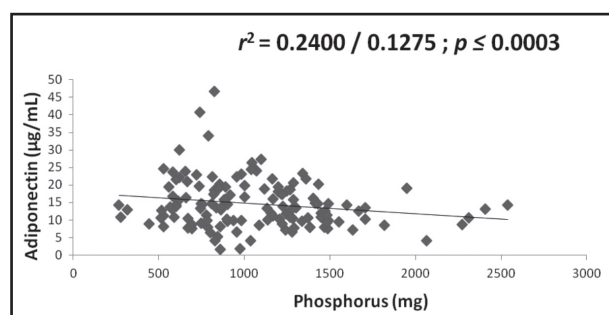
Model 3: $r^2 = 0.1275$, $p = 0.0003$. PA: Physical activity; SD: Standard deviation. Model adjusted for the variables "age", "gender", "smoking" and "physical activity", which suffers from the interaction of PA.

**Figure 1.**

Association between fibers and adiponectin concentrations (n = 157).

**Figure 2.**

Association between riboflavin and adiponectin concentrations (n = 157).

**Figure 3.**

Associations between phosphorus and adiponectin concentrations (n = 157).

differences in adiponectin concentrations between groups classified by BMI, all models were adjusted for age.

DISCUSSION

In this study, women were older and had higher adiponectin concentrations, when compared to men. Still, there was a direct and significant correlation between age and adiponectin concentrations. For this study, our objective was to evaluate young healthy

adults aged between 18 and 35 years. Despite this small range of age, our results had significant statistical differences. Interestingly, the literature describes that adiponectin concentrations increase with age (27), possibly as a form of protection from chronic diseases. Regarding the differences between genders, in fact, adiponectin concentrations in humans are sexually dimorphic, with higher concentrations observed in women compared with men. This appears to be due to a selective increase in the high molecular weight oligomer, a larger form of the hormone (28). These differences develop during puberty and are a result of inhibition of adiponectin production by androgens (29).

Men still presented BMI, WC, SAP and DAP measures significantly higher than women. On the other hand, women were more active than men. Still, although there is an indirect and significant correlation between adiponectin concentrations with BMI and WC, the adiponectin concentrations between groups with underweight/normal weight and overweight/obesity did not differ statistically, corroborating data presented in the literature (4,30,31). In fact, the corporal composition and the PA could influence adiponectin concentration. According to these results, some aspects should be considered. First, the absence of statistical difference in relation to adiponectin concentrations among groups classified by the nutritional state was verified. The adiponectin expression is activated during adipogenesis; so, one can consider it as a negative feedback concerning the production during fat development (4). Thus, although adiponectin is produced only by adipose tissue, its levels are nearly lower in obese persons compared to thin persons (4). Further, adiponectin plasma concentrations decrease by obesity rate (4), stating the results herein. Second, the literature describes that PA effects on adiponectin concentration appear to be more related to the amount of weight lost independently of the method used (11). Still, the increase in adiponectin concentrations following weight loss are strongly and negatively correlated with changes in body weight, BMI and fat mass (11,32-34). Third, adiponectin exerts its vasculo-protective effects through its direct actions in the vascular system, such as increasing endothelial nitric oxide production, inhibiting endothelial cell activation and endothelium-leucocyte interaction, enhancing phagocytosis, and suppressing macrophage activation, macrophage-to-foam cell transformation and platelet aggregation (35), which helps in improving blood pressure. Thus, although our volunteers followed isocaloric diets under free-living context (weight maintenance), we believe that these differences between groups are more expressive due to differences in body composition.

Regarding dietary data, there was a direct association with HEI and an indirect association with calories, lipids (g), protein (g), fiber (g), riboflavin (mg), thiamine (mg), copper (mg), iron (mg), potassium (mg), sodium (mg), phosphorus (mg) and magnesium (mg), and when the multiple linear regression analysis was performed to assess the possible predictors concentrations of adiponectin, fibers (g), retinol (Eq. retinol) and riboflavin (mg) explained 9.28% of adiponectin concentrations within a general model. However, two best models were able to explain the variations of the adiponectin concentrations, when they had set for the "age", "gender", "smoking" and "physical activity" variables.

A first model included alcohol (mL), carbohydrates (g), phosphorus (mg) and zinc (mg) as possible predictors of adiponectin concentrations, and suffered gender interaction (24%). And a second model included alcohol (mL), phosphorus (mg) and retinol (Eq.) as potential predictors of adiponectin (12.75%) and suffered interaction of PA.

Other studies have described associations between dietary patterns (or indices that assess diet quality) with adiponectin (7-9), but this is the first time that a correlation is found between adiponectin and HEI in apparently healthy young Brazilian adults. In fact, it has been described an inverse association between the scores of HEI and levels of proinflammatory cytokines (8), but after adjustment for age, energy, alcohol intake, smoking, PA and BMI values were no longer significant.

Our results are consistent with these ones, because after multiple linear regression with the indices evaluated in the present study, specifically the values of the HEI, left to join the concentrations of adiponectin, so, also failed to be significant, an effect possibly explained by a best predictor of the conglomerate of these other variables included in this study. Not only but also, it is reported that this lack of association between the scores of the HEI and the concentrations of inflammatory biomarkers could be explained by the non-specificity of fat and quality of carbohydrate, the emphasis on a low intake of total fat and a wide inclusion this index of many foods (8). The HEI is based in The Food Guide Pyramid (36), which gives more points to a diet low in all kinds of fat, including polyunsaturated and monounsaturated fats. Still, the HEI also allows individuals to score high if their diets contain high intake of refined grains. Finally, the criterion to score also includes sodium intake and diet variety, and although this may be the representation of a healthy diet, these components are not specific to predict inflammation (8).

Not only the nutrient amount but also its quality can be considered. For example, the consumption of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids (eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids) has a good correlation with the adiponectin; on the other hand, saturated and trans fat acids have a negative correlation. They are involved in the regulation of peroxisome proliferator-activated receptors, which are ligand-activated nuclear receptors involved in the regulation of lipids and carbohydrates metabolism and adipogenesis (37). Regarding carbohydrates, it has been shown, in a cross-sectional study, that a diet with a high glycemic load was significantly related to lower adiponectin concentrations (38). Indeed, dietary patterns characterized by diets with low glycemic index and glycemic load are characterized by their high fiber content. In this study, fibers were able to predict the concentrations of adiponectin in isocaloric (43.14 kcal/kg/day) and isoglycemic (51% of calories) diets under free-living context. It seems that not only caloric intake, distribution of macronutrients, and the amount of vitamins, minerals and non-nutrients with antioxidant effects ingested represent an effect in modulating plasma adiponectin, but the effect of a specific dietary pattern of the population (39-41), associated to the anthropometric factors, corporal composition and lifestyle of this population under study would determine such concentration. It is noteworthy that such

a standard is not picked up by the HEI possibly due to its high specificity.

Our study had certain limitations. First, since the nature of this study is cross-sectional, we cannot prove that the reported associations are causal, although we controlled for several potential covariates. Second, we used the 3-day record capture from the information concerning dietary intake. Although food frequency questionnaires have greater reliability in representing the usual diet, there is no one that faithfully represents the mixed-race diet of our sample. This dietary questionnaire has been successfully used to assess the relationship of dietary nutrients values from habitual diet with biomarkers (42). Finally, although the sample size is adequate from the stand point of an initial association discovery, further replication in independent and larger samples would be convenient for a future translational application at a population level (43).

In short, in this study the adiponectin concentrations were significantly higher for women compared to men and correlated with age and indirect measures of adiposity (BMI, WC). Regarding diet, despite the adiponectin concentrations have been associated with HEI, calories, lipid (g), protein (g), fiber (g), riboflavin (mg), thiamine (mg), copper (mg), iron (mg), potassium (mg), sodium (mg), phosphorus (mg) and magnesium (mg), the predictors of adiponectin concentrations were carbohydrates (fibers) (g), riboflavin (mg) and phosphorus (mg).

CONCLUSION

This study showed the associations between diet (nutrients) and adiponectin concentrations, and the lifestyle factors interactions. Our results support the hypothesis that dietary and lifestyle factors may modulate adiponectin concentrations.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Antônio Policarpo S. Carneiro, Ph.D., for his technical assistance, Elisângela Lessa and Carolina O. Resende for their help with data collection, and all those who volunteered to participate in the study. We would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education of the Ministry of Education of Brazil for the granting of scholarships and the Foundation for Research Support of Minas Gerais for the granting of promotion through CDS 303/06 Proposal, which allowed the realization of this work.

REFERENCES

1. Lancaster GI, Febbraio MA. Adiponectin springs into action. *Nature Medicine* 2011;17(1):37-8.
2. Berg AH, Combs TP, Scherer PE. ACRP30/adiponectin: An adipokine regulating glucose and lipid metabolism. *Trends Endocrinol Metab* 2002;13:84-9.
3. Chandran M, Phillips SA, Ciaraldi T, Henx RR. Adiponectin: More than just another fat cell hormone? *Diabetes Care* 2003;26:2442-50.

4. Arita Y, Kihara S, Ouchi N, Takahashi M, Maeda K, Miyagawa J, et al. Paradoxical decrease of an adipose specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun* 1999;257:79-83.
5. Volp ACP. Estado Inflamatório e sua Associação com os componentes da Síndrome Metabólica em Adultos Jovens. Viçosa: UFV, 2009. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
6. Hamer M, Stamatakis E. The accumulative effects of modifiable risk factors on inflammation and haemostasis. *Brain, Behavior, and Immunity* 2008;22:1041-3.
7. Izadi V, Azadbakat L. Specific dietary patterns and concentrations of adiponectin. *J Res Med Sci* 2015;20:178-84.
8. Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N, et al. Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr* 2005;82(1):163-73.
9. Kant AK, Graubard BI. A comparison of three dietary pattern indexes for predicting biomarkers of diet and disease. *Am Coll Nutr* 2005;24(4):294-303.
10. Imbeault P. Environmental influences on adiponectin levels in humans. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32:505-11.
11. Kotidis EV, Koliakos GC, Baltzopoulos VG, Ioannidis KN, Yovos JG, Papavramidis ST. Serum ghrelin, leptin and adiponectin levels before and after weight loss: Comparison of three methods of treatment - A prospective study. *Obes Surg* 2006;16:1425-32.
12. Patterson RE, Haines OS, Popkin BM. Diet quality index: Capturing a multi-dimensional behavior. *J Am Diet Assoc* 1994;94(1):57-64.
13. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The healthy eating index final report. Alexandria, VA: Food and Nutrition Service, US Department of Agriculture; 1994.
14. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The healthy eating index: Design and applications. *J Am Diet Assoc* 1995;95:1103-8.
15. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 2003;348(26):2599-608.
16. Chalmers F, Clayton M, Gates L, Tucker R, Mertz A, Young C, et al. The dietary record- how many and which days? *J Am Diet Assoc* 1992;28:711-7.
17. Larkin FA, Metzner HL, Guire KE. Comparison of three consecutive-day and three random-day records of dietary intake. *J Am Diet Assoc* 1991;91:1538-42.
18. Thompson FE, Byers T. Dietary assessment resource manual. *Am J Clin Nutr* 1994;124:2245S-317S.
19. Philippi ST, Latterza AR, Cruz ATR, Ribeiro LC. Pirâmide alimentar adaptada: guia para a escolha dos alimentos. *Rev Nutr* 1999;12(1):65-80.
20. Jelliffe DB. Evolución del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud; 1968.
21. WHO (World Health Organization)/FAO (Food and Agriculture Organization): Diet, nutrition and the prevalence of chronic diseases. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. Technical Report Series 916. Geneva; 2003. p. 211.
22. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich ED, Hill M, McDonald M, et al. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation* 1993;88:2460-70.
23. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273(5):402-7.
24. WHO (World Health Organization). Preventing chronic diseases: A vital investment. WHO global report. Geneva; 2005. p. 200.
25. Bastard C, Antuna-Puente B, Fellahi S, Capeau J, Bastard JF. Systemic adiponectin values in humans require standardized units. *Obes Surg* 2016;26:381-2.
26. SAS Institute. User's Guide 9.0. Cary N.C.: SAS Institute Inc.; 2002.
27. Cnop M, Havel PJ, Utzschneider KM, Carr DB, Sinha MK, Boyko EJ, et al. Relationship of adiponectin to body fat distribution, insulin sensitivity and plasma lipoproteins: Evidence for independently roles of age and sex. *Diabetologia* 2003;46:459-69.
28. Pajvani UB, Du X, Combs TP, Berg AH, Rajala MW, Schulthess T, et al. Structure-function studies of the adipocyte-secreted hormone Acrp/adiponectin. Implications for metabolic regulation and bioactivity. *J Biol Chem* 2003;278:9073-85.
29. Bottner A, Kratzsch J, Muller G, Kapellen TM, Bluher S, Keller E, et al. Gender differences of adiponectin levels develop during the progression of puberty and are related to serum androgen levels. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:4053-61.
30. Cote M, Mauriege P, Bergeron J, Almeras N, Tremblay A, Lemieux I, et al. Adiponectin in visceral obesity: Impact glucose tolerance and plasma lipoprotein and lipid levels in men. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90(3):1434-9.
31. Abassi F, Chu JW, Lamendola C, MacLaughlin T, Hayden J, Heaven GM, et al. Discrimination between obesity and insulin resistance in the relationship with adiponectin. *Diabetes* 2004;53:585-90.
32. Kopp HP, Krzyzanowska K, Mohlig M, Spranger J, Pfeifer AF, Schernthaner G. Effects of market weight loss on plasma levels of adiponectin, markers of chronic subclinical inflammation and insulin resistance in morbidly obese women. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:766-71.
33. Santosa S, Demonty I, Lichtenstein AH, Cianflone K, Jones PJ. An investigation of hormone and lipid association after weight loss in women. *J Am Coll Nutr* 2007;26:250-8.
34. Jung SH, Park HS, Kim KS, Choi WH, Ahn CW, Kim BT, et al. Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: Increase in IL-10 after weight loss. *J Nutr Biochem* 2008;19(6):371-5.
35. Zhu W, Cheng KKY, Vanhoutte PM, Lam KSL, Xu A. Vascular effects of adiponectin: Molecular mechanisms and potential therapeutic intervention. *Clin Science* 2008;114:361-74.
36. The Food Guide Pyramid (1992). Available in: <http://www.usda.gov/cnpp/pyramid.pdf>. Accessed on April 10th 2007.
37. Ferre P. the biology of peroxisome proliferator-activated receptors: Relationship with lipid metabolism and insulin sensitivity. *Diabetes* 2004;53(S):43-50.
38. Pischon T, Girman C, Rifai N, Hotamisligil GS, Rimm EB. Association between dietary factors and plasma adiponectin concentrations in men. *Am J Clin Nutr* 2005;81:780-6.
39. Volp ACP, Alfenas RCG, Costa NB, Minim VLR, Stringueta PC, Bressan J. Índices dietéticos para avaliação da qualidade de dietas. *Rev Nutr Campinas* 2010;23(2):281-95.
40. Volp ACP. Revisão sobre os índices e instrumentos dietéticos para determinação da qualidade de dietas. *Rev Bras Promoç Saúde* 2011;24(4):404-14.
41. Previato HDRA, Volp ACP, Freitas RN. Avaliação da qualidade da dieta pelo Índice de Alimentação Saudável e suas variações: uma revisão bibliográfica. *Nutr Clin Diet Hosp* 2014;34(2):88-96.
42. Hermmsdorff HHM, Puchau B, Volp ACP, Barbosa KBF, Bressan J, Zulet MA, et al. Dietary total capacity is inversely related to central adiposity as well as to metabolic and oxidative stress markers in healthy young adults. *Nutrition & Metabolism* 2011;8:59.
43. Volp ACP, Barbosa, KBF, Bressan J. Triacylglycerols and body fat mass are possible independent predictors of C3 in apparently healthy young adults. *Nutrition* 2012;28:544-50.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Vaspin association with insulin resistance is related to physical activity and body fat in Brazilian adolescents - A cross-sectional study

La asociación de la vaspina con la resistencia a la insulina está relacionada con la actividad física y la grasa corporal en adolescentes brasileños. Un estudio transversal

Daniela Pala¹, Ana Paula Carlos-Cândido², Larissa Leandro-da-Cruz³, Priscila Oliveira-Barbosa¹, Carla Teixeira-Silva³, Ana Carolina Pinheiro-Volp³, George Luiz Lins-Machado-Coelho^{1,4} and Renata Nascimento-de-Freitas^{1,3}

¹NUPEB. Federal University of Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Brazil. ²Department of Nutrition. Federal University of Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. Brazil. ³Department of Clinical and Social Nutrition. School of Nutrition. Federal University of Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Brazil. ⁴School of Medicine. Federal University of Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Brazil

Abstract

Background: Vaspin is a newly-identified adipocytokine associated with insulin resistance (IR).

Objective: The aim of this study was to investigate the correlation between plasma vaspin concentrations and IR and determine whether this association is affected by body composition, physical activity and pubertal stage in adolescents.

Methods: Were studied 484 Brazilian adolescents aged 10–14 years whose anthropometric, clinical, biochemical, and lifestyle measurements were analyzed. We evaluated the correlation between vaspin and risk factors for IR in adolescents with normal and high body fat percentage (%BF) and did a logistic regression to calculate the odds ratio for IR according to vaspin quartiles sex specific for the sample.

Results: Vaspin was positively correlated with IR in adolescents with high %BF ($r = 0.23$, $p = 0.003$). The logistic regression analysis adjusted for sex, age, BMI, and pubertal stage showed that adolescents in the 2nd (OR = 0.43, 95% CI = 0.23-0.80, $p = 0.008$) and 3rd (OR = 0.46, 95% CI = 0.25-0.85, $p = 0.014$) quartile of vaspin concentration had a lower risk for IR. When the model was adjusted for %BF and physical activity, the association remained statically significant only for adolescents in the 2nd quartile.

Conclusion: Vaspin was correlated positively with risk factors associated with insulin metabolism in adolescents with high %BF. Vaspin was associated with a reduced risk of IR independently of BMI and pubertal stage and the association was influenced by body fat and physical activity in these adolescents.

Key words:

Vaspin. Risk factors.
Insulin resistance.
Physical activity.
Body fat.

Resumen

Introducción: la vaspina es una adipocitoquina recientemente identificada que confiere resistencia a la insulina (IR).

Objetivo: el objetivo de este estudio fue investigar la correlación entre las concentraciones plasmáticas de vaspina y la IR para determinar si esta asociación se ve afectada por la composición corporal, la actividad física y la etapa de la pubertad en los adolescentes.

Métodos: fueron analizados las medidas antropométricas, clínicas, bioquímicas y el estilo de vida de 484 adolescentes brasileños de entre 10 y 14 años. Se evaluó la correlación entre los factores de riesgo para vaspina e IR en los adolescentes con porcentaje de grasa corporal normal y alto (%CG) e hicimos una regresión logística para calcular el cociente de probabilidad del IR de acuerdo con los cuartiles de vaspina para la muestra, con respecto al sexo.

Resultados: la vaspina se correlacionó positivamente con IR en adolescentes con alto %CG ($r = 0,23$; $p = 0,003$). El análisis de regresión logística ajustada por sexo, edad, índice de masa corporal y etapa puberal mostró que los adolescentes en el segundo (OR = 0,43; IC del 95% = desde 0,23 hasta 0,80, $p = 0,008$) y tercer (OR = 0,46; IC del 95% = 0,25-0,85, $p = 0,014$) cuartil de concentración de vaspina tenían un menor riesgo de IR. Cuando el modelo se ajustó para %GC y actividad física, la asociación siguió siendo estadísticamente significativa solo para los adolescentes en el segundo cuartil.

Conclusión: la vaspina se correlacionó positivamente con los factores de riesgo asociados con el metabolismo de la insulina en los adolescentes con alto %GC. Asimismo, se asoció con un menor riesgo de IR independientemente del índice de masa corporal y de etapa de la pubertad, y la asociación estuvo influenciada por la grasa corporal y la actividad física en estos adolescentes.

Palabras clave:

Vaspina. Factores de riesgo. Resistencia a la insulina. Actividad física. Grasa corporal.

Received: 12/09/2015

Accepted: 11/04/2016

Pala D, Carlos-Cândido AP, Leandro-da-Cruz L, Oliveira-Barbosa P, Teixeira-Silva C, Pinheiro-Volp AC, Lins-Machado-Coelho GL, Freitas RN. Vaspin association with insulin resistance is related to physical activity and body fat in Brazilian adolescents - A cross-sectional study. Nutr Hosp 2016;33:588-594

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.265>

Correspondence:

Renata Nascimento de Freitas. NUPEB and Department of Clinical and Social Nutrition. School of Nutrition. Federal University of Ouro Preto. Campus Universitário. Morro do Cruzeiro. 35400-000 Ouro Preto, MG. Brazil
e-mail: rfreitasmail@gmail.com

INTRODUCTION

Insulin resistance (IR) is characterized by the reduced ability of plasma insulin to promote peripheral cell glucose uptake and has been identified as a public health problem, especially in youth population (1,2). It is well established that IR is present in obese and also in non-obese patients, and thus obese children and adolescents may not be insulin sensitive (3). Several cytokines secreted by the adipose tissue that may be involved in the modulation of insulin metabolism, can influence the risk of insulin resistance and have been studied to understand the association between increased adiposity and IR (4,5).

Vaspin is an adipokine originally isolated from visceral white adipose tissue of Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats, a model for abdominal obesity and type 2 diabetes mellitus (T2D), which may play a role on insulin sensitivity (6). Vaspin is a serpin (serine protease inhibitor) that may inhibit proteases that degrade hypoglycemic molecules and anorexigenic factors. Thus, besides being associated with improved blood glucose, vaspin is also associated with lower food intake (7,8). Recently, Kempf et al. (9) observed in the MONICA/KORA study an association between the AA genotype and increased risk of T2D independently of obesity, and they have suggested that the vaspin gene may be responsible for impaired glucose metabolism. Hida et al. (6) detected high vaspin expression in visceral adipose tissue of obese OLETF rats, but vaspin concentrations and expression were reduced after the animals developed T2D. Nevertheless, vaspin concentrations and expression were normalized after rats were treated with insulin and hypoglycemic drugs. Treatment with recombinant vaspin improved glucose tolerance and insulin sensitivity, it altered the expression of genes involved in IR, and acutely reduced food intake (6,10). However, the mechanisms whereby vaspin may act on insulin sensitivity are not fully understood.

Despite the growing number of studies in this area, studies on humans, especially adolescents, are still lacking. Korner et al. (11) observed an inverse association between vaspin and insulin resistance in a case-control study with children and adolescents. In addition, the authors found reduced vaspin concentrations in obese adolescents with IR in an oral glucose load test. Lee et al. (12) reported that a seven-day intensive short-term lifestyle modification including physical activity significantly decreased vaspin levels by 39.3% and improved insulin resistance in overweight and obese adolescents. Adolescence is characterized by significant changes in body composition with pubertal stage, especially body fat percentage (%BF) (13), which may affect vaspin secretion and function. Moreover, physical activity can alter body composition and may also affect vaspin secretion and function. Physical activity has been favorably associated with cardiometabolic risk factors and the risk of developing metabolic syndrome in young adults (14), but the mechanisms by which physical activity acts on these risk factors are not yet fully understood, and available data show that improvement in insulin sensitivity is not fully explained by physical activity (15,16). Because adipose tissue and physical activity may both affect vaspin secretion affecting insulin sensitivity, the objective of the present study was to investigate

the association between vaspin concentrations and cardiovascular risk factors in adolescents with normal and high body fat percentage. Furthermore, we also examined the association between vaspin and insulin resistance and the influence of %BF, physical activity and pubertal stage on this association.

METHODS

STUDY POPULATION

This study evaluated data from 484 adolescents (235 boys and 249 girls) aged 10-14 years old (12 ± 1.4 years) who were enrolled in a 2006 cross-sectional population based study in urban area schools in the city of Ouro Preto (17). However 54 samples were not enough to determine vaspin concentration and 180 adolescents did not complete the protocol of physical activity. Informed consent was obtained from all individual participants or responsible for the adolescents included in the study.

VARIABLES MEASURED AND CUT-OFF POINTS

Body weight was measured on calibrated scales (TANITA® BF-542, Tanita Corporation of America, Arlington Heights, IL, USA) with 136 kg maximum capacity and accuracy to 0.2 kg. Adolescents were wearing light clothing, had an empty bladder, and were fasting for 12 hours. The height was evaluated using a WCS® portable stadiometer (Cardiomed, Curitiba, Brazil). The body mass index (BMI) was calculated as weight/height squared (kg/m^2). The waist circumference (WC) was measured at the midpoint between the last rib and the iliac crest, at expiration with the individual standing in the upright position (18). %BF was considered as an indicator of body composition and was estimated from measured tetrapolar bioelectrical impedance (BIA-T, Quantum II, RJL System). The cut-off values for high %BF recommended by William et al. (19) ($\geq 30\%$ for girls and $\geq 25\%$ for boys) were adopted to categorize the subjects for comparison with other studies. The systolic and diastolic blood pressure were performed using an OMRON 795CP oscillometric device (Omron Healthcare, Kyoto, Japan) with the subject seated with the left arm at heart level. The extraction of blood samples was performed after 12 hours of fasting by trained pharmaceutical and serum were stored at -80°C until analysis. The biochemical measurements were performed on stored serum and plasma: total cholesterol and fractions (HDL-c and LDL-c), triacylglycerols, glucose, fasting insulin and vaspin. Vaspin was determined at once in all samples after two years of storage without apparent defrost. According to the manufacturer, the kit is specific for the measurement of natural and recombinant human vaspin and reflects its actual concentration. The rest of analyses were done at once within six months from collection.

Vaspin concentration was measured using commercial kits for human diagnostic (AdipoGen®, Seoul, Korea) by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Due to the lack of vaspin cut-off

values, the population was categorized into sex-specific vaspin concentration quartiles. Insulin was measured by a chemiluminescence immunoassay using a commercial insulin kit and an ADVIA Centaur® analyzer (Siemens Medical Solutions Diagnostics, New York, USA). Insulin resistance was estimated using the homeostasis model of insulin resistance (HOMA-IR) (20) and considered as high when it was higher than > 3.16 , as proposed by Keskin et al. (21). Fasting glucose, triacylglycerols, total cholesterol, and HDL-c were analyzed using an enzymatic colorimetric assay with commercial kits (In Vitro Diagnostics, Itaboraí, Minas Gerais, Brazil).

Physical activity was assessed based on the Center for Disease Control and Prevention recommendations, which characterize as physically inactive individuals who practice less than 300 min of physical activity per week (22). The stage of sexual maturation was self-reported using Tanner stage ratings (23) to determine the stages for pubic hair, breasts, and genitalia development. The students were classified as prepubertal (Tanner stage PH1), pubertal (Tanner stage PH2-PH3), and post-pubertal (Tanner stage PH4-PH5).

STATISTICAL ANALYSES

As the vaspin concentration is related to body fatness, the clinical and biochemical characteristics of the adolescents are presented for all participants and also after categorization according to %BF. The Shapiro-Wilk test was performed to assess the assumption of normality distribution of all investigated variables. Because none of the variables followed a Gaussian distribution, including vaspin concentration, we used non-parametric tests. The Mann-Whitney U test and the Pearson's Chi-square (χ^2) test were used to compare continuous and categorical risk variables between %BF groups. The adolescents were categorized according to sex specific vaspin concentration quartiles. Logistic regression models were designed to determine the odds ratio (OR) for high HOMA-IR (≥ 3.16) in the different vaspin concentration quartiles, using the 4th quartile as reference, and adjusted for the confounding variables: sex, age, BMI, %BF, pubertal stage, and physical activity. Significant level was set at $p < 0.05$ in all analyses. Analyses were performed using STATA 9.0 (Statistical Software for Professionals) software (Stata Corporation, College Station, USA).

RESULTS

CLINICAL, BIOCHEMICAL AND LIFESTYLE VARIABLES

Selected characteristics of adolescents for the total population and according to %BF are shown in table I. As expected, BMI and WC were higher in adolescents with high %BF ($p < 0.05$). Similarly, cholesterol and LDL-C levels were also higher in the high %BF group ($p < 0.05$). There were no significant differences in vaspin, glucose, insulin, and HOMA-IR concentrations, as well

as in pubertal stages and physical activity level between the high and low %BF groups.

VASPIN AND RISK FACTORS

The Spearman correlation showed an association between vaspin and age ($r = 0.10$, $p = 0.03$), insulin ($r = 0.8$, $p \leq 0.001$), and HOMA-IR ($r = 0.16$, $p = 0.002$) in all adolescents (Table II). In the high %BF group, we found associations between vaspin and BMI ($r = 0.17$, $p = 0.018$), triacylglycerols ($r = 0.18$, $p = 0.014$), insulin ($r = 0.25$, $p = 0.001$), and HOMA-IR ($r = 0.23$, $p = 0.003$). We found no association between vaspin and the other variables analyzed.

VASPIN AND INSULIN RESISTANCE

Based on the association between vaspin and IR, we designed logistic regression models to assess the risk for developing IR in adolescents according to vaspin concentration quartiles. Adolescents in the 2nd (OR = 0.48, [95% CI = 0.27-0.88], $p = 0.017$) and 3rd (OR = 0.48, [95% CI = 0.26-0.87], $p = 0.015$) vaspin quartiles had a lower risk for developing IR compared to those in the 4th quartile (Table III).

In addition, when we adjusted the model for BMI (model A) and pubertal stage (model B), the association remained significant, indicating that the relationship between vaspin and the risk for IR is independent of BMI and pubertal stage. However, when we included physical activity in the model, the risk for IR changed and the association was no longer significant for adolescents in the 3rd vaspin quartile (OR = 0.57, [95% CI = 0.30-1.08], $p = 0.083$). A similar result was observed when we adjusted the model for %BF only, indicating that physical activity and %BF affect the association between vaspin concentration and IR in adolescents.

DISCUSSION

In the present study, we observed no differences in plasma vaspin concentrations among adolescents with normal and high %BF. The few studies with adolescents were done with obese subjects who were classified according to BMI, which complicates the comparison of our results with available data. We found no correlation between vaspin and BMI in the total sample of adolescents, unlike some studies conducted with adults (24-26). However, other studies with children, adolescents and adults also found no correlation between vaspin and BMI (11,27,28). On the other hand, we found a positive correlation between vaspin and %BF, indicating that this adipokine has a positive relationship with adiposity. Chang et al. (28) used computed tomography to evaluate the area of visceral adipose tissue in adults and observed a positive association between vaspin and adiposity, but no association between vaspin and BMI in individuals with reduced insulin sensitivity. These results suggest that using body fat measure-

Table I. Clinical and biochemical characteristics of the adolescents and according to body fat percentage

	Total (n = 484)	Normal %BF (n = 267)	High %BF (n = 217)	
	Median IQR ^a			p value
Age (years) n = 484	12.0 (11.0-13.0)	13.0 (11.0-14.0)	12.0 (11.0-13.0)	< 0.001 ^a
BMI (kg/m ²) n = 484	18.19 (16.67-20.47)	17.84 (16.50-19.31)	18.82 (16.99-22.83)	< 0.001
WC (cm) n = 480	64.0 (60.0-69.50)	63.5 (60.0-67.0)	65.0 (61.0-74.0)	< 0.001
SBP (mmHg) n = 473	104.3 (96.0-111.5)	103.0 (95.3-110.7)	106.0 (98.0-113.0)	0.017
DBP (mmHg) n = 473	64.0 (58.8-69.7)	64.0 (58.0-70.0)	64.0 (59.0-69.0)	0.511
%BF n = 453	15.60 (6.50-23.60)	13.55 (5.80-21.90)	18.80 (7.90-28.40)	< 0.001
Cholesterol (mg/dl) n = 479	157.0 (137.5-180.0)	152.0 (131.0- 173.7)	164.0 (140.5-187.0)	< 0.001
HDL-c (mg/dl) n = 479	56.7 (47.1-67.0)	57.0 (48.0-66.2)	55.8 (46.3-67.7)	0.884
LDL-c (mg/dl) n = 478	84.66 (66.30-103.27)	80.38 (62.79-98.05)	91.49 (70.31-110.31)	< 0.001
Triacylglycerols (mg/dl) n = 479	67.60 (51.25-89.70)	64.37 (52.25-84.38)	70.73 (50.62-96.10)	0.156
Glucose (mg/dl) n = 478	83.50 (78.46-89.80)	83.5 5 (78.77-89.25)	83.46 (78.13-89.89)	0.513
Insulin (μU/ml) n = 403	6.92 (4.89-10.43)	6.90 (4.96-9.97)	6.98 (4.72-10.63)	0.116
HOMA-IR n = 402	1.39 (0.99-2.17)	1.36 (1.04-2.05)	1.40 (0.95-2.18)	0.097
Vaspin (μg/ml) n = 430	0.55 (0.28-1.14)	0.65 (0.31-1.45)	0.48 (0.25-0.95)	0.201
	n (%)			p value ^b
Boys	235 (48.60)	105 (44.7)	130 (55.3)	< 0.001
Girls	249 (51.40)	162 (65.1)	87 (34.9)	
Physical activity (n = 304)				0.890
Physically active	102 (33.55)	55 (53.9)	47 (46.1)	
Physically inactive	202 (66.45)	144 (71.3)	58 (28.7)	
Pubertal stage (n = 480)				0.480
Pre-pubertal	224 (46.67)	122 (54.5)	102 (45.5)	
Pubertal	138 (28.75)	74 (53.6)	64 (46.4)	
Pos-pubertal	118 (24.58)	70 (59.3)	48 (40.7)	

%BF: Body fat percentage; BMI: Body mass index; DBP: Diastolic blood pressure; HDL-c: High-density lipoprotein; HOMA-IR: Homeostasis model assessment of insulin resistance; LDL-c: Low density lipoprotein; SBP: Systolic blood pressure; WC: Waist circumference. ^aData are given as median and interquartile range for non-parametric variables. Statistical significance was determined by U Man Whitney. ^bFor %BF, statistical significance was determined by Chi-square test. Number of subjects varies according to the data availability.

ments instead of BMI is more suitable for evaluating the role of adipokines in obesity and its associated changes.

We observed a positive correlation between vaspin and insulin, HOMA-IR, BMI, and triacylglycerols in adolescents with high %BF. Suleymanoglu et al. (29) also found a positive correlation between vaspin concentrations and the same variables above in obese adolescents, but not in normal ones. We believe that high plasma vaspin concentrations may be an early compensatory response to increased IR with increasing %BF. Li et al. (30) conducted a clinical trial examining short-term continuous subcutaneous insulin infusion and observed a reduction in plasma vaspin in patients with T2D concomitant with reduction in insulin resistance.

The changes in body composition, especially fat distribution, that occur during adolescence render this period critical in initiating or aggravating obesity, because this stage of development

is also associated with changes in dietary pattern such as greater intake of high-calorie foods and decreased physical activity (31,32).

The results of the multiple logistic regression analyses showed that the risk for developing IR was approximately 52% lower for individuals in the 2nd and 3rd quartiles compared to those in the 4th quartile. Moreover, adjustment for sex, age, BMI, and pubertal stage did not affect this association (Table III, models A and B). However, when we adjusted the model for physical activity or %BF instead of BMI (Table III, models C and D), the association was no longer significant for individuals in the 3rd quartile, but still significant for those in the 2nd quartile, suggesting a non-linear relationship between vaspin and IR. Thus, the protective role of vaspin for IR would be modulated by physical activity or %BF. Similarly as observed in OLEF rats, vaspin concentration seems

Table II. Correlation of plasma vaspin with risk variables according to body fat percentage

Variables	Total		Normal %BF		High %BF	
	<i>R</i>	<i>p</i> ^a	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age (years)	0.10	0.031	0.06	0.336	0.07	0.355
BMI (kg/m ²)	0.08	0.087	0.07	0.288	0.17	0.018
WC (cm)	0.05	0.343	0.06	0.374	0.10	0.157
SBP (mmHg)	0.01	0.899	-0.01	0.878	0.06	0.404
DBP (mmHg)	0.06	0.227	0.06	0.485	0.10	0.186
%BF	0.13	0.010	0.15	0.022	0.15	0.041
Cholesterol (mg/dl)	0.01	0.836	-0.01	0.865	0.10	0.178
HDL-c (mg/dl)	-0.02	0.672	0.04	0.590	-0.10	0.169
LDL-c (mg/dl)	0.02	0.702	0.00	0.999	0.11	0.126
Triacylglycerols (mg/dl)	0.06	0.231	-0.03	0.620	0.18	0.014
Glucose (mg/dl)	-0.05	0.347	-0.03	0.687	-0.05	0.456
Insulin (μU/ml)	0.18	< 0.001	0.14	0.052	0.25	< 0.001
HOMA-IR	0.16	0.002	0.12	0.085	0.23	0.003

%BF: Body fat percentage; BMI: Body mass index; DBP: Diastolic blood pressure; HDL-c: High-density lipoprotein; HOMA-IR: Homeostasis model assessment of insulin resistance; LDL-c: Low density lipoprotein; SBP: Systolic blood pressure; WC: Waist circumference. ^aSpearman's correlation analysis for vaspin plasma levels, *n* = 430.

Table III. Crude and adjusted odds ratio and 95% CI for insulin resistance according to vaspin quartiles^a

		Quartiles vaspin (μg/mL)			
		<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>	<i>Q4</i>
		($\leq 0.24\text{♂}$ & 0.35♀)	($0.25\text{-}0.46\text{♂}$ & $0.36\text{-}0.65\text{♀}$)	($0.47\text{-}0.86\text{♂}$ & $0.66\text{-}1.49\text{♀}$)	($\geq 0.87\text{♂}$ & $\geq 1.50\text{♀}$)
Crude ^b	OR	0.84	0.48	0.48	1
	95% CI	0.49-1.44	0.27-0.88	0.26-0.87	Ref.
	<i>p</i>	0.520	0.017	0.015	-
Model A	OR	0.84	0.43	0.46	1
	95% CI	0.49-1.46	0.23-0.80	0.25-0.84	Ref.
	<i>p</i>	0.540	0.008	0.012	-
Model B	OR	0.84	0.43	0.46	1
	95%CI	0.48-1.46	0.23-0.80	0.25-0.85	Ref.
	<i>p</i>	0.537	0.008	0.014	-
Model C	OR	1.07	0.49	0.57	1
	95% CI	0.60-1.91	0.26-0.95	0.30-1.08	Ref.
	<i>p</i>	0.814	0.033	0.083	-
Model D	OR	0.95	0.51	0.59	1
	95% CI	0.53-1.72	0.26-0.97	0.31-1.11	Ref.
	<i>p</i>	0.880	0.039	0.102	-

^aInsulin resistance considered when HOMA-IR ≥ 3.16 . ^bModel A: Age, sex e BMI; Model B: Age, sex, BMI and puberty stage; Model C: Age, sex, BMI, puberty stage and physical activity; Model D: Age, sex and %BF.

to increase in adolescents with %BF until IR onset and after that its concentration decays while insulin concentration increases.

Similar non-linear relationship would occur with the effect of physical activity on the relationship between vaspin and IR.

Lee et al. (12) reported that vaspin concentrations inversely correlated with fasting insulin and HOMA-IR in obese adolescents. After a lifestyle modification program including physical activity, adolescents showed a modification of this correlation with a reduction of approximately 40% in vaspin concentrations with an improvement of HOMA-IR, although Martos-Moreno et al. (33) found no changes in vaspin concentrations in prepubertal children after a physical activity program for BMI reduction. Youn et al. (24) studied adults with normal and impaired glucose tolerance and T2D and found no association between vaspin and anthropometric or metabolic parameters, but after four weeks of physical training, the authors observed that circulating vaspin concentration increased significantly with concomitant reduction in BMI and reduction in insulin resistance. These results and ours suggest a role for physical activity in vaspin secretion and its effects on IR.

However, vaspin behavior after lifestyle modification and vaspin role in insulin sensitivity in combination with physical activity remains unclear. Moreover, it is still unclear whether vaspin modulates improved insulin sensitivity in combination with physical activity or if it is modulated by the altered body fat after a physical activity program. Our study was not designed to clarify this association, and further studies are needed to determine the role of vaspin in this relationship.

Because this is a cross-sectional study, we cannot conclude whether vaspin is acting directly on IR, because the alteration of insulin metabolism may also be the factor affecting vaspin concentrations. Nevertheless, this is an original study that provides evidence that the association between vaspin and IR is mediated by physical activity in adolescents. An additional strength of our study is the fair number of adolescents with several confounds variables available.

Taken together, the results of our study and other studies suggest that vaspin plays an important role in the metabolic changes associated with obesity or that it is, at least, a biomarker for these changes in adolescents. In conclusion, we showed that some risk factors associated with insulin-glucose metabolism are altered in adolescents with high %BF and correlate positively with vaspin concentrations. Even though the association between vaspin and IR remains unknown, increased vaspin concentrations are a protective factor for IR, independently of BMI and pubertal stage, and are highly influenced by body fat and physical activity in these adolescents.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil (no. 0017.238.000-05). We thank Professor Roney Luiz de Carvalho Nicolato, Cássio Zumerle Masioli, and Camila Guimarães Santiago for their help with laboratory measurements.

This study was supported by grants from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and Federal University of Ouro Preto, Brazil.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

In accordance with the principles of the 1964 Helsinki declaration, those responsible for the adolescents provided written informed consent to participate after a clear explanation of the study protocol. The study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil (no. 0017.238.000-05).

REFERENCES

1. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease (syndrome X): An expanded definition. *Ann Rev Med* 1993;44:121-31.
2. Ten S, Maclaren N. Insulin resistance syndrome in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89(6):2526-39.
3. Brambilla P, Lissau I, Flodmark CE, Moreno LA, Widhalm K, Wabitsch M, et al. Metabolic risk-factor clustering estimation in children: To draw a line across pediatric metabolic syndrome. *Int J Obes* 2007;31(4):591-600.
4. Antuna-Puente B, Fève B, Fellahi S, Bastard JP. Adipokines: The missing link between insulin resistance and obesity. *Diabetes Metab* 2008;34(1):2-11.
5. Wada J. Vaspin: A novel serpin with insulin-sensitizing effects. *Expert Opin Investig Drugs* 2008;17(13):327-33.
6. Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, et al. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: A unique insulin-sensitizing adipocytokine in obesity. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005;26;102(30):10610.
7. Silverman GA, Bird PI, Carrell RW, Church FC, Coughlin PB, Gettins PG, et al. The serpins are an expanding superfamily of structurally similar but functionally diverse proteins. Evolution, mechanism of inhibition, novel functions, and a revised nomenclature. *J Biol Chem* 2001;276:33293-6.
8. Blüher M. Vaspin in obesity and diabetes: Pathophysiological and clinical significance. *Endocrine* 2012;41(2):176-82.
9. Kempf K, Rose B, Illig T, Rathmann W, Strassburger K, Thorand B, et al. (SER-PINA12) Genotypes and risk of type 2 diabetes: Results from the MONICA/KORA studies. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2010;118(3):184-9.
10. Kloting N, Kovacs P, Kern M, Heiker JT, Fasshauer M, Schon MR, et al. Central vaspin administration acutely reduces food intake and has sustained blood glucose-lowering effects. *Diabetologia* 2011;54(7):1819-23.
11. Korner A, Neef M, Friebe D, Erbs S, Kratzsch J, Ditttrich K, et al. Vaspin is related to gender, puberty and deteriorating insulin sensitivity in children. *Int J Obes* 2011;35(4):578.
12. Lee MK, Jekal Y, Im JA, Kim E, Lee SH, Park JH, et al. Reduced serum vaspin concentrations in obese children following short-term intensive lifestyle modification. *Clin Chim Acta* 2010; 411(5-6):381-5.
13. Siervogel RM, Maynard LM, Wisemandle WA, Roche AF, Guo SS, Chumlea WC, et al. Annual changes in total body fat (TBF) and fat free mass (FFM) in children from 8 to 18 years in relation to changes in body mass index (BMI). The Fels Longitudinal Study. *Ann NY Acad Sci* 2000;904:420-3.
14. Van Mechelen W, Twisk JW, Post GB, Snel J, Kemper H. Physical activity of young people the Amsterdam Longitudinal Growth and Health Study. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1610-6.
15. Platat C, Wagner A, Klumpp T, Schweitzer B, Simon C. Relationships of physical activity with metabolic syndrome features and low-grade inflammation in adolescents. *Diabetologia* 2006;49(9):2078-85.
16. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:2548-56.
17. Candido AP, Benedetto R, Castro AP, Carmo JS, Nicolato RL, Nascimento-Neto RM, et al. Cardiovascular risk factors in children and adolescents living in an urban area of Southeast of Brazil: Ouro Preto Study. *Eur J Pediatr* 2009;168(11):1373-82.
18. World Health Organization. WHO Expert Committee on Physical Status: The use and interpretation of anthropometry physical status. Geneva: WHO Technical Report Series; 1995.
19. William DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 1992;82(3):358-63.
20. 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.
21. Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazici C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115(4):500-3.
 22. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: A report of the surgeon general. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 1996.
 23. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962. p. 28-39:326.
 24. Youn BS, Klötting N, Kratzsch J, Lee N, Park JW, Song ES, et al. Serum vaspin concentrations in human obesity and type 2 diabetes. *Diabetes* 2008;57:372-7.
 25. Cho JK, Han TK, Kang HS. Combined effects of body mass index and cardio/respiratory fitness on serum vaspin concentrations in Korean young men. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:347-53.
 26. Seeger J, Ziegelmeier M, Bachmann A, Lössner U, Kratzsch J, Blüher M, et al. Serum levels of the adipokine vaspin in relation to metabolic and renal parameters. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93:247-51.
 27. Aust G, Richter O, Rohm S, Kerner C, Hauss J, Klötting N, et al. Vaspin serum concentrations in patients with carotid stenosis. *Atherosclerosis* 2009;204:262-6.
 28. Chang HM, Park HS, Park CY, Song YS, Jang YJ. Association between serum vaspin concentrations and visceral adipose tissue in Korean subjects. *Metab* 2010;59 (9):1276-81.
 29. Suleymanoglu S, Tascilar E, Pirgon O, Tapan S, Meral C, Abaci A. Vaspin and its correlation with insulin sensitivity indices in obese children. *Diabetes Res Clin Pract* 2009;84(3):325-8.
 30. Li K, Li L, Yang M, Liu H, Liu D, Yang H, et al. Short-term continuous subcutaneous insulin infusion decreases the plasma vaspin levels in patients with type 2 diabetes mellitus concomitant with improvement in insulin sensitivity. *Eur J Endocrinol* 2011;164(6):905-10.
 31. Bray GA, Popkin BM. Dietary fat intake does affect obesity. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1157-73.
 32. Gortmaker SL, Must A, Sobol AM, Peterson K, Golditz GA, Dietz WH. Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996;150:356-62.
 33. Martos-Moreno GA, Kratzsch J, Komer A, Barrios V, Hawkins F, Kiess W, et al. Serum visfatin and vaspin levels in prepubertal children: Effect of obesity and weight loss after behavior modifications on their secretion and relationship with glucose metabolism. *Int J Obes* 2011;35(10):1355-62.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Validez y fiabilidad del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad

Validity and reliability of physical activity enjoyment scale questionnaire (PACES) in adolescents with overweight and obesity

Pedro Ángel Latorre-Román¹, Emilio José Martínez-López¹, Alberto Ruiz-Ariza¹, Tomás Izquierdo-Rus², Jesús Salas-Sánchez³ y Felipe García-Pinillos¹

¹Departamento de Didáctica de Expresión Corporal. Universidad de Jaén. Jaén, España. ²Universidad de Murcia. Murcia, España. ³Universidad Autónoma de Chile. Chile

Resumen

Objetivo: el objetivo de este estudio es evaluar las propiedades psicométricas del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad.

Métodos: participaron 139 adolescentes con sobrepeso y obesidad: 91 niñas (edad = 13,85 ± 1,92 años; índice de masa corporal [IMC] = 26,83 ± 3,16 kg/m²) y 48 niños (edad = 14,29 ± 1,62 años; IMC = 28,31 ± 3,74 kg/m²). Para analizar el disfrute por la actividad física se empleó el cuestionario Physical Activity Enjoyment Scale (PACES).

Resultados: los resultados del análisis factorial exploratorio y confirmatorio han mostrado una estructura de dos factores; a su vez el PACES presenta una consistencia interna muy alta (alfa de Cronbach = 0,908). La fiabilidad test-retest indica una buena concordancia temporal (Spearman rho = 0,815, p < 0,001). Por último, el PACES en adolescentes con sobrepeso y obesidad manifiesta una validez convergente adecuada con la intencionalidad de ser activo (MIFA), la atracción por la actividad física (CAPA), la resistencia cardiorrespiratoria y los pliegues supra-ilíaco y subescapular.

Conclusión: los resultados confirman que el PACES es una medida válida y fiable del disfrute por la actividad física en adolescentes con sobrepeso y obesidad. El disfrute por la actividad física puede ser relevante en la participación de los adolescentes con sobrepeso y obesidad en estas actividades.

Palabras clave:

Disfrute. Actividad física. Adolescentes. Sobrepeso. Obesidad.

Abstract

Objective: The aim of this study is to test the psychometric properties of the Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) in adolescents with overweight and obese.

Methods: Participants included 139 overweight and obese adolescents, 91 girls (age = 13.85 ± 1.92 years; body mass index [BMI] = 26.83 ± 3.16 kg/m²) and 48 children (age = 14.29 ± 1.62 years; BMI = 28.31 ± 3.74 kg/m²). To test the enjoyment of physical activity, Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) was used.

Results: The results of the exploratory and confirmatory factor analysis showed a two-factor structure, also, the PACES showed a very high internal consistency (Cronbach's alpha = 0.908). The test-retest reliability indicates a good temporary agreement (Spearman rho = 0.815, p < 0.001). Finally, the PACES in adolescents with overweight and obesity showed adequate convergent validity with Intention to be Physically Active (MIFA), the Attraction to Physical Activity (CAPA), cardiorespiratory endurance, subscapularis and suprailliac skin-fold.

Conclusion: The findings confirm that PACES is a valid and reliable measure of physical activity enjoyment in adolescents with overweight and obesity. The physical activity enjoyment may be relevant in the participation of adolescents with overweight and obesity in these activities.

Key words:

Enjoyment. Physical activity. Adolescents. Overweight. Obesity.

Recibido: 8/10/2015
Aceptado: 02/11/2015

Latorre-Román PÁ, Martínez-López EJ, Ruiz-Ariza A, Izquierdo-Rus T, Salas-Sánchez J, García-Pinillos F. Validez y fiabilidad del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad. Nutr Hosp 2016;33:595-601

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.266>

Correspondencia:

Jesús Salas Sánchez.
Plaza de la Coronación, n.º4.
23480 Quesada, Jaén
e-mail: salas644@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad son un importante problema de salud pública. En el grupo de edad de 8 a 17 años, en 2012, la prevalencia de sobrepeso era del 26% y la de obesidad del 12,6%; 4 de cada 10 jóvenes sufren exceso de peso (1). La actividad física (AF) es útil en el control y prevención del sobrepeso y la obesidad (2,3). Además, los niveles de AF son menores en los niños con sobrepeso (4).

Determinantes psicológicos de participación en la AF incluyen: la confianza en la propia capacidad para participar en el ejercicio (autoeficacia), la percepción de competencia física o deportiva, tener una actitud positiva hacia la AF, el disfrute de la AF y la percepción de los beneficios de una AF (5). El disfrute por la AF se define como un estado afectivo positivo, ya sea cognitivo o fisiológico, que implica sentimientos de placer y diversión asociados con la realización o el cumplimiento de actividades físicas (6). El disfrute es a menudo citado como un correlato importante o predictor de la participación en la AF y se incluye en muchos modelos de promoción de la salud y en las teorías de motivación (7,8).

Los niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad suelen ser objeto de burlas, muchas de ellas durante la práctica de actividad físico-deportiva. Así lo señalan DeSmet y cols. (2014) (9) al considerar que numerosos estudios han demostrado que los adolescentes obesos son especialmente propensos a ser intimidados y victimizados entre iguales, con diferentes consecuencias negativas, una de las cuales es la disminución de la motivación intrínseca y el disfrute por la actividad físico-deportiva. Del mismo modo, Faith y cols. (2000) (10) destacan que los niños que son el blanco de las críticas por su peso durante la AF mostraron menor disfrute en el deporte y reportaron niveles más bajos de AF. Además, los niños obesos son descritos por sus compañeros como menos atractivos físicamente, menos atléticos, más enfermizos, cansados y ausentes de la escuela; ser visto como menos atractivo y menos deportivo es un elemento crucial en la aceptación por los pares de iguales (11). Teniendo en cuenta estas circunstancias, la motivación y el disfrute hacia la práctica físico-deportiva puede verse comprometida en niños con sobrepeso y obesidad.

Por otro lado, las niñas con peso normal disfrutaban de la participación en la AF vigorosa más que las niñas con sobrepeso y obesidad (12). Esta circunstancia puede deberse al nivel de competencia percibida. Investigaciones previas han puesto de manifiesto que la competencia física percibida está ligada al disfrute en la educación física (13) y existe evidencia de una asociación positiva entre la autoeficacia y la AF (14). Los niños obesos que tienen una mayor competencia de habilidades motoras pueden ser más propensos a ser activos físicamente (15). En general, los niños que son más activos son aquellos que disfrutaban del deporte, tienen confianza en su capacidad de ser físicamente activos y se sienten competentes; además, percibirán menos barreras para la AF y tendrán más probabilidades de disfrutar de la misma (16,17).

En este sentido, las emociones negativas son un predictor importante en el estudio de los sujetos que no participan regularmente en actividades físicas (17,18). Pasadas experiencias negativas con el ejercicio físico pueden resultar en percepciones

desagradables para la participación en la AF, lo que lleva a un círculo vicioso de hábitos sedentarios (19).

Un número importante de escalas se han desarrollado y utilizado para cuantificar el disfrute por la AF, pero la mayoría carecen de suficiente evidencia de validez (17). Destacamos las escalas desarrolladas por Kendzierski y DeCarlo (1991) (20) y Motl y cols. (2001) (21). Además, aún no se han comprobado las propiedades psicométricas de estas escalas en poblaciones específicas como jóvenes obesos.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio es evaluar las propiedades psicométricas del cuestionario de disfrute por el ejercicio físico (PACES) en adolescentes con sobrepeso y obesidad.

MÉTODOS

PARTICIPANTES

En este estudio participaron 139 adolescentes con sobrepeso y obesidad, 91 niñas (edad = $13,85 \pm 1,92$ años; índice de masa corporal [IMC] = $26,83 \pm 3,16$ kg/m²) y 48 niños (edad = $14,29 \pm 1,62$ años; IMC = $28,31 \pm 3,74$ kg/m²). Todos los sujetos pertenecían a diferentes centros educativos de la provincia de Jaén. Los padres de los jóvenes completaron un consentimiento informado. El estudio se realizó en cumplimiento de las normas de la Declaración de Helsinki (versión 2013). El consentimiento informado y el estudio fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Universidad de Jaén.

MATERIALES Y PRUEBAS

El disfrute por la AF se evaluó por medio de la Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) de Motl y cols. (2001) (21), en su versión española (22). Esta escala consta de 16 ítems, precedidos de la frase: "Cuando estoy activo...", y evalúa el disfrute del más alto nivel (por ejemplo, "me gusta", "es muy emocionante", "me resulta agradable") hasta el más bajo (por ejemplo, "estoy aburrido", "no me gusta", "me frustra"). Las respuestas fueron recogidas en una escala Likert entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

Para conocer el nivel de atracción hacia la AF se empleó el Children's Attraction to Physical Activity Questionnaire (CAPA) (23). Para este estudio se empleó la versión de 4 dimensiones que incluía solo 18 ítems de los 25 originales, después de dejar excluidos los ítems negativos (versión recomendada por Rose y cols., 2009) (24). La estructura factorial es la siguiente: factor 1: disfrute con la AF y deportes (4 ítems, p. ej., "desearía poder practicar más juegos y deportes"); factor 2: disfrute con la AF (5 ítems, p. ej., "disfruto con la práctica de ejercicio físico"); factor 3: disfrute con la AF vigorosa (5 ítems, p. ej., "creo que me sentiré realmen-

te bien después de una práctica deportiva intensa”), y factor 4: importancia del ejercicio físico (4 ítems, p. ej., “creo que es muy importante mantener una buena forma física”). Las respuestas se puntúan mediante una escala tipo Likert cuyos valores oscilan desde 1 (nunca) hasta 5 (siempre).

La intencionalidad de ser activo se analizó mediante el *Intention to be Physically Active* (MIFA) (25), en su versión española (26). Está compuesta por 5 ítems que miden la intención del sujeto de ser físicamente activo, precedidos de una frase como “Respecto a tu intención de practicar actividad físico-deportiva...”. Las respuestas corresponden a una escala tipo Likert que oscila de 1 a 5, donde 1 corresponde a totalmente en desacuerdo y 5 a totalmente de acuerdo.

Los parámetros antropométricos analizados fueron la altura (cm), medida con un tallímetro (Seca 222, Hamburgo, Alemania). El peso (kg) se registró con una báscula Seca 634 (Hamburgo, Alemania). El IMC se obtuvo a partir de la ecuación: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura (m)}^2$. Se tuvieron en cuenta los percentiles 85 y 95 de Sobradillo y cols. (2004) (27) como punto de corte para clasificar a los niños con sobrepeso y obesidad, respectivamente, en relación con el IMC. Además, se registró el contorno del abdomen, que se midió a nivel de la cicatriz umbilical. Se usó una cinta ergonómica Seca 201. Por otro lado, los siguientes pliegues cutáneos: tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco se midieron, por triplicado, con un plicómetro Holtain Skinfold Caliper (Holtain Ltd., Dyfed, Reino Unido). Las mediciones se realizaron siguiendo las normas estandarizadas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Marfell-Jones y cols., 2006) (28).

Para la evaluación de la resistencia aeróbica se utilizó el Test de Course Navette de Léger, Mercier, Gadoury y Lambert (1988) (29), donde el sujeto va desplazándose de un punto a otro situado a 20 metros de distancia y realizando un cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. Se registraron el número de periodos realizados.

PROCEDIMIENTO

Después de conseguir la autorización de los centros y el consentimiento informado de los padres se procedió a la aplicación de las diferentes pruebas en dos días consecutivos en las instalaciones de los centros. El primer día se registraron los parámetros antropométricos y la resistencia cardiorrespiratoria, y el segundo día se aplicaron los diferentes cuestionarios en las aulas de los centros; investigadores de este estudio aclararon las dudas y se respetó la confidencialidad y el anonimato de las respuestas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el programa SPSS, v. 19.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, EE. UU.) y el nivel de signifi-

cación se fijó en $p < 0,05$. Se realizó un análisis factorial de componentes principales. La consistencia interna de las PACES se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. La fiabilidad test-retest se realizó mediante el coeficiente de correlación de Spearman con un total de 32 participantes; entre el pre-test y el post-test hubo un intervalo de 20 días. La validez convergente se analizó mediante la correlación de Spearman entre la puntuación total PACES y los cuestionarios MIFA, CAPA y las medidas de IMC, circunferencia de abdomen, pliegues grasos y resistencia cardiorrespiratoria. Se utilizó el programa estadístico AMOS, versión 19, para comprobar la estructura factorial de la escala (análisis factorial confirmatorio).

RESULTADOS

ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO PARA EL PACES

El índice KMO alcanza un valor de 0,915 y la prueba de esfericidad de Bartlett de 1.312,127 ($p < 0,001$). El análisis de componentes principales y rotación Varimax mostró la convergencia de dos factores que explican un 60,301% de la varianza, el primer factor un 45,890% y el segundo un 14,410 %. Los ítems fueron configurados según el grado de saturación en cada factor, como se muestra en la tabla I.

ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO

Los resultados han confirmado la estructura factorial que se había obtenido en el análisis exploratorio. Esta estructura apoya el modelo de dos factores como característicos del cuestionario PACES en niños con sobrepeso y obesidad. Los índices de ajuste del modelo mostraron valores aceptables (Tabla II) y la correlación entre los dos factores es de 0,460 (Fig. 1).

CONSISTENCIA INTERNA

El análisis de consistencia interna permite obtener un valor alfa de Cronbach de 0,908. La correlación ítems con el total de la escala era óptima con el valor más bajo de $\rho = 0,312$ (ítem 14: me proporciona fuertes sentimientos) y el mayor valor de $\rho = 0,787$ (ítem 8: es muy agradable). No hay mejora relevante en la consistencia interna al eliminar cualquier ítem (Tabla III). El primer factor alcanza valor alfa de Cronbach de 0,886 y 0,861 para el segundo factor.

FIABILIDAD TEST-RETEST

La tabla IV muestra los resultados del test-retest en el cuestionario PACES. Se logran correlaciones significativas ($p < 0,001$) en todos los ítems y en la puntuación global del PACES.

Tabla I. Análisis factorial exploratorio

Ítems	Disfrute con el ejercicio físico	Aburrimiento con el ejercicio físico
1. Disfruto	0,783	
2. Me aburro		0,674
3. No me gusta		0,739
4. Lo encuentro agradable	0,693	
5. De ninguna manera es divertido		0,418
6. Me da energía	0,706	
7. Me deprime		0,879
8. Es muy agradable	0,738	
9. Mi cuerpo se siente bien	0,702	
10. Obtengo algo extra	0,700	
11. Es muy excitante	0,704	
12. Me frustra		0,863
13. De ninguna manera es interesante		0,242
14. Me proporciona fuertes sentimientos	0,487	
15. Me siento bien	0,791	
16. Pienso que debería estar haciendo otra cosa		0,738

Tabla II. Índices de ajuste para el PACES

X ²	gl	CFI	IFI	RMSA
338,360	103	0,812	0,815	0,129

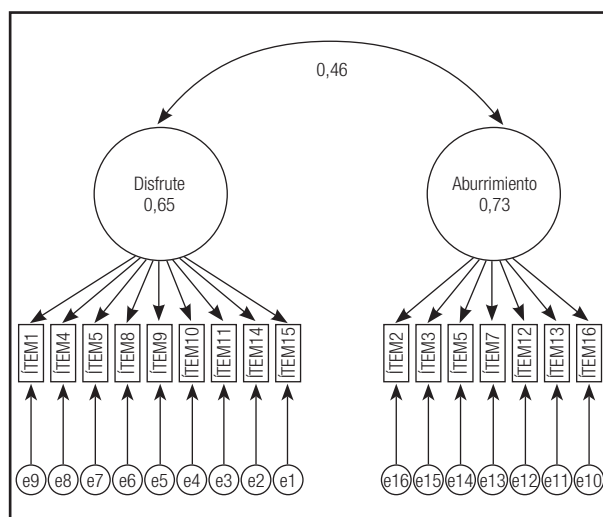
CFI: índice de bondad de ajuste comparado; IFI: índice de ajuste incremental.

VALIDEZ CONVERGENTE

La tabla V muestra la validez convergente del PACES con los cuestionarios MIFA, CAPA, los diferentes parámetros antropométricos y la resistencia cardiorrespiratoria. El PACES presenta una correlación significativa ($p < 0,05$) con el MIFA y con todas las dimensiones del cuestionario CAPA. Hay que destacar igualmente una correlación significativa positiva con la resistencia cardiorrespiratoria y negativa con los pliegues suprailiaco y subescapular.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comprobar las propiedades psicométricas del cuestionario PACES como un instrumento para evaluar el disfrute por la AF de los niños con sobrepeso y obesidad. Los resultados han mostrado una estructura de dos factores. También se ha proporcionado previamente la evidencia de validez de constructo y validez discriminante (22,30,31). El PACES tiene una estructura factorial estable en relación con la cultura, la raza, la edad y el sexo (6,21,31). El análisis factorial produce dos factores o

**Figura 1.**

Raíz cuadrada de media del error de aproximación.

elementos redactados positivamente cargados en un factor y negativamente formulados en otro factor. Estos resultados corroboran el mejor ajuste a la versión de dos factores de Molt y cols. (2001) (21). Sin embargo, estos resultados no coinciden con la estructura unifactorial de la versión española en personas de 12 a 54 años de edad (22). Del mismo modo, Hales (2005) (6) encontró una estructura unifactorial para los adolescentes. Sin embargo, Moore y cols. (2009) (31) confirman que el modelo de dos factores tiene índices

Tabla III. Correlación de los ítems con el total de la escala

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
1. Disfruto	59,72	121,513	0,670	0,898
2. Me aburro	60,27	120,915	0,543	0,901
3. No me gusta	60,07	119,353	0,623	0,898
4. Lo encuentro agradable	60,06	119,391	0,625	0,898
5. De ninguna manera es divertido	59,79	119,401	0,779	0,894
6. Me da energía	59,89	119,161	0,675	0,897
7. Me deprime	59,77	120,205	0,554	0,901
8. Es muy agradable	60,02	117,135	0,787	0,893
9. Mi cuerpo se siente bien	59,90	125,571	0,465	0,903
10. Obtengo algo extra	60,15	119,188	0,625	0,898
11. Es muy excitante	60,56	121,533	0,514	0,902
12. Me frustra	60,11	118,074	0,534	0,902
13. De ninguna manera es interesante	60,11	120,938	0,594	0,899
14. Me proporciona fuertes sentimientos	60,71	126,259	0,312	0,909
15. Me siento bien	59,82	119,682	0,726	0,896
16. Pienso que debería estar haciendo otra cosa	60,15	122,102	0,450	0,905

Tabla IV. Fiabilidad test-retest del PACES

	Pretest media (DT)	Postest media (DT)	Rho Spearman
1. Disfruto	4,12 (0,90)	4,09 (1,05)	0,932***
2. Me aburro	2,03 (1,33)	2,03 (1,30)	0,991***
3. No me gusta	1,93 (1,18)	1,93 (1,34)	0,930***
4. Lo encuentro agradable	3,56 (1,10)	3,43 (1,21)	0,943***
5. De ninguna manera es divertido	2,00 (1,27)	1,96 (1,20)	0,823***
6. Me da energía	4,09 (0,81)	4,03 (0,96)	0,803***
7. Me deprime	1,71 (1,05)	1,81 (1,02)	0,781***
8. Es muy agradable	3,78 (1,06)	3,71 (1,08)	0,926***
9. Mi cuerpo se siente bien	4,15 (0,80)	4,00 (0,95)	0,674***
10. Obtengo algo extra	3,56 (1,24)	3,56 (1,26)	0,906***
11. Es muy excitante	3,37 (1,31)	3,28 (1,19)	0,750***
12. Me frustra	1,93 (1,18)	1,90 (1,17)	0,933***
13. De ninguna manera es interesante	1,78 (1,06)	1,87 (1,21)	0,788***
14. Me proporciona fuertes sentimientos	2,84 (1,22)	3,06 (1,24)	0,749***
15. Me siento bien	4,18 (1,14)	4,12 (1,09)	0,952***
16. Pienso que debería estar haciendo otra cosa	2,21 (1,06)	2,21 (1,23)	0,827***
PACES total	2,95 (0,25)	2,94 (0,33)	0,815***

DT: desviación típica; *** $p < 0,001$.

Tabla V. Validez convergente entre el PACES, MIFA, CAPA, resistencia cardiorrespiratoria, IMC, perímetro de cintura y pliegues grasos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
PACES total (A)	1	0,533**	0,553**	0,599**	0,518**	0,500**	0,312**	-0,123	-0,172	-0,157	-0,138	-0,202*	-0,197*
Intención de ser activo (B)		1	0,582**	0,580**	0,591**	0,641**	0,306**	-0,140	-0,105	-0,193*	-0,185*	-0,304**	-0,266**
Disfrute con juegos y deportes (C)			1	0,722**	0,712**	0,763**	0,273**	-0,133	-0,143	-0,021	-0,051	-0,128	-0,195*
Disfrute con la AF (D)				1	0,783**	0,815**	0,265**	-0,076	-0,107	-0,003	-0,055	-0,092	-0,063
Disfrute con la AF vigorosa (E)					1	0,778**	0,329**	-0,022	0,008	-0,064	-0,154	-0,070	-0,062
Importancia del ejercicio físico (F)						1	0,262**	-0,072	-0,044	0,012	-0,041	-0,070	-0,085
Course Navette (G)							1	-0,081	-0,039	-0,361**	-0,399**	-0,455**	-0,268**
IMC (H)								1	0,684**	0,487**	0,366**	0,493**	0,625**
Perímetro de cintura (I)									1	0,203*	0,105	0,403**	0,389**
Tríceps (J)										1	0,687**	0,562**	0,615**
Bíceps (K)											1	0,531**	0,524**
Suprailíaco (L)												1	0,715**
Subescapular (M)													1

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

de mejor ajuste que el modelo de un factor en los niños. A su vez, en estudios anteriores con niños (21,31) los resultados del análisis factorial confirmatorio muestran una estructura de dos factores.

Por otro lado, la consistencia interna del PACES fue muy alta y similar a otros estudios previos (20,31). La fiabilidad test-retest del PACES indica una buena consistencia temporal. Además, el PACES presenta una adecuada validez convergente con la escala MIFA, CAPA, la resistencia cardiorrespiratoria y los pliegues suprailíaco y subescapular. En este sentido, Davison y cols. (2007) (32) muestran que el PACES presenta correlaciones significativas con la competencia atlética y la AF autorreportada. Del mismo modo, Moore y cols. (2009) (31) indican que el PACES presenta correlaciones significativas con la competencia percibida, el aspecto físico y la AF autorreportada en niños.

Aunque las propiedades psicométricas del PACES en los niños con sobrepeso y obesidad son adecuadas, una de las limitaciones de este estudio es que no se diferencia el análisis factorial por sexo. Según Moore y cols. (2009) (31), la carga factorial es diferente en niños sanos, por lo que la comparación del disfrute por la AF entre los sexos puede no ser apropiada. Los intereses y motivaciones de los niños hacia la AF pueden ser diferentes, como se ha demostrado en diversos estudios (33,34). Esto podría afectar a la estructura factorial y la validez concurrente, como Moore y cols. (2009) (31) sugirieron. Las investigaciones futuras deberían aclarar esta posibilidad.

A modo de conclusión, el PACES es un instrumento válido y fiable para medir el disfrute por la AF en niños con sobrepeso y obesidad. Este instrumento puede ser utilizado para analizar la eficacia de los programas de actividades físico-deportivas en los niños con sobrepeso y obesidad, en el sentido de garantizar una adherencia adecuada a la AF, que es muy relevante en el tratamiento del sobrepeso y obesidad. Podría permitir la detección rápida de aquellos niños en riesgo de abandonar prematuramente la práctica físico-deportiva en la transición de la niñez a la adolescencia, donde existe un abandono considerable de dicha práctica (34) debido, entre otros factores, a la falta de diversión (35), que puede ser agravada por las condiciones de sobrepeso y obesidad. Por tanto, el disfrute por las AF puede ser relevante en la participación de los niños con sobrepeso y obesidad en estas actividades. Así, como señalan Yeh y cols. (2015) (36), es crucial aumentar el disfrute y la motivación para participar en la AF de los niños con sobrepeso y obesidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol* 2013;66(5):371-6.
2. Hills AP, Andersen LB, Byrne NM. Physical activity and obesity in children. *Br J Sports Med* 2011;45(11):866-70.

3. Gupta N, Goel K, Shah P, Misra A. Childhood obesity in developing countries: Epidemiology, determinants, and prevention. *Endocr Rev* 2012;33(1):48-70.
4. Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev* 2005;6(2):123-32.
5. Shaw B, Shaw I. Determinants of physical activity in children and adolescents: implications for the increasing prevalence of childhood obesity. *African J Phys Heal Educ Recreat Danc. A multi-disciplinary approach to Heal. well-being* 2014;20:91-101.
6. Hales D. Factor validity, invariance, and comparison of several measures of physical activity enjoyment. 2005.
7. Cairney J, Kwan MY, Veldhuizen S, Hay J, Bray SR, Fought BE. Gender, perceived competence and the enjoyment of physical education in children: a longitudinal examination. *Int. J. Behav. Nutr Phys Act* 2012;9(1):26.
8. Salmon J, Owen N, Crawford D, Bauman A, Sallis JF. Physical activity and sedentary behavior: a population-based study of barriers, enjoyment, and preference. *Health Psychol* 2003;22(2):178-88.
9. DeSmet A, Deforche B, Hublet A, Tanghe A, Stremersch E, De Bourdeaudhuij I. Traditional and cyberbullying victimization as correlates of psychosocial distress and barriers to a healthy lifestyle among severely obese adolescents--a matched case-control study on prevalence and results from a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2014;14(1):224.
10. Faith MS, Leone MA, Ayers TS, Heo M, Pietrobelli A. Weight criticism during physical activity, coping skills, and reported physical activity in children. *Pediatrics* 2002;110(2 Pt 1):e23.
11. Zeller MH, Reiter-Purtill J, Ramey C. Negative peer perceptions of obese children in the classroom environment. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(4):755-62.
12. Seabra A, Mendonça D, Maia J, Welk G, Brustad R, Fonseca AM, et al. Gender, weight status and socioeconomic differences in psychosocial correlates of physical activity in schoolchildren. *J Sci Med Sport* 2013;16(4):320-6.
13. Fairclough S. Physical Activity, Perceived Competence and Enjoyment During High School Physical Education. *Phys Educ Sport Pedagog* 2003;8(1):5-18.
14. Van Der Horst K, Paw MJCA, Twisk JWR, Van Mechelen W. A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1241-50.
15. Morgan PJ, Okely AD, Cliff DP, Jones RA, Baur LA. Correlates of objectively measured physical activity in obese children. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(12):2634-41.
16. Biddle SJH, Gorely T, Stensel DJ. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *J Sports Sci* 2004;22(8):679-701.
17. Dishman RK, Motl RW, Sallis JF, Dunn AL, Birnbaum AS, Welk GJ, et al. Self-management strategies mediate self-efficacy and physical activity. *Am J Prev Med* 2005;29(1):10-8.
18. Wang X. The role of anticipated negative emotions and past behavior in individuals' physical activity intentions and behaviors. *Psychol Sport Exerc* 2011;12(3):300-5.
19. Welsh L, Roberts RGD, Kemp JG. Fitness and physical activity in children with asthma. *Sports Med* 2004;34(13):861-70.
20. Kendzierski D, DeCarlo K. Physical Activity Enjoyment Scale: Two validation studies. *J Sport Exerc Psychol* 1991;13(1):50-64.
21. Motl RW, Dishman RK, Saunders R, Dowda M, Felton G, Pate RR. Measuring enjoyment of physical activity in adolescent girls. *Am J Prev Med* 2001;21(2):110-7.
22. Moreno JA, González-Cutre D, Martínez C, Alonso N, López M. Propiedades psicométricas de la Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) en el contexto Español = Psychometric properties of the Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) in the Spanish context. *Estud Psicol* 2008;29(2):173-80.
23. Brustad RJ. Attraction to physical activity in urban schoolchildren: parental socialization and gender influences. *Res Q Exerc Sport* 1996;67(3):316-23.
24. Rose E, Larkin D, Hands B, Howard B, Parker H. Evidence for the validity of the Children's Attraction to Physical Activity questionnaire (CAPA) with young children. *J Sci Med Sport* 2009;12(5):573-8.
25. Hein V, Mürer M, Koka A. Intention to be Physically Active after School Graduation and Its Relationship to Three Types of Intrinsic Motivation. *Eur Phys Educ Rev* 2004;10(1):5-19.
26. Moreno JA, Moreno R, Cervelló E. El autoconcepto físico como predictor de la intención de ser físicamente activo. *Psicol y Salud* 2007;17(2):261-7.
27. Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A, et al. Curvas y tablas de crecimiento (estudio longitudinal y transversal). *Fund. Faustino Orbegozo Eizaguirre*, 2004. Disponible en: http://www.aepap.org/pdf/f_orbegozo_04.pdf.
28. Marfell-Jones MJ, Stewart AD, De Ridder JH. International standards for anthropometric assessment. 2012.
29. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988;6(2):93-101.
30. García EF, Bañuelos FS, Martín JJS. Validación y adaptación de la escala PACES de disfrute con la práctica de la actividad física para adolescentes españolas. *Psicothema* 2008;20(4):890-5.
31. Moore JB, Yin Z, Hanes J, Duda J, Gutin B, Barbeau P. Measuring Enjoyment of Physical Activity in Children: Validation of the Physical Activity Enjoyment Scale. *J Appl Sport Psychol* 2009;21(sup1):S116-S129.
32. Davison KK, Werder JL, Trost SG, Baker BL, Birch LL. Why are early maturing girls less active? Links between pubertal development, psychological well-being, and physical activity among girls at ages 11 and 13. *Soc Sci Med* 2007;64(12):2391-404.
33. Palou P, Borràs PA, Vidal J, Gili M, Ponseti FX. Motivos para el inicio, mantenimiento y abandono de la práctica deportiva de los preadolescentes de la isla de Mallorca. *Apunt Educ física y Deport* 2005;(81):5-11.
34. Baena ACM, Chillón P, Martín-Matillas M, Pérez IJ, Castillo R, Zapatera B, et al. Motivos de abandono y no práctica de actividad físicodeportiva en adolescentes españoles: Estudio Avena. *Cuad Psicol del Deport* 2012;12(1):45-54.
35. Moreno JM, Cerezo CR, Guerrero JT. Motivos de abandono de la práctica de actividad físico-deportiva en los estudiantes de bachillerato de la provincia de Granada. *Rev Educ* 2010;353:495-519.
36. Yeh C-Y, Chen L-J, Ku P-W, Chen C-M. Modelling the vicious circle between obesity and physical activity in children and adolescents using a bivariate probit model with endogenous regressors. *J Biosoc Sci* 2014:1-14.



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Association of the TNF-alpha -308 G/A polymorphisms with metabolic responses secondary to a high protein/low carbohydrate *versus* a standard hypocaloric diet *Asociación del polimorfismo TNF-alpha -308 G/A con los cambios metabólicos secundarios a una dieta hipocalórica rica en proteínas/baja en hidratos de carbono versus una dieta hipocalórica estándar*

Daniel A. de Luis, Rocío Aller, Olatz Izaola and Enrique Romero

Institute of Endocrinology and Nutrition. Medicine School and Department of Endocrinology and Nutrition. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Universidad de Valladolid. Valladolid, Spain

Abstract

Background: Mutation analysis has identified a G-> A transition in the promoter region of TNF-alpha gene at position -308 (rs1800629).

Objective: The aim of our study was to investigate the influence of polymorphism in -308 GA promoter variant of the TNF alpha gene on metabolic response and weight loss secondary to two hypocaloric diets.

Method: A sample of 283 obese subjects was enrolled in a consecutive prospective way. In the basal visit, patients were randomly allocated during 9 months to diet HP (high protein/low carbohydrate hypocaloric diet) and diet S (standard hypocaloric diet).

Results: There were no significant differences between the positive effects on weight loss in either genotype group with both diets. With both diets and only in wild genotype (diet HP vs. diet S), total cholesterol (-9.1 ± 3.4 mg/dL vs. -6.9 ± 2.0 mg/dL; $p > 0.05$), LDL cholesterol (-9.0 ± 2.9 mg/dL vs. -6.5 ± 2.1 mg/dL; $p > 0.05$) and triglycerides (-23.1 ± 5.1 mg/dL vs. -12.3 ± 4.8 mg/dL; $p < 0.05$) decreased. The improvement in triglycerides was higher in subjects without A allele. With diet HP and only in wild genotype, insulin levels (-3.1 ± 1.8 U/L; $p < 0.05$) and HOMA-R (-0.8 ± 0.1 units; $p < 0.05$) decreased.

Conclusion: Carriers of -308 GG promoter variant of TNF-alpha gene have a better metabolic response than -308 GA obese with a high protein hypocaloric diet.

Key words:

G308 TNF-alpha polymorphism.
Hypocaloric diet.
Obesity.

Resumen

Antecedentes: los diferentes estudios genéticos han identificado un cambio G-> A en la región promotora del gen de TNF-alfa en la posición -308 (rs1800629).

Objetivo: el objetivo de nuestro estudio fue investigar la influencia del polimorfismo en -308 GA del gen TNF-alfa en la respuesta metabólica y la pérdida de peso secundarias a dos dietas hipocalóricas.

Método: una muestra de 283 sujetos obesos fue evaluada en forma prospectiva consecutiva. En la visita basal, los pacientes fueron asignados al azar durante 9 meses a una dieta HP (dieta de alto valor proteico/baja en hidratos de carbono) y dieta S (dieta hipocalórica estándar).

Resultados: no hubo diferencias significativas entre los efectos positivos sobre la pérdida de peso entre los grupos genotipo con ambas dietas. Con ambas dietas y solo en el genotipo salvaje (dieta HP vs. dieta S), el colesterol total ($-9,1 \pm 3,4$ mg/dl vs. $-6,9 \pm 2,0$ mg/dl; $p > 0,05$), colesterol LDL ($-9,0 \pm 2,9$ mg/dl vs. $-6,5 \pm 2,1$ mg/dl; $p > 0,05$) y los triglicéridos ($-23,1 \pm 5,1$ mg/dl vs. $-12,3 \pm 4,8$ mg/dl; $p < 0,05$) disminuyeron significativamente. La mejora de los triglicéridos fue mayor en sujetos sin el alelo A. Con la dieta HP y solo en el genotipo salvaje, los niveles de insulina ($-3,1 \pm 1,8$ UI/l; $p < 0,05$) y HOMA-R ($-0,8 \pm 0,1$ unidades; $p < 0,05$) disminuyeron.

Conclusión: los obesos portadores de la variante -308 GG del gen TNF tienen una mejor respuesta metabólica que los sujetos con genotipo -308 GA con una dieta hipocalórica rica en proteínas.

Palabras clave:

Polimorfismo
G308 TNF-alfa.
Dieta hipocalórica.
Obesidad.

Received: 14/12/2015
Accepted: 14/03/2016

De Luis DA, Aller R, Izaola O, Romero E. Association of the TNF-alpha -308 G/A polymorphisms with metabolic responses secondary to a high protein/low carbohydrate *versus* a standard hypocaloric diet. Nutr Hosp 2016;33:602-608

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.267>

Correspondence:

Daniel A. de Luis. Department of Endocrinology and Nutrition. Institute of Endocrinology and Nutrition. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. C/ Los Perales, 16. 47130 Simancas, Valladolid. Spain
e-mail: dadluis@yahoo.es

INTRODUCTION

Obesity-related diseases are major public health problems. Hypocaloric diets are known to be an effective treatment for overweight and obese subjects (1). Individual responses to lifestyle modification vary and it is clear that they are partially genetically determined. Apart from the role of environmental determinants, also genetic factor predispose to obesity and may influence the response to intervention on lifestyle. Heterogeneous responses to lifestyle interventions should be at least in part controlled by genetic factors (2). Single nucleotide polymorphisms (SNPs) were described in association with the risk for obesity and metabolic diseases (3).

Mutation analysis has identified a G $\rightarrow$ A transition in the promoter region of TNF- α gene at position -308 (rs1800629). This polymorphic variant has been shown to affect the promoter region of the TNF- α gene leading to a higher rate of transcription compared to the wild allele (4). Fernández Real et al. (5) have reported a significant association between the -308 GA variant and increased insulin resistance, BMI and increased production of leptin. However, other studies have reported negative results, with no correlation between TNF- α mutation and insulin resistance (6).

An accumulating body of evidence shows that modest weight loss through dietary changes is an effective means for managing obesity (7). As far as we known, few studies (8-10) have described the effect of different hypocaloric diets on weight loss and metabolic parameters, analyzing -308 GA promoter variant of TNF- α gene in obese subjects. De Luis et al. (8) have shown, with a standard hypocaloric diet, that carriers of the -308 GG genotype were associated with larger improvements in serum glucose, HOMA-R and leptin levels. Also, in a different study (9), A allele carriers were associated with a lack of improvement on metabolic parameters after two different hypocaloric diets (low fat vs low carbohydrate). Finally, carriers of the -308 GG promoter variant of TNF- α gene have a better metabolic response than A allele carriers with a high polyunsaturated fat hypocaloric diet (10). On the other hand, recent studies have suggested no major differences between the effects of various dietary approaches, including low-carbohydrate and low-fat diets, on body weight outcomes (11,12). However, other studies have reported that very low-carbohydrate ketogenic diets and the Mediterranean diet are superior to low-fat diets in reducing body weight (13,14).

Therefore, in light of previous findings, the aim of our study was to investigate the influence of polymorphism (rs1800629) in -308 GA promoter variant of the TNF α gene on metabolic response and weight loss in a medium-term intervention study secondary to a high protein/low carbohydrate diet vs. a standard hypocaloric diet (1,000 kcal/day).

SUBJECTS AND METHODS

SUBJECTS

A sample of 283 obese subjects was enrolled in a consecutive prospective way, from May 2013 to December 2014 in a tertiary

hospital. These patients were studied in a Nutrition Clinic Unit and signed an informed consent (the Ethical Committee of our hospital approved this protocol). This study was conducted according to the guidelines laid down by the World Medical Association in the Declaration of Helsinki. Exclusion criteria included a history of cardiovascular disease or stroke during the previous 36 months, total cholesterol > 300 mg/dL, triglycerides > 400 mg/dL, blood pressure > 140/90 mmHg, fasting plasma glucose > 110 mg/dL, as well as the use of sulfonylurea, thiazolidinediones, insulin, glucocorticoids, antineoplastic agents, angiotensin receptor blockers, angiotensin-converting enzyme inhibitors, psychoactive medications, drinking and/or smoking habit.

PROCEDURE

Patients were randomly allocated to one of two diets for a period of 9 months. Diet HP (high protein-low carbohydrate hypocaloric diet) consisted in a diet of 1,050 cal/day, 33% of carbohydrates (86.1 g/day), 33% of fats (39.0 g/day) and 34% of proteins (88.6 g/day). The distribution of fats was 23.5% of saturated fats, 63.8% of monounsaturated fats and 12.6% of polyunsaturated fats. Diet S (standard protein hypocaloric diet) consisted in a diet of 1,093 cal/day, 53% carbohydrates (144.3 g/day), 27% fats (32.6 g), and 20% proteins (55.6 g/day). The distribution of fats was 20.9% of saturated fats, 67.4% of monounsaturated fats and 11.6% of polyunsaturated fats. The main food source of monounsaturated fatty acids was olive oil; of polyunsaturated fatty acids, w3 from fish and w6 from vegetable seeds; and of saturated fatty acids, beef, chicken and pork. Adherence to these diets was assessed each 7 days with a phone call by a dietitian in order to improve compliance of calorie restriction and macronutrient distribution. National composition food tables were used as reference (15).

Weight, blood pressure, basal glucose, c-reactive protein (CRP), insulin, total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, triglycerides and adipokines (leptin, adiponectin, and resistin) levels were measured at basal time and at 9 months, after both hypocaloric diet. Genotype of -308 GA promoter variant of the tumor necrosis factor- α gene was studied.

GENOTYPING OF G308A PROMOTER VARIANT OF THE TNF- α GENE

Oligonucleotide primers and probes were designed with the Beacon Designer 4.0 (Premier Biosoft International®, LA, CA). The polymerase chain reaction (PCR) was carried out with 50 ng of genomic DNA from peripheral blood, 0.5 μ L of each oligonucleotide primer (primer forward: 5'-CTG TCT GGA AGT TAG AAG GAA AC-3'; primer reverse: 5'-TGT GTG TAG GAC CCT GGA G-3'), and 0.25 μ L of each probes (wild probe: 5'-Fam-AAC CCC GTC CTC ATG CCC-Tamra-3') and (mutant probe: 5'-Hex-ACC CCG TCT TCA TGC CCC- Tamra -3') in a 25 μ L final volume (Termocycler iCycler IQ [Bio-Rad®], Hercules, CA). DNA was denaturized at 95 °C for 3 min; this was followed by 50 cycles of denaturation

at 95 °C for 15 sec, and annealing at 59.3 °C for 45 sec). The PCR were run in a 25 µL final volume containing 12.5 µL of IQTM Supermix (Bio-Rad®, Hercules, CA) with hot start Taq DNA polymerase. One probe was labeled at the 5-end with a Light-Cycler-Red fluorophore (Fam) and the other probe was labeled at the 3'-end with Hex. Only after hybridization to the template DNA the two probes do come in close proximity, resulting in fluorescence resonance energy transfer between the two fluorophores. The emitted fluorescence of the LyghtCycler fluorophore was measured (Real Time polymerase chain reaction). Hardy Weinberger equilibrium was assessed.

BIOCHEMICAL ASSAYS

Plasma hormone levels were evaluated using the multiplex Biorad® 10 plex assay following manufacturer's instructions (Bio-Rad®, Hercules, CA). This system allows for the quantitative measurement of different hormones (resistin, leptin and adiponectin), while consuming a small amount of biological material. Limits of detection were as follows (pg/ml): leptin (1.8), resistin (1.4) and adiponectin (3.8).

Serum total cholesterol and triglyceride concentrations were determined by enzymatic colorimetric assay (Technicon Instruments, Ltd., New York, N.Y., USA), while HDL cholesterol was determined enzymatically in the supernatant after precipitation of other lipoproteins with dextran sulphate-magnesium. LDL cholesterol was calculated using Friedewald formula.

Plasma glucose levels were determined by using an automated glucose oxidase method (Glucose analyser 2, Beckman Instruments, Fullerton, California). Insulin was measured by enzymatic colorimetry (Insulin, WAKO Pure-Chemical Industries, Osaka, Japan) and the homeostasis model assessment for insulin resistance (HOMA-R) was calculated using these values (16). CRP was measured by immunoturbimetry (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany), with a normal range of 0-7 mg/dL and analytical sensitivity 0.5 mg/dL.

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

Body weight was measured to an accuracy of 0.1 kg and body mass index computed as body weight/(height²) (kg/m²). Waist circumference was measured in the midway between the lowest rib and the iliac crest using an anthropometric tape. Tetrapolar body electrical bioimpedance was used to determine body composition with an accuracy of 5 g (17). An electric current of 0.8 mA and 50 kHz was produced by a calibrated signal generator (Biodynamics Model 310e, Seattle, WA, USA) and applied to the skin using adhesive electrodes placed on right-side limbs. Precautions taken to insure valid BIA measurements were no alcohol within 24 hours of taking the test and no exercise or food for four hours before taking the test. Blood pressure was measured twice after a 10 minutes rest with a random zero mercury sphygmomanometer, and averaged.

STATISTICAL ANALYSIS

Sample size was calculated to detect differences over 3 kg in body weight with 90% power and 5% significance ($n = 140$, in each diet group). The results were expressed as average $\pm$ standard deviation. The distribution of variables was analyzed with the Kolmogorov-Smirnov test. Quantitative variables were analyzed with a 2-way ANOVA model. Qualitative variables were analyzed with the Chi-squared test, with Yates correction as necessary, and Fisher's test. A Chi-squared test was used to evaluate the Hardy-Weinberg equilibrium. Non-parametric variables were analyzed with the Wilcoxon test. The statistical analysis was designed for the combined *G-308A* and *A-308A* as a mutant type group and wild type group *G-308G* as second group. Dominant model was used to analyze the results. A *p*-value under 0.05 was considered to be statistically significant.

RESULTS

Two hundred and eighty three patients gave informed consent and were enrolled in the study. The mean age was 48.9 ± 13.4 years and the mean BMI was 35.5 ± 4.6 , with 77 males (26.5%) and 208 females (73.5%). All patients completed the 9-month follow-up period without drop-outs in both branches (diet HP vs. diet S). Two hundred and five patients (72.4%) had the genotype -308 GG and 78 (27.6%) patients had the genotype -308 GA (77 patients [27.2%] -308 GG and 1 patient [0.4%] -308 AG). Age was similar in both groups (-308 GG genotype: 48.7 ± 11.1 years vs. -308 GA genotype: 49.9 ± 12.0 years: $p = 0.12$). Sex distribution was similar in both groups, males (27.4% vs. 24.8%) and females (72.6% vs. 75.2%).

Regarding the 146 subjects (106 -308 GG genotype and 40 -308 GA genotype) treated with diet HP basal, basal assessment of nutritional intake with a 3 days written food record showed a basal calorie intake of $2,178.1 \pm 391.2$ kcal/day, carbohydrate intake of 227.91 ± 12.1 g/day (47.8% of calories), fat intake of 88.1 ± 23.1 g/day (31.0% of calories) and protein intake of 81.1 ± 38.2 g/day (21.2% of calories). During the intervention, these subjects reached the recommendations of the diet; $1,004.3 \pm 87.2$ calories (29.6% of carbohydrates, 32.8% of lipids and 37.6% of proteins). On the other hand, in the 137 subjects (99 -308 GG genotype and 38 -308 GA genotype) treated with diet S, basal assessment of nutritional intake with a 3 days written food record showed a basal calorie intake of $2,181.8 \pm 292.1$ kcal/day, carbohydrate intake of 211.1 ± 28.1 g/day (45.5% of calories), fat intake of 82.1 ± 15.1 g/day (38.2% of calories) and protein intake of 87.1 ± 8.1 g/day (20.1% of calories). During the intervention, these patients reached the recommendations of diet; $1,003.9 \pm 70.1$ calories (51.7% of carbohydrates, 30.1% of lipids and 19.2% of proteins).

Anthropometric characteristics of participants at baseline and at 3-9 months of intervention are shown in table I. With the diet type HP and in both genotypes, BMI (values in GG vs. GA genotypes at 9 months) (-3.6 ± 1.4 kg/m² vs. -3.4 ± 1.9 kg/m², $p > 0.05$),

weight (-8.1 ± 5.0 kg vs. -9.0 ± 3.9 kg, $p > 0.05$), fat mass (-5.4 ± 4.3 kg vs. -5.9 ± 3.9 kg, $p > 0.05$), waist circumference (-7.1 ± 2.1 cm vs. -6.5 ± 4.1 cm, $p < 0.05$) and systolic blood pressure (-7.3 ± 3.1 mmHg vs. -6.9 ± 3.8 mmHg, $p > 0.05$) decreased. BMI, weight, fat mass and waist circumference improvement was similar in subjects with both genotypes. With the diet type S and in both genotypes at 9 months (table I), BMI (values in G/G vs. G/A genotypes at 9 months) (-2.9 ± 2.0 kg/m² vs. -2.5 ± 1.9 kg/m², $p > 0.05$), weight (-9.1 ± 4.1 kg vs. -9.4 ± 4.4 kg, $p > 0.05$), fat mass (-4.6 ± 3.3 kg vs. -4.5 ± 2.3 kg, $p > 0.05$), waist circumference (-4.1 ± 2.1 cm vs. -4.2 ± 3.0 cm, $p > 0.05$) and systolic blood pressure (-6.0 ± 2.6 mmHg vs. -6.1 ± 2.2 mmHg, $p > 0.05$) decreased, too. No differences were detected among basal of anthropometric variables between subjects with both genotypes. BMI, weight, fat mass and waist circumference improvement was similar in subjects with both genotypes. Finally, there were no significant differences between the effects on weight, BMI, waist circumference, fat mass and systolic blood pressure of the different diets in either genotype group.

Table II shows the classic cardiovascular risk factors. With both diets and only in wild genotype (diet HP vs. diet S), total cholesterol (-9.1 ± 3.4 mg/dl vs. -6.9 ± 2.0 mg/dl; $p > 0.05$), LDL cholesterol (-9.0 ± 2.9 mg/dl vs. -6.5 ± 2.1 mg/dl; $p > 0.05$) and triglycerides (-23.1 ± 5.1 mg/dl vs. -12.3 ± 4.8 mg/dl; $p < 0.05$) decreased. The improvement in total and LDL cholesterol was similar in subjects with diet HP and HS. The improvement in triglycerides was higher in subjects without A allele. With diet HP and only in wild genotype, insulin levels (-3.1 ± 1.8 U/L; $p < 0.05$) and HOMA-R (-0.8 ± 0.1 units; $p < 0.05$) decreased.

Table III shows adipocytokines levels. With both diets and in both genotypes (G/G vs. G/A genotypes), leptin levels (diet HP: -28.1 ± 5.1 ng/mL vs. -22.1 ± 5.0 ng/mL, $p > 0.05$) and (diet S: -25.1 ± 3.0 ng/mL vs. -26.9 ± 5.0 ng/mL, $p > 0.05$) decreased. The amount of leptin decrease was similar with both diets. Resistin and adiponectin levels remained unchanged along 9 months. No differences were detected among basal and post-treatment values of adipocytokines among genotypes.

DISCUSSION

Our data showed diverse response to both diets when analyzing the subgroups stratified according to -308 GG genotype of promoter of the TNF-alpha gene. We observed a significant decrease in weight, BMI, fat mass, waist circumference, systolic blood pressure and leptin levels with both diets regardless of the genotype. Our study shows that non-A allele carriers had a different metabolic response with a significant decrease in LDL cholesterol, total cholesterol and triglycerides after both diets. HP diet produces a significant decrease in insulin and HOMA in non-A allele carriers, too.

In our study the frequencies of genotypes did not markedly differ from data previously reported in the literature (18-20). Contrasting with numerous reports on the frequencies of -308 G/A SNP and association with body adiposity and metabolic disturb-

Table I. Changes in anthropometric variables (mean $\pm$ SD)

Characteristics	Diet HP		Diet S	
	GG	GA	GG	GA
BMI	0 time / At 3 mths / At 9 mths 35.1 $\pm$ 6.1 / 33.1 $\pm$ 5.2' / 32.1 $\pm$ 5.1'	0 time / At 3 mths / At 9 mths 35.7 $\pm$ 4.2 / 34.2 $\pm$ 5.2' / 32.3 $\pm$ 6.1'	0 time / At 3 mths / At 9 mths 34.9 $\pm$ 5.3 / 33.4 $\pm$ 5.5' / 32.1 $\pm$ 5.0'	0 time / At 3 mths / At 9 mths 35.3 $\pm$ 5.3 / 33.6 $\pm$ 5.6' / 32.7 $\pm$ 4.1'
Weight (kg)	90.5 $\pm$ 10.6 / 85.3 $\pm$ 12.0' / 83.3 $\pm$ 10.1'	94.0 $\pm$ 10.4 / 90.2 $\pm$ 11.1' / 85.9 $\pm$ 11.1'	91.53 $\pm$ 10.2 / 87.4 $\pm$ 11.2' / 82.6 $\pm$ 9.4'	93.9 $\pm$ 9.1 / 88.8 $\pm$ 7.6' / 82.7 $\pm$ 4.2'
Fat mass (kg)	36.0 $\pm$ 10.2 / 32.6 $\pm$ 9.0' / 30.6 $\pm$ 8.1'	37.8 $\pm$ 8.1 / 33.1 $\pm$ 7.1' / 31.9 $\pm$ 6.1'	37.7 $\pm$ 9.0 / 32.9 $\pm$ 10.1' / 32.3 $\pm$ 7.2'	39.8 $\pm$ 9.0 / 35.9 $\pm$ 10.0' / 33.0 $\pm$ 8.0'
WC (cm)	111.8 $\pm$ 9.6 / 106.8 $\pm$ 10.2' / 104.1 $\pm$ 8.1'	113.5 $\pm$ 8.1 / 109.6 $\pm$ 7.1' / 104.0 $\pm$ 9.0'	110.3 $\pm$ 9.0 / 107.8 $\pm$ 6.0' / 106.1 $\pm$ 10.3	110.8 $\pm$ 10.1 / 108.5 $\pm$ 8.1' / 106.2 $\pm$ 7.3'
WHR	0.95 $\pm$ 0.06 / 0.94 $\pm$ 0.05 / 0.93 $\pm$ 0.1	0.94 $\pm$ 0.01 / 0.92 $\pm$ 0.1 / 0.92 $\pm$ 0.03	0.95 $\pm$ 0.07 / 0.94 $\pm$ 0.061 / 0.93 $\pm$ 0.09	0.93 $\pm$ 0.1 / 0.92 $\pm$ 0.10 / 0.91 $\pm$ 0.10
SBP (mmHg)	129.1 $\pm$ 10.8 / 124.1 $\pm$ 10.7' / 122.1 $\pm$ 9.1'	127.6 $\pm$ 11.3 / 123.2 $\pm$ 8.4' / 122.5 $\pm$ 7.2'	127.1 $\pm$ 8.2 / 122.5 $\pm$ 5.0' / 121.9 $\pm$ 9.1'	127.8 $\pm$ 9.1 / 123.6 $\pm$ 9.0' / 122.0 $\pm$ 7.2'
DBP (mmHg)	82.8 $\pm$ 8.1 / 79.1 $\pm$ 7.1' / 79.8 $\pm$ 9.2	80.1 $\pm$ 7.1 / 79.7 $\pm$ 5.9 / 77.8 $\pm$ 6.1	80.8 $\pm$ 8.2 / 79.9 $\pm$ 7.1 / 78.9 $\pm$ 9.2	80.1 $\pm$ 6.1 / 78.3 $\pm$ 6.2 / 78.3 $\pm$ 6.9

HP: High protein/low carbohydrate; S: Standard; DBP: Diastolic blood pressure; Mths: Months; SBP: Systolic blood pressure; WHR: Waist to hip ratio; WC: Waist circumference. (*) $p < 0.05$, in each genotype group with basal values. No statistical differences between genotypes in each diet.

Table II. Classical cardiovascular risk factors (mean $\pm$ SD)

Characteristics	Diet HP		Diet S	
	GG	GA	GG	GA
	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths
Glucose (mg/dL)	103.4 $\pm$ 7.2 / 100.1 $\pm$ 8.0 / 101.5 $\pm$ 9.2	101.2 $\pm$ 5.1 / 102.2 $\pm$ 8.1 / 100.8 $\pm$ 9.3	101.7 $\pm$ 8.0 / 98.8 $\pm$ 5.1 / 99.9 $\pm$ 5.2	98.9 $\pm$ 5.2 / 96.7 $\pm$ 6.0 / 99.1 $\pm$ 8.1
Total ch (mg/dL)	209.8 $\pm$ 26.8 / 200.4 $\pm$ 9.1* / 200.4 $\pm$ 19.3*	203.1 $\pm$ 10.1 / 199.7 $\pm$ 20.2 / 200.1 $\pm$ 19.9	205.2 $\pm$ 30.1 / 197.7 $\pm$ 22.3* / 199.3 $\pm$ 20.7*	208.1 $\pm$ 11.2 / 205.1 $\pm$ 18.4 / 207.1 $\pm$ 11.4
LDL-ch (mg/dL)	130.1 $\pm$ 22.1 / 123.1 $\pm$ 18.9* / 120.1 $\pm$ 11.1*	118.6 $\pm$ 11.1 / 119.5 $\pm$ 10.1 / 120.3 $\pm$ 8.2	125.6 $\pm$ 11.2 / 121.1 $\pm$ 12.2* / 120.8 $\pm$ 10.9*	123.7 $\pm$ 11.1 / 124.4 $\pm$ 11.1 / 125.2 $\pm$ 11.9
HDL-ch (mg/dL)	56.1 $\pm$ 9.5 / 55.3 $\pm$ 10.1 56.8 $\pm$ 4.1	55.1 $\pm$ 9.1 / 54.9 $\pm$ 8.1 / 54.9 $\pm$ 8.1	57.1 $\pm$ 9.0 / 55.8 $\pm$ 8.0 / 54.9 $\pm$ 11.0	55.3 $\pm$ 11.3 / 55.5 $\pm$ 7.2 / 54.8 $\pm$ 9.1
TG (mg/dL)	125.1 $\pm$ 430.1 / 106.8 $\pm$ 11.9 / 102.7 $\pm$ 10.1*	127.7 $\pm$ 19.1 / 122.3 $\pm$ 18.2 / 120.1 $\pm$ 30.3	126.1 $\pm$ 38.6 / 117.8 $\pm$ 22.1 / 112.8 $\pm$ 20.1*	126.1 $\pm$ 37.1 / 122.1 $\pm$ 13.2 / 124.1 $\pm$ 20.1
Insulin (mU/L)	10.9 $\pm$ 6.7 / 8.8 $\pm$ 4.1* / 7.8 $\pm$ 4.0*	10.7 $\pm$ 5.1 / 11.9 $\pm$ 5.8 / 10.5 $\pm$ 5.5	10.9 $\pm$ 5.1 / 9.8 $\pm$ 5.2 / 9.0 $\pm$ 4.4	10.6 $\pm$ 5.1 / 9.8 $\pm$ 7.2 / 8.7 $\pm$ 7.2
HOMA-R	2.3 $\pm$ 2.1 / 2.0 $\pm$ 1.6* / 1.8 $\pm$ 1.5*	3.0 $\pm$ 0.9 / 2.9 $\pm$ 1.0 / 2.8 $\pm$ 1.4	2.1 $\pm$ 1.2 / 2.2 $\pm$ 1.9 / 2.0 $\pm$ 1.1	2.2 $\pm$ 1.3 / 2.1 $\pm$ 1.9 / 1.9 $\pm$ 1.7
CRP (mg/dL)	4.9 $\pm$ 5.1 / 4.8 $\pm$ 5.0 / 4.9 $\pm$ 4.1	5.1 $\pm$ 3.2 / 4.9 $\pm$ 4.01 / 5.0 $\pm$ 3.1	5.0 $\pm$ 3.0 / 5.2 $\pm$ 3.5 / 5.1 $\pm$ 4.0	5.5 $\pm$ 4.1 / 5.9 $\pm$ 4.1 / 5.1 $\pm$ 3.3

HP: High protein/low carbohydrate; S: Standard; Chol: Cholesterol; TG: Triglycerides; CRP: C reactive protein; HOMA: Homeostasis model assessment; Mths: Months (*) $p < 0.05$, in each group with basal values. No statistical differences among genotypes in each diet or in different diet groups.

Table III. Circulating adipocytokines (mean $\pm$ SD)

Characteristics	Diet HP		Diet S	
	GG	GA	GG	GA
	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths	0 time / At 3 mths / At 9 mths
Adiponectin (ng/mL)	13.1 $\pm$ 5.0 / 9.9 $\pm$ 6.2 / 11.8 $\pm$ 7.4	11.9 $\pm$ 4.0 / 11.8 $\pm$ 7.0 / 12.1 $\pm$ 7.0	11.1 $\pm$ 4.2 / 11.9 $\pm$ 5.1 / 9.9 $\pm$ 4.2	11.8 $\pm$ 5.1 / 12.1 $\pm$ 6.1 / 12.9 $\pm$ 5.1
Resistin (ng/mL)	7.3 $\pm$ 3.2 / 7.5 $\pm$ 5.0 / 6.9 $\pm$ 4.1	7.2 $\pm$ 3.2 / 7.1 $\pm$ 3.9 / 7.8 $\pm$ 3.0	8.1 $\pm$ 2.9 / 8.2 $\pm$ 3.1 / 8.4 $\pm$ 4.0	7.6 $\pm$ 3.2 / 7.7 $\pm$ 4.2 / 7.1 $\pm$ 4.2
Leptin (ng/mL)	38.1 $\pm$ 18.4 / 15.6 $\pm$ 14.1* / 10.1 $\pm$ 9.2*	40.0 $\pm$ 17.3 / 24.1 $\pm$ 10.2* / 18.1 $\pm$ 9.1*	39.7 $\pm$ 10.2 / 15.1 $\pm$ 9.2* / 14.1 $\pm$ 7.0*	32.1 $\pm$ 10.2 / 20.1 $\pm$ 6.0* / 18.2 $\pm$ 4.1*

(*) $p < 0.05$, in each group with basal values. No statistical differences among genotypes in each diet or in different diet groups.

ance, their association with response to intervention on lifestyle has been rarely investigated. The results of different interventional studies with this polymorphism gene have shown unclear data. In one study (8), no carriers of the A allele had a greater reduction in glucose levels, insulin levels, leptin levels and weight than A allele carriers in response to 3-month hypocaloric diet. Other interventional study (9) carried out during 3 months with a low fat hypocaloric diet showed a better metabolic improvement secondary to weight loss in -308 GG genotype. In this previous study (9), the improvement of glucose, insulin levels, HOMA-R, LDL cholesterol, total cholesterol and triglyceride levels was statistically significant in -308 GG subjects with a low fat hypocaloric diet and only insulin levels improved in the same genotype with a low carbohydrate diet. Finally, A allele carriers did not show metabolic improvements after weight loss (9). On the other hand, leptin levels decreased more in -308 GG genotype subjects than in A allele carriers with both diets (9). Carriers of the -308 GG promoter variant of TNF- α gene have a better metabolic response than A allele carriers with a high polyunsaturated fat hypocaloric diet (10). Only one study has been designed with a surgical intervention; a surgical study with bariatric procedure (21) has shown that this polymorphism is not related to biochemical outcomes after a massive weight loss with a biliopancreatic diversion procedure. All previously cited studies have been conducted in Caucasian subjects, and only one study has evaluated a dietary intervention in a different ethnicity (22). In this design, -308 G/A SNP predisposed a better response of glucose metabolism to a dietary intervention. Certainly, the genetic base of the population studied modulated response to intervention because these results are not in agreement with previous literature data.

In our study, the metabolic benefits in lipid metabolism were not detected in variant allele carriers. The deleterious effect of this TNF- α variant allele was previously suggested in a meta-analysis in which individuals carrying -308 GA polymorphism had greater comorbidities related to obesity (23). Further, our design also shows an improvement in insulin concentrations and HOMA-R after weight loss secondary to a high protein/low carbohydrate hypocaloric diet only in subjects with -308 GG genotype. Some previous studies have proposed that the effects of the -308 GA promoter variant of the TNF- α gene on insulin action may depend on body weight (24). The A allele was associated with high RQ (resting quotient), indicating high rates of glucose oxidation and lipid synthesis, depending of BMI (24). On the other hand, the promoter variant at position -308 leads to a higher rate of TNF- α gene transcription, followed by raised TNF- α concentrations and decreased insulin resistance (25). Nevertheless, a recent meta-analysis has reported lack of associations between this SNP and circulating levels of TNF- α (26).

Some specific reasons could explain these contradictory results on metabolic response. Firstly, the distribution of macronutrients in the prescribed diets and the type of dietary fat may influence secondary metabolic responses and weight loss. Secondly, duration of dietary intervention may influence secondary metabolic responses to weight loss as a function of this polymorphism. Perhaps the interaction between -308 GA polymorphism and weight

loss secondary to diet is modulated during time. As far as we know, our present study is the longest designed so far: 9 months. Thirdly, the basal dietary intake could interact with the SNP and modulate the metabolic response after dietary intervention (27). Finally, the small sample size of all studies could be responsible for the absence of detection of biochemical changes in some sense.

In summary, the -308 GG SNP genotype may predispose a better response of insulin metabolism and HOMA-R after weight loss with a high protein hypocaloric diet. Both diets produced an improvement in anthropometric parameters in all patients. However, this weight decrease was accompanied by an improved lipid profile in patients non-carriers of the A allele.

REFERENCES

1. Acheson KJ. Diets for body weight control and health: The potential of changing the macronutrient composition. *Eur J Clin Nutr* 2012 Nov 28th. DOI: 10.1038/ejcn.2012.194.
2. Torres N, Guevara-Cruz M, Granados J, Vargas-Alarcón G, González-Palacios B, Ramos-Barragán VE, et al. Reduction of serum lipids by soy protein and soluble fiber is not associated with the ABCG5/G8, apolipoprotein E, and apolipoprotein A1 polymorphisms in a group of hyperlipidemic Mexican subjects. *Nutr Res* 2009; 29(10):728-35.
3. Wilson AG, Symons JA, McDowell TL, McDewitt HO, Duff GW. Effects of a polymorphism in the human tumor necrosis factor alpha promoter on transcriptional activation. *Proc Natl Acad Sci USA* 1997;94:3195-9.
4. Fernández Real JM, Gutiérrez C, Ricart W, Casamitjan R, Fernández Castaner M, Vendrell J, et al. The TNF alpha gene NCO I polymorphism influences the relationship among insulin resistance, percent body fat, and increased serum leptin levels. *Diabetes* 1997;46:1468-71.
5. Da Silva B, Gaspur SM, Achenbach YH, Schuh TS, Kotla TJ. Lack of association between the G 308 A polymorphism of the tumor necrosis factor alpha gene and the insulin resistance syndrome. *J Investig Med* 2000;48:236-44.
6. De Luis DA, Aller R, Izaola O, González M, Conde R, De la Fuente B, et al. Allelic frequency of G308A polymorphism of tumor necrosis factor alpha gene and relation with cardiovascular risk factors and adipocytokines in obese patients. *Nutr Hosp* 2011;26:711-5.
7. Knowler WC, Barret-Connor E, Fowler SE. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346:393-403.
8. De Luis DA, Aller R, Izaola O, González M, Conde R, Romero E. Influencia del polimorfismo G308A del factor de necrosis tumoral alfa en la resistencia a la insulina en pacientes obesos tras la pérdida de peso. *Med Clin* 2007;129:401-4.
9. De Luis DA, Aller R, Izaola O, González Sagrado M, Conde R. Influence of G308A promoter variant of tumor necrosis factor alpha gene on insulin resistance and weight loss secondary to two hypocaloric diets: A randomized clinical trial. *Arc Med Res* 2009;40:36-41.
10. De Luis DA, Aller R, Izaola O, González Sagrado M, Conde R. Role of G308A promoter variant of tumor necrosis factor alpha gene on weight loss and metabolic parameters after a high monounsaturated versus a high polyunsaturated fat hypocaloric diets. *Med Clin* 2013;141:189-93.
11. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: A metaanalysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176(Suppl. 7):S44-54.
12. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS, Brehm BJ, et al. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2006;166:285-93.
13. Bueno NB, De Melo IS, De Oliveira SL, Da Rocha Ataíde T. Very-low carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr* 2013;110:1178-87.
14. Nordmann AJ, Suter-Zimmermann K, Bucher HC, Shai I, Tuttle KR, Estruch R, et al. Meta-analysis comparing Mediterranean to low-fat diets for modification of cardiovascular risk factors. *Am J Med* 2011;124:841-51.
15. Mataix J, Mañás M. Tablas de composición de alimentos españoles. Granada, Spain: University of Granada; 2003.

16. Mathews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF. Homeostasis model assessment: Insulin resistance and beta cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985;28:412-4.
17. Lukaski H, Johnson PE. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-7.
18. HapMap (haplotype map of the human genome). In: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/>
19. Javor J, Ferencik S, Bucova M, Stuchlikova M, Martinka E, Barak L, et al. Polymorphisms in the genes encoding TGF- β 1, TNF- α , and IL-6 show association with type 1 diabetes mellitus in the Slovak population. *Arch Immunol Ther Exp* 2010;58:385-93.
20. Namvaran F, Azarpira N, Geramizadeh B, Rahimi-Moghaddam P. Distribution and genotype frequency of adiponectin (+45 T/G) and adiponectin receptor 2 (+795 G/A) single nucleotide polymorphisms in Iranian population. *Gene* 2011;486:97-103.
21. De Luis DA, Pacheco D, Aller R, González M, Izaola O, Terroba M, et al. Influence of G308A polymorphism of TNF alpha gene on surgical results of biliopancreatic diversion. *Obes Sur* 2010;20:221-5.
22. Curti M, Pires M, Barros CR, Siqueira Catania A, Macedo M. Associations of the TNF-alpha -308 G/A, IL6 -174 G/C and AdipoQ 45 T/G polymorphisms with inflammatory and metabolic responses to lifestyle intervention in Brazilians at high cardiometabolic risk. *Diabetology and Metabolic Syndrome* 2012;4:49-55.
23. Sookoian SC, González C, Pirola CJ. Meta-analysis on the G-308A tumor necrosis factor alpha gene variant and phenotypes associated with the metabolic syndrome. *Obes Res* 2005;13(12):2122-31.
24. Pihlajamäki J, Ylinen M, Karhapa P, Vauhkonen I, Laakso M. The effect of the -308 A allele of the TNF alpha gene on insulin action is dependent on obesity. *Obesity Research* 2007;11:912-8.
25. Bayley JP, De Rooij H, Van den Elsen PJ, Huizinga TW, Verweij CL. Functional analysis of linker scan mutants spanning the -376, -308, -244, and -238 polymorphic sites of the TNF alpha promoter. *Cytokine* 2001;14:316-23.
26. Mekinian A, Tamouza R, Pavy S, Gestermann N, Ittah M, Mariette X, et al. Functional study of TNF- α promoter polymorphisms: Literature review and meta-analysis. *Eur Cytokine Netw* 2011;22(2):88-102.
27. Fontaine Bisson B, Wolever T, Chiasson JL, Rabasa Lhoret R, Maheux P, Josse R. Genetic polymorphisms of TNF alpha modify the association between dietary polyunsaturated fatty acids and fasting HDL-cholesterol and Apo A-I concentrations. *Am J Clin Nutr* 2007;86:768-74.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Threshold values of sagittal abdominal diameter for the detection of cardio-metabolic risk factors in Northeastern Mexico: a cross-sectional study

Valores de corte del diámetro sagital del abdomen para la detección de factores de riesgo cardiovascular en el noreste mexicano: estudio transversal

Francisco Javier Guzmán de la Garza^{1,4}, Ana María Salinas-Martínez^{1,5}, Eduardo González-Guajardo³, Magda Gabriela Palmero-Hinojosa¹, Jorge Castro-Garza², Juan Carlos Ramírez-Zúñiga³, Javier Vargas-Villarreal², Álvaro Mathiew-Quiros¹ and Laura Hermila de la Garza-Salinas³

¹Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud. Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, N.L. Mexico. ²Centro de Investigación Biomédica del Noreste. Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, N.L. Mexico. ³Delegación Regional de Nuevo León. Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, N.L. Mexico. ⁴Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. Mexico. ⁵Facultad de Salud Pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. Mexico

Abstract

Background: The use of sagittal abdominal diameter (SAD) has been proposed for screening cardio-metabolic risk factors; however, its accuracy can be influenced by the choice of thresholds values.

Aim: To determine the SAD threshold values for cardio-metabolic risk factors in Mexican adults; to assess whether parallel and serial SAD testing can improve waist circumference (WC) sensitivity and specificity; and to analyze the effect of considering SAD along with WC and body mass index (BMI) in detecting cardio-metabolic risk.

Methods: This cross-sectional study was conducted during 2012-2014 in Northeast Mexico (n = 269). Data on anthropometric, clinical, and biochemical measurements were collected. Sex-adjusted receiver-operating characteristic curves (ROC) were obtained using hypertension, dysglycemia, dyslipidemia and insulin resistance as individual outcomes and metabolic syndrome as a composite outcome. Age-adjusted odds ratios and 95% confidence intervals (CI) were estimated using logistic regression.

Results: The threshold value for SAD with acceptable combination of sensitivity and specificity was 24.6 cm in men and 22.5 cm in women. Parallel SAD testing improved WC sensitivity and serial testing improved WC specificity. The co-occurrence of high WC/high SAD increased the risk for insulin resistance by 2.4-fold (95% CI: 1.1-5.3), high BMI/high SAD by 4.3-fold (95% CI: 1.7-11.9) and SAD alone by 2.2-fold (95% CI: 1.2-4.2).

Conclusions: The use of SAD together with traditional obesity indices such as WC and BMI has advantages over using either of these indices alone. SAD may be a powerful screening tool for interventions for high-risk individuals.

Key words:

Sagittal abdominal diameter. Threshold limit values. Risk factor. Cardiovascular disease. Metabolic syndrome.

Resumen

Introducción: el diámetro sagital del abdomen (SAD) se ha usado para detectar factores de riesgo cardiometabólicos; su precisión se ve afectada por los valores de corte.

Objetivo: determinar valores de corte para factores de riesgo cardiometabólicos en mexicanos adultos; evaluar la sensibilidad y especificidad cuando se utiliza en serie o en paralelo con la circunferencia de la cintura (WC); y analizar el uso del SAD individualmente o junto a WC o el índice de masa corporal (IMC) para detectar factores de riesgo cardiometabólicos.

Métodos: en forma transversal, de 2012 a 2014 se estudiaron 209 sujetos provenientes del noreste mexicano. Se recopilaron datos antropométricos, clínicos y bioquímicos. Se construyeron curvas ROC ajustadas por sexo utilizando como resultado individual hipertensión, disglucemia y resistencia a la insulina y como resultado compuesto, el síndrome metabólico. Se calcularon razón de momios e intervalos de confianza (IC 95%) mediante regresión logística.

Resultados: los valores de corte fueron 24,6 cm en hombres y 22,5 cm en mujeres. El SAD en paralelo con la WC mejoró sensibilidad y en forma seriada, la especificidad de WC. La coocurrencia de WC y SAD por encima de los rangos incrementó el riesgo para resistencia a la insulina 2,4 veces (95% CI: 1,1-5,3); BMI y SAD elevados, 4,3 veces (95% CI: 1,7-11,9) y SAD individualmente, 2,2 veces (95% CI: 1,2-4,2).

Conclusiones: utilizar el SAD junto a índices tradicionales de obesidad (WC y BMI) tiene ventajas sobre su uso individual. El SAD puede ser una poderosa herramienta de tamizaje para intervenciones en individuos de alto riesgo.

Palabras clave:

Diámetro sagital del abdomen. Valores de corte. Factor de riesgo. Enfermedad cardiovascular. Síndrome metabólico.

Received: 10/11/2015

Accepted: 08/04/2016

Guzmán-de-la-Garza FJ, Salinas-Martínez AM, González-Guajardo E, Palmero-Hinojosa MG, Castro-Garza J, Ramírez-Zúñiga JC, Vargas-Villarreal J, Mathiew-Quiros A, de la Garza-Salinas LH. Threshold values of sagittal abdominal diameter for the detection of cardio-metabolic risk factors in Northeastern Mexico: a cross-sectional study. Nutr Hosp 2016;33:609-615

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.268>

Correspondence:

Francisco J. Guzmán-de la Garza. Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, IMSS. Conjunto Lincoln. C/ María de Jesús Candia y Ave Lincoln, s/n. Col. Valle Verde. 64360 Monterrey, Nuevo León. México
e-mail: fcojguzman@hotmail.com

INTRODUCTION

Metabolic syndrome is a cluster of cardio-metabolic risk factors such as insulin resistance, hypertension, and lipid abnormalities most often occurring in overweight and obese subjects. Metabolic syndrome can favor the development of cardiovascular diseases and diabetes. Additionally, cardiovascular diseases and diabetes are the leading causes of death worldwide (1,2). The amount of visceral adipose tissue is a clinically relevant body fat marker related to insulin resistance, diabetes, hyperlipidemia, and atherosclerosis. The gold standard for measurement of visceral adipose tissue is computed tomography, dual-energy x-ray absorptiometry, or magnetic resonance imaging. However, these tests are expensive and impractical for primary care and preventive medicine; furthermore, they involve radiation exposure and hence are a health hazard (3,4). Therefore, other useful indicators of excess visceral adipose tissue deposits, such as waist circumference (WC) and sagittal abdominal diameter (SAD), have been considered (5-7).

WC is used for detecting abdominal obesity and predicting cardiovascular risk (8-10). SAD, meanwhile, has been suggested as a screening tool for insulin resistance, dysglycemia, diabetes, and hypertension in American, Asian, and European populations; and relevant literature utilizes several SAD cut-off values either in supine (11-14) or standing position (15). Nonetheless, the accuracy of classification using SAD can be influenced by the choice of thresholds values, which might differ according to ethnic group, age, and sex. It is important to identify individuals at particularly high risk for metabolic syndrome in order to prevent cardiovascular disease, and because SAD thresholds values have not been established in the Mexican population, our study aimed to determine: a) the SAD threshold values for detecting cardio-metabolic risk factors (hypertension, dysglycemia, dyslipidemia, insulin resistance, and metabolic syndrome) with the most acceptable accuracy (combination of sensitivity and specificity); b) the extent to which parallel and serial SAD testing could improve WC sensitivity and specificity; and c) finally, we assessed the effect of considering SAD along with WC and body mass index (BMI) for detecting cardio-metabolic risk factors.

MATERIAL AND METHODS

This descriptive, cross-sectional study was conducted from 2012 to 2014 in northeast urban Mexico. Participants were employees between 20 and 60 years of age from the health care sector (107 men and 162 women). They were receiving routine annual worksite health-promotion care, which consisted of screening and monitoring of obesity, diabetes, heart disease, and cancer, among other disorders. The only selection criteria were no pregnancy or lactation. In men, the sample size was sufficient for establishing 71% sensitivity (averaged value of the five cardio-metabolic risk factors under study: hypertension, dysglycemia, insulin resistance, dyslipidemia, metabolic syndrome) with 95% confidence and 15% degree of precision; given averaged

prevalence of 35%. In women, the sample size was sufficient for establishing 65% sensitivity (averaged value of the five cardio-metabolic risk factors under study) with 95% confidence and 13% degree of precision; given averaged prevalence of 30% (16). Approval was obtained from the Research Ethics Committee. Written informed consent was obtained from each participant.

A self-administered questionnaire was used to collect information on family and personal history of hypertension (yes or no), diabetes (yes or no), and dyslipidemia (yes or no); smoking status (never, quit smoking, or current smoker); alcohol consumption (never, sometimes, or usually); history of routine programmed exercise activity for a minimum of 20 min, 3 times a week (never, sometimes, or usually); and age, marital status, education, and job category. The methods for anthropometric, clinical, and biochemical measurements are described below.

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

Individuals were weighed to the nearest 0.1 kg, and their height was measured to the nearest 0.5 cm using an electronic scale with a stadiometer while wearing no shoes and light clothing. SAD was measured to the nearest 0.1 cm using a modified anthropometer: the curved arm was replaced by an even arm in order to comfortably position it under the subjects' back in supine position (Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA) after normal expiration in supine position, with knees bent on a firm examination table and without any clothes surrounding the measurement area. Abdominal height was obtained at the level of the iliac crest (L4-5), allowing the anthropometer arm to touch the abdomen slightly but without compression. WC was measured with the participant wearing only underwear and by using a non-stretchable tape after normal expiration in a standing position, midway between the most caudal part of the lateral costal arch and the iliac crest. Elevated WC was defined as a WC > 102 cm for men and > 88 cm for women (17). BMI was calculated as body weight (kg)/height squared (m^2), and then categorized according to the following World Health Organization categories: underweight (< 18.5 m/kg^2), normal weight (18.5-24.9 m/kg^2), overweight (25.0-29.9 m/kg^2), and obese ($\geq 30.0 m/kg^2$). Proper adjustment was made for individuals of short stature (women < 1.50 m, men < 1.60 m): overweight, 23.0-24.9 m/kg^2 and obese, $\geq 25.0 m/kg^2$ (18,19). Two research interns collected the data; they were standardized and subject to periodic supervision for verifying adherence to stipulated procedures. Every anthropometric and clinical measurement was obtained in triplicates, and the mean value was used in further analyses.

CLINICAL AND BIOCHEMICAL MEASUREMENTS

Blood pressure was measured after a 5-min rest in a sitting position using indirect auscultation with a calibrated sphygmomanometer (Tyco Classic Hand Aneroids, Welch Allyn Inc,

Skaneateles Falls, NY, USA); systolic and diastolic blood pressures were defined as Korotkoff phases 1 and 5, respectively. Hypertension was self-reported or defined as measured systolic blood pressure of > 140 mmHg and/or diastolic blood pressure of > 90 mmHg. Blood samples were obtained to measure fasting plasma glucose, serum lipids (high-density lipoprotein [HDL]-cholesterol and triglycerides), and serum insulin levels. Blood was drawn under standardized conditions after fasting for 10-14 hours, and samples were collected using a vacuum system (Vacutainer®, BD, Franklin Lakes, NJ, USA). Laboratory analysis was done on the day of sampling, except for insulin; samples were maintained at -20°C until quantitative determination of insulin was performed using an enzyme-linked immunosorbent assay (insulin ELISA, ALPCO Immunoassays; Salem, NH, USA). Dysglycemia was defined as the self-reported presence of diabetes or measured fasting plasma glucose level > 100 mg/dL, and dyslipidemia was defined as self-reported or measured triglyceride levels > 150 mg/dL or HDL-cholesterol level < 40 mg/dL in men and < 50 mg/dL in women. Insulin resistance, as per the Homeostasis Model Assessment index, having a cut-off point of 2.5, was calculated with the following formula: fasting insulinemia ($\mu\text{U/mL}$) $\times$ fasting glycemia (mg/dL)/405 (20). The presence of metabolic syndrome was confirmed if ≥ 3 of the following criteria were met: WC > 102 cm in men and > 88 cm in women; triglyceride level > 150 mg/dL; HDL-cholesterol level < 40 mg/dL in men and < 50 mg/dL in women; systolic blood pressure > 130 mmHg and/or diastolic blood pressure > 85 mmHg or self-reported hypertension; and fasting plasma glucose level > 100 mg/dL or self-reported diabetes (2). Blood samples were processed using automated clinical chemistry equipment following the guidelines of the clinical laboratory quality standards.

STATISTICAL ANALYSIS

Categorical variables were compared using the Chi-squared test, and continuous variables were compared using Student's *t*-test. Determination of SAD threshold values was based on sex-adjusted receiver operating characteristic (ROC) curves and area under the curve (AUC) using hypertension, dysglycemia, dyslipidemia and insulin resistance as individual outcomes and metabolic syndrome as a composite outcome. Rationale for choosing these outcomes lied in their well documented association with visceral adiposity (7,21) and also because of their importance for preventing cardiovascular disease (22). Screening tests can be offered at the same time (parallel testing) or sequentially (serial testing); therefore, the accuracy of WC and SAD were tested using both approaches. Parallel testing consisted of WC and SAD performed simultaneously and disease individuals were defined as those who tested positive by either one test or by both tests. Sequential testing was a two-stage screening that required a SAD test only when the result of the WC test was positive; disease individuals were defined as those who tested positive by both tests (23). Serial and parallel performance characteristics were examined using EPIDAT® (24). The effect of combining a high

WC or high BMI with a high SAD on detection of cardio-metabolic risk factors was assessed using odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI). For this, unconditional binary logistic regression was conducted using the anthropometric measure as the independent variable, age and BMI as control variables, and the cardio-metabolic risk factor as the dependent variable. Only one anthropometric measure was entered at a time because of the strong and significant correlation between SAD and WC ($r = 0.57$, $p < 0.0001$), SAD and BMI ($r = 0.79$; $p < 0.0001$), and WC and BMI ($r = 0.63$, $p < 0.0001$).

RESULTS

The mean age of the subjects was 42.9 ± 9.6 years. Of all subjects, 60.2% were women and 63.9% were married. With respect to the educational level, 13.1% completed middle school, 50.9% were undergraduates and 36% were graduates. According to job category, 36.1% were professionals or managers. In terms of associated conditions, 10% self-reported diabetes, 12.3% had hypertension, and 9.3% had dyslipidemia. Further, 17.8% usually consumed alcohol, 20.1% smoked tobacco, and 59% did not exercise regularly. Fifty-eight percent of the subjects had at least one family member with hypertension; 51.7%, with diabetes; and 24.8%, with high cholesterol level. Male and female subjects were of similar age (42.4 ± 10.2 vs. 43.2 ± 9.2 years, $p > 0.05$), and had comparable nutritional status and prevalence of dysglycemia, insulin resistance, dyslipidemia, and metabolic syndrome ($p > 0.05$). Nonetheless, the WC, SAD, and hypertension frequency differed between men and women ($p < 0.05$) (Table I).

SAD THRESHOLD VALUES FOR CARDIO-METABOLIC RISK FACTORS

In men, a SAD threshold value of 24.6 cm resulted with the best combination of sensitivity and specificity for metabolic syndrome (79% and 66%, respectively) (Fig. 1A), and resulted with acceptable combination of sensitivity and specificity for individual outcomes (Table II). In women, the SAD threshold value of 22.5 cm also offered the best combination of sensitivity and specificity for metabolic syndrome (67% and 70%, respectively) (Fig. 1B), and acceptable combination for individual outcomes (Table II).

WC SENSITIVITY AND SPECIFICITY WITH PARALLEL AND SERIAL SAD TESTING

Sixty-five percent of the population had SAD or WC values greater than the identified cut-off values, while 43.1% had both values greater than the identified values. Broadly speaking, a high WC in parallel with a high SAD improved WC sensitivity: the highest improvement was seen for dysglycemia in men (+10.0%); as expected, every specificity value decreased. Importantly, serial testing improved WC specificity (Table II).

Table I. Clinical profile of men and women in the study population

	Men	Women	p value
Body mass index (kg/m ²)	30.1 ± 5.1	29.9 ± 5.4	NS
Nutritional category:			
Underweight	--	0.60% (n = 1/162)	NS
Normal	14.0% (n = 15/107)	16.0% (n = 26/162)	
Overweight	41.1% (n = 44/107)	35.2% (n = 57/162)	
Obesity	44.9% (n = 48/107)	48.1% (n = 78/162)	
Waist circumference (cm)	102.5 ± 11.9	93.5 ± 12.4	0.0001
Sagittal abdominal diameter (cm)	24.7 ± 4	22.1 ± 3.9	0.0001
Hypertension	31.8% (n = 34/107)	19.1% (n = 31/162)	0.018
Dysglycemia	37.4% (n = 40/107)	28.4% (n = 46/162)	NS
Insulin resistance	47.1% (n = 41/87)	42% (n = 47/112)	NS
Dyslipidemia	63.6% (n = 68/107)	66.7% (n = 108/162)	NS
Metabolic syndrome	36.4% (n = 39/107)	43.2% (n = 70/162)	NS

NS: non-significant ($p > 0.05$).

Table II. Waist circumference (WC) sensitivity and specificity in parallel and serial sagittal abdominal diameter (SAD) testing for detection of cardio-metabolic risk factors

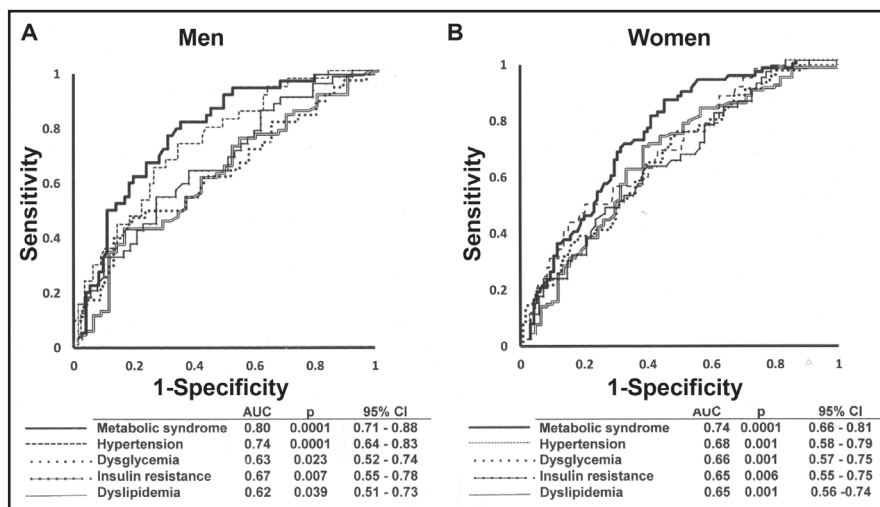
		Sensitivity (specificity)			
Prevalence		Hypertension %	Dysglycemia %	Insulin resistance %	Dyslipidemia %
Men					
WC (> 102 cm)	50.5% (n = 54/107)	79.4 (63.0)	60.0 (55.2)	70.7 (60.9)	54.4 (56.4)
SAD (> 24.6 cm)	50.5% (n = 54/107)	73.5 (60.2)	62.5 (56.7)	63.4 (63.0)	55.9 (59.0)
WC or SAD ^a	57.9% (n = 62/107)	82.3 (53.4)	70.0 (49.2)	73.2 (54.3)	63.2 (51.3)
WC and SAD ^b	43.0% (n = 46/107)	70.5 (69.8)	52.5 (62.6)	60.9 (69.5)	47.0 (64.1)
WC sensitivity improvement ^a		+ 2.9	+ 10.0	+ 2.5	+ 8.8
WC specificity improvement ^b		+ 6.8	+ 7.4	+ 8.6	+ 7.7
Women					
WC (> 88 cm)	67.3% (n = 109/162)	83.8 (36.6)	82.6 (38.7)	78.7 (38.5)	74.1 (46.3)
SAD (> 22.5 cm)	45.7% (n = 74/162)	64.5 (58.7)	63.0 (61.2)	61.7 (61.5)	53.7 (70.4)
WC or SAD ^a	69.8% (n = 113/162)	87.0 (34.3)	84.8 (36.2)	78.7 (36.9)	75.9 (42.6)
WC and SAD ^b	43.2% (n = 70/162)	61.3 (61.0)	60.9 (63.7)	61.7 (63.0)	51.9 (74.0)
WC sensitivity improvement ^a		+ 3.2	+ 2.2	0.0	+ 1.8
WC specificity improvement ^b		+ 24.4	+ 25	+ 24.5	+ 27.7

^aParallel testing: A result is considered as positive if the person tests positive to either WC or SAD. ^bSerial testing: A result is considered as positive if the person tests positive to both WC and SAD.

SAD ALONG WITH WC OR BMI FOR DETECTION OF CARDIO-METABOLIC RISK FACTORS

Individuals with SAD values greater than the cut-off value were older than those with SAD values within the cut-off value

(44.6 ± 8.9 vs. 41.4 ± 9.9 years, $p < 0.0001$). They were also more likely to have lower education levels (18.3% vs. 8.6%, $p = 0.03$) and not exercise regularly (48.6% vs. 32.8%, $p < 0.01$). SAD alone increased the probability of detecting any cardio-metabolic risk factor. The co-occurrence of high WC and high SAD slightly increased the risk for detecting cardio-metabolic risk fac-

**Figure 1.**

Receiver operating characteristic (ROC) curves for abdominal sagittal diameter (SAD) according to single and composite outcomes.

tors, while the combination of high BMI and high SAD increased the risk for hypertension by 4.0-fold (95% CI: 1.3, 12.3) and that for insulin resistance by 4.3-fold (95% CI 1.7, 11.9) (Table III).

DISCUSSION

To our knowledge, this is the first report on SAD threshold values for detection of cardio-metabolic risk factors in the Mexican

population in northeast urban Mexico. We found that 24.6 cm for men and 22.5 cm for women were suitable threshold values for detecting hypertension, dysglycemia, dyslipidemia, insulin resistance, or metabolic syndrome, with acceptable combination of sensitivity and specificity. The issue of maintaining the same cut-off for all endpoints without giving up validity was a matter of great concern because of its practicability and potential extended benefits. While the main reason for analyzing detection of separate components of the metabolic syndrome was the opportunity of

Table III. Sagittal abdominal diameter (SAD), waist circumference (WC), and body mass index (BMI) in detection of cardio-metabolic risk factors

		Cardio-metabolic risk factor				
Measure	Prevalence	Hypertension	Dysglycemia	Insulin resistance	Dyslipidemia	Metabolic syndrome ⁹
		Age-adjusted odds ratios (95% confidence interval)				
SAD ^{a†}	47.6%	2.6 (1.4-5.1)*	1.9 (1.1-3.4)*	2.2 (1.2-4.2)*	1.7 (1.0-3.1) [†]	3.8 (2.2-6.8)*
	(n = 128/269)					
WC ^{b†}	60.6%	3.3 (1.5-7.1)*	1.6 (0.8-3.0)	2.1 (1.03-4.4)*	1.4 (0.80-2.6)	-
	(n = 163/269)					
BMI ^c	84.4%	2.9 (1.0-8.5) [†]	2.6 (1.03-6.7)*	3.3 (1.3-8.1)*	2.8 (1.4-5.5)*	10.0 (3.0-33.7)*
	(n = 227/269)					
WC or SAD ^{d†}	65.1%	3.4 (1.5-7.9)*	2.0 (1.01-3.9)*	1.9 (0.9-3.9)	1.5 (0.8-2.8)	-
	(n = 175/269)					
WC and SAD ^{e†}	43.1%	3.4 (1.5-8.0)*	2.1 (1.01-4.4)*	2.4 (1.1-5.3)*	1.9 (1.0-3.8) [†]	-
	(n = 116/269)					
BMI and SAD ^f	47.2%	4.0 (1.3-12.3)*	3.3 (1.3-8.8)*	4.3 (1.7-11.9)*	3.4 (1.6-7.4)*	17.2 (5.0-59.2)*
	(n = 127/269)					

^aCut-off value > 24.6 cm in men and > 22.5 cm in women; reference group SAD is within limits; ^bCut-off value > 102 cm in men and > 88 cm in women; reference group WC is within limits; ^cCut-off value $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ($\geq 23 \text{ kg/m}^2$ in short-stature individuals); reference group BMI is within limits; ^dReference group WC and SAD are within limits; ^eReference group WC and SAD are within limits; individuals with the combination SAD+ WC- or SAD- WC+ were excluded from this estimation (21.9%); ^fReference group BMI and SAD are within limits; individuals with the combination SAD+ BMI- or SAD+ BMI+ were excluded from this estimation (37.5%); ⁹Because WC is a criterion for metabolic syndrome, odd ratios were not computed for WC and combination of WC and/or SAD. *p < 0.05; †p = 0.06; ‡adjusted by BMI.

early stage treatment before installation of the complete syndrome (22,25).

SAD cut-off values differ among countries. In Brasil, Vasques et al. (14) found that 21.0 cm was the optimal cut-off for screening insulin resistance in women, with 70% sensitivity and 70.4% specificity. In Sweden, Riserus et al. (13) found that 22.2 cm in men and 20.1 cm in women were ideal threshold values for cardio-metabolic risk (no data on sensitivity and specificity are available). In Finland, Pajunen et al. (11) identified 23.5 cm in men and women as the upper quartile limit for predicting diabetes. In the USA, Kahn et al. (12) showed that 25.3 cm in men and 24.4 cm in women were the upper quartile limits for detecting dysglycemia, whereas Iribarren et al. (15) showed that 26.9 cm in men and 25.7 cm in women predicted coronary heart disease, even though they measured SAD in a standing position. The cut-off values clearly differ across studies, highlighting the importance of validating best possible thresholds values before generalizing their utilization. For example, if we applied the American 26.9 cm cut-off value for dysglycemia, the sensitivity would decrease from 62.5% to 42.5% in men, and if we applied the Swedish 22.2 cm cut-off value for dysglycemia again, the sensitivity would increase to 82.5%. These variations can be explained by the method used to calculate the cut-off values, *i.e.*, ROC curves or upper quartiles, as well as the age of population. Thus, it is important to conduct multi-centric studies to determine a useful universal threshold value or apply appropriate correction before using SAD measurements for specific populations, as is done for WC (26).

WC and BMI are very practical and widely used measurements. Thus, we determined the effect of considering SAD along with WC or BMI for the detection of cardio-metabolic risk factors. We found that a high SAD alone increased the risk of hypertension, dysglycemia, and insulin resistance by more than 2-fold and the risk of metabolic syndrome by almost 4-fold. The co-occurrence of high SAD and high BMI increased the risk of dysglycemia by 3-fold. This finding is in line with a study in Finland, which showed that SAD was associated with diabetes after a mean follow-up of 8.1 years. Comparisons between the highest and the lowest quartiles yielded a relative risk of 14.7 for SAD alone (95% CI: 6.9-31.2) and the co-occurrence of high SAD and high BMI yielded a relative risk of 37.0 (95% CI: 11.2-122) (11). Another longitudinal study with a median follow-up period of 12 years showed that a high SAD together with a high BMI indicated the risk of coronary heart disease better than that with the use of high BMI alone (15). In addition, several studies have assessed whether SAD adds value to WC. Mukuddem-Petersen et al. (27) reported that SAD had no advantages over WC in detecting components of the metabolic syndrome, while Pajunen et al. (11) showed that for predicting diabetes incidence, a high SAD and high WC together yielded a relative risk of 18.9 (95% CI: 7.2-49.2) as compared to low SAD and normal WC alone. We found the co-occurrence of high SAD and high WC increased the risk of dysglycemia by 2-fold. Finally, we determined to what extent a given WC sensitivity could be improved if SAD is applied in parallel, and we found a slight further improvement in this effect. Conversely, WC showed large improvements in specificity with SAD serial testing. Arguments

in favor of selecting a high sensitivity test are that it can detect a lethal and treatable disease or a disease that spreads easily; arguments in favor of a high specificity test are its low cost or invasiveness. Considering these issues, we believe that SAD is useful for detecting cardio-metabolic risk factors in parallel with WC in a clinical setting. However, a high specificity test for population screening is necessary, for which we recommend serial testing instead of parallel testing.

Despite our important findings, our study has a few limitations that need to be considered. First, our study population was predominantly middle aged. Thus, the standard anthropometric data did not accurately account for changes in body composition and fat distribution in the elderly, as aging is associated with an increase in fat mass and decrease in height, lean tissue, and muscle mass (28,29). As such, Kahn et al. (30) reported a tendency to larger SAD with increasing age. Therefore, this should be considered when generalizing threshold values and cardio-metabolic increased risk from young to older adults. We recognize a population-based study would have been the ideal study design but this was not feasible. Nevertheless, we believe our study population typifies the Mexican population in terms of self-reported co-morbidity. The 2012 National Survey (31) showed 16.6% prevalence of self-reported hypertension (in our study it was 12.3%), 9.2% prevalence of self-reported diabetes (in our study, 10%); and 13.0% prevalence of self-reported abnormal cholesterol (in our study, 9.3%). However, results for SAD threshold values should be cautiously interpreted because of the high prevalence of overweight and obesity. The National survey already mentioned revealed 73% of Mexican adult men and 69% of Mexican adult women were overweight or obese (in our study they were 86% and 83.3%, respectively). USA has a similar situation: the National Health and Nutrition Examination Survey 2011-2012 showed that the prevalence of overweight and obesity was 71.3% in North American adult men, 65.8% in North American adult women, 78.6% in Hispanic adult men, and 77.2% in Hispanic adult women (32). Therefore, future studies should address the validity of the identified cut-off values in populations with a lower occurrence of obesity. For the time being, we consider identified cut-off values are useful for selective screening of overweight and obese populations. Apart from the limitations, our study also had several strengths: the anthropometric measurements were performed by trained personnel who used a systematic protocol, and outcome definitions did not rely on only self-report but also on laboratory tests, which were performed when the subjects agreed to participate in the study.

CONCLUSIONS

In summary, we identified SAD threshold values with acceptable sensitivity and specificity for detection of cardio-metabolic risk factors in Mexican adults in northeast urban Mexico. SAD was strongly associated with cardio-metabolic risk factors. We found that using SAD together with traditional obesity indices such as WC and BMI has advantages over using these indices

alone. Future longitudinal studies should be conducted to confirm our findings. Thus, SAD may be used as a potential indicator for cardiovascular disease and could be a powerful screening tool in interventions for high-risk individuals at individual and population levels.

ACKNOWLEDGMENTS

We gratefully acknowledge the unconditional collaboration of Dr. Juan Antonio Elizondo Nolasco and Dr. Eva María Espinosa Flores, whose support was essential to the development of this study.

REFERENCES

1. World Health Organization. Global status reports on non-communicable diseases 2014. Geneva: World Health Organization; 2014. Cited: 2015 March. Available on: <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/en/>.
2. Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract* 2014;2014:943162.
3. Gallagher D, Shaheen I, Zafar K. State-of-the-art measurements in human body composition: A moving frontier of clinical importance. *Int J Body Compos Res* 2008;6:141-8.
4. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566-72.
5. Vasques AC, Rosado L, Rosado G, Ribeiro RC, Franceschini S, Geloneze B. Anthropometric indicators of insulin resistance. *Arq Bras Cardiol* 2010;95:e14-e23.
6. Yim JY, Kim D, Lim SH, Park MJ, Choi SH, Lee CH, et al. Sagittal abdominal diameter is a strong anthropometric measure of visceral adipose tissue in the Asian general population. *Diabetes Care* 2010;33:2665-70.
7. Hoenig MR. MRI sagittal abdominal diameter is a stronger predictor of metabolic syndrome than visceral fat area or waist circumference in a high-risk vascular cohort. *Vasc Health Risk Manag* 2010;6:629-33.
8. Cheong KC, Ghazali SM, Hock LK, Yousoff AF, Selvarajah S, Haniff J, et al. Optimal waist circumference cut-off values for predicting cardiovascular risk factors in a multi-ethnic Malaysian population. *Obes Res Clin Pract* 2014;8:e154-62.
9. Mamtani M, Kulkarni H, Dyer TD, Almasy L, Mahaney MC, Duggirala R, et al. Waist circumference independently associates with the risk of insulin resistance and type 2 diabetes in Mexican American families. *PLoS One*. 2013;8:e59153.
10. Siren R, Eriksson JG, Vanhanen H. Waist circumference a good indicator of future risk for type 2 diabetes and cardiovascular disease. *BMC Public Health* 2012;12:631.
11. Pajunen P, Rissanen H, Laaksonen MA, Heliövaara M, Reunanen A, Knekt P. Sagittal abdominal diameter as a new predictor for incident diabetes. *Diabetes Care* 2013;36:283-8.
12. Kahn HS, Gu Q, Bullard KM, Freedman DS, Ahluwalia N, Ogden CL. Population distribution of the sagittal abdominal diameter (SAD) from a representative sample of US adults: Comparison of SAD, waist circumference and body mass index for identifying dysglycemia. *PLoS One* 2014;9:e108707.
13. Risérus U, De Faire U, Berglund L, Hellénus ML. Sagittal abdominal diameter as a screening tool in clinical research: Cutoffs for cardiometabolic risk. *J Obes* 2010;pii: 757939.
14. Vasques AC, Cassani RS, Forti AC, Vilela BS, Pareja JC, Tambascia MA, et al. Sagittal abdominal diameter as a surrogate marker of insulin resistance in an admixed population-Brazilian Metabolic Syndrome Study (BRAMS). *PLoS One* 2015;10:e0125365.
15. Iribarren C, Darbinian JA, Lo JC, Fireman BH, Go AS. Value of the sagittal abdominal diameter in coronary heart disease risk assessment: Cohort study in a large, multiethnic population. *Am J Epidemiol* 2006;164:1150-9.
16. Hajian-Tilaki K. Sample size estimation in diagnostic test studies of biomedical informatics. *J Biomed Inform* 2014;48:193-204.
17. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: Report of a WHO expert consultation. Geneva: World Health Organization; 2008. Cited: 2015 March 5. Available on: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf
18. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation (WHO Technical Report Series 894) Geneva: World Health Organization; 2004.
19. Mexican Official Standard NOM-008-SSA-2010. For the treatment of overweight and obesity. Official Journal of the Federation. 4 August 2010. Cited: 2015 March 5. Available on: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5154226&fecha=04/08/2010. [In Spanish]
20. Ascaso JF, Pardo S, Real JT, Lorente RI, Priego A, Carmena R. Diagnosing insulin resistance by simple quantitative methods in subjects with normal glucose metabolism. *Diabetes Care* 2003;26:3320-5.
21. Asayama K, Dobashi K, Hayashibe H, Koderia K, Uchida N, Nakane T. Threshold values of visceral fat measures and their anthropometric alternatives for metabolic derangement in Japanese obese boys. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:208-13.
22. Huffman MD, Capewell S, Ning H, Shay CM, Ford ES, Lloyd-Jones DM. Cardiovascular health behavior and health factor changes (1988-2008) and projections to 2020: Results from the National Health and Nutrition Examination Surveys. *Circulation* 2012;125:2595-602.
23. Lewis GH, Sheringham J, Kalim K, Crayford T. Mastering Public Health: A postgraduate guide to examinations and revalidation. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group; 2008.
24. Xunta de Galicia and Panamerican Health Organization. EpiDat. Version 3.1, 2006.
25. Orchard TJ, Temprosa M, Goldberg R, Haffner S, Ratner R, Marcovina S, et al. Diabetes Prevention Program Research Group. The effect of metformin and intensive lifestyle intervention on the metabolic syndrome: The Diabetes Prevention Program randomized trial. *Ann Intern Med* 2005;142:611-9.
26. Lear SA, James PT, Ko GT, Kumanyika S. Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:42-61.
27. Mukuddem-Petersen J, Snijder MB, Van Dam RM, Dekker JM, Bouter LM, Stehouwer CD, et al. Sagittal abdominal diameter: No advantage compared with other anthropometric measures as a correlate of components of the metabolic syndrome in elderly from the Hoorn Study. *Am J Clin Nutr* 2006;84:995-1002.
28. Peter RS, Fromm E, Klenk J, Concin H, Nagel G. Change in height, weight, and body mass index: Longitudinal data from Austria. *Am J Hum Biol* 2014;26:690-6.
29. St-Onge MP. Relationship between body composition changes and changes in physical function and metabolic risk factors in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005;8:523-8.
30. Kahn HS, Rissanen H, Bullard KM, Knekt P. The population distribution of the sagittal abdominal diameter (SAD) and SAD/height ratio among Finnish adults. *Clin Obes* 2014;4:333-4.
31. National Institute of Public Health. National Health and Nutrition Examination Survey 2012. National Results. ENSANUT. Cited: 2015 March 5. Available on: http://ensanut.insp.mx/resultados_principales.php#VK6TicYWE5g. [In Spanish].
32. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. *JAMA* 2014;311:806-14.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Variaciones en el estado nutricional y su reflejo en la composición corporal en mujeres chilenas con síndrome metabólico

Changes in nutritional status and its reflection in body composition in Chilean women with metabolic syndrome

Antonio López-Fuenzalida¹, Pablo Valdés-Badilla^{2,3}, Tomás Herrera-Valenzuela^{4,5}, Carolina Rodríguez Canales⁶, Álvaro Reyes Ponce¹, Enrique Arriaza Ardiles⁷ y Samuel Durán Agüero⁸

¹Carrera de Kinesiología. UDA Cs. de la Salud. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. ²Instituto de Actividad Física y Salud y

³Departamento de Educación Física. Universidad Autónoma de Chile. Sede Temuco, Chile. ⁴Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Escuela

de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Universidad de Santiago de Chile, USACH. Santiago de Chile, Chile. ⁵Facultad de Ciencias de la Actividad Física.

Universidad San Sebastián. Chile. ⁶Pedagogía en Educación Física. Escuela de Educación. Universidad Viña del Mar. Viña del Mar, Chile. ⁷Centro de Estudios Avanzados y

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deporte. Universidad de Playa Ancha. Valparaíso, Chile. ⁸Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Chile

Resumen

Introducción: la categorización del estado nutricional a través del índice de masa corporal (IMC) es uno de los recursos de valoración clínica más utilizados en el síndrome metabólico (SM). Sin embargo, es desconocida su capacidad para identificar las diferencias en la composición corporal.

Objetivo: determinar si las variaciones en el estado nutricional se reflejan en la composición corporal en mujeres con SM e identificar la concordancia de clasificación del riesgo cardiometabólico entre el estado nutricional e índices antropométricos.

Material y métodos: la muestra incluyó 136 mujeres (edad $42 \pm 3,5$ años) con SM. Se evaluó el estado nutricional, masa muscular, masa adiposa, perímetro de cintura (PC), índice cintura-cadera (ICC) e índice cintura-estatura (ICE). Se compararon los valores de composición corporal e índices antropométricos; adicionalmente se determinó la concordancia clasificatoria del riesgo cardiometabólico entre los índices y el IMC.

Resultados: solo la edad ($p = 0,358$), estatura ($p = 0,209$) y porcentaje de adiposidad ($p = 0,234$) no mostraron diferencias significativas entre los grupos. La mejor concordancia clasificatoria del riesgo cardiometabólico se observó en el $PC > 88$ cm (94,9%) e $ICE \geq 0,5$ (94,1%) al categorizar el IMC en normopeso vs. exceso de peso; mientras que el $PC > 88$ cm obtuvo mejor concordancia separando al grupo en normopeso-sobrepeso vs. obesidad (85,3%), aunque la sensibilidad y especificidad fueron más homogéneas con el $ICC \geq 0,85$.

Conclusión: el IMC no logra identificar las variaciones de la adiposidad corporal en mujeres con SM agrupadas según su estado nutricional. El IMC presenta mejor sensibilidad que especificidad respecto a los índices considerados para determinar riesgo cardiometabólico en mujeres con SM.

Palabras clave:

Estado nutricional.
Índice de
masa corporal.
Composición
corporal. Síndrome
metabólico X.

Abstract

Introduction: The categorization of nutritional status by the body mass index (BMI) is one of the most used clinical assessment method in patients with metabolic syndrome (MS). The utility to identify differences in body composition to determine changes in nutritional status that are reflected in the variables of body composition in women with MS is unknown.

Objective: To determine whether variations on nutritional status are associated with body composition parameters in women with metabolic syndrome, and to identify the level of agreement between nutritional status and health anthropometric indices in cardiometabolic risk classification.

Material and methods: Nutritional status, muscle mass, fat mass, waist circumference (PC), waist-hip ratio (WHR) and waist-height index (ICE) were assessed in 136 women with SM (age 42 ± 3.5 years). Body composition and anthropometric indices were compared. In addition, the agreement between the risk of metabolic syndrome and BMI was determined.

Results: There were no significant differences between groups in age ($p = 0.358$), height ($p = 0.209$) and percentage of adiposity ($p = 0.234$). The best agreement of cardiometabolic risk was observed between $PC > 88$ cm (94.9%) and $ICE \geq 0.5$ (94.9%) when BMI is dichotomized as normal weight and overweight; while, the $PC > 88$ cm (85.3%) showed better agreement when BMI is grouped as normal weight versus overweight and obesity. The percentages of agreement were more homogeneous with the $ICC \geq 0.85$.

Conclusion: The BMI does not identify changes in body fat in women with MS when they are grouped using nutritional status. BMI has better sensitivity than specificity respect to the indices considered in determining cardiometabolic risk in women with MS.

Key words:

Nutritional status.
Body mass index.
Body composition.
Metabolic syndrome X.

Recibido: 01/12/2015
Aceptado: 07/03/2016

López-Fuenzalida A, Valdés-Badilla P, Herrera-Valenzuela T, Rodríguez Canales C, Reyes Ponce A, Arriaza Ardiles E, Durán Agüero S. Variaciones en el estado nutricional y su reflejo en la composición corporal en mujeres chilenas con síndrome metabólico. Nutr Hosp 2016;33:616-622

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.269>

Correspondencia:

Antonio López Fuenzalida. Edificio UDA Cs. de la Salud.
Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica
de Chile. Campus San Joaquín.
Av. Vicuña Mackenna
4860. Macul, Santiago. Chile
e-mail: aelopezf@uc.cl

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) es una condición endógena que incrementa la probabilidad de desarrollar enfermedades de índole hepático, cardiovascular y metabólico (1), cuya prevalencia a nivel mundial se ha incrementado de forma importante durante las últimas décadas (2,3).

Si bien existen diferentes criterios diagnósticos del SM, globalmente estos identifican como elemento fisiopatológico central a la obesidad abdominal (visceral) como el principal responsable del incremento de la prevalencia de este síndrome, con el consecuente desarrollo de enfermedades cardiometabólicas en las personas (4). Es en este contexto donde toman relevancia los métodos de evaluación e identificación de la obesidad central en personas con SM, destacando entre ellos el uso del índice de masa corporal (IMC), el perímetro de cintura (PC) e índice cintura-cadera (ICC), cuya selección y uso es dependiente de cada criterio (5).

De acuerdo a los recursos de evaluación presentados anteriormente, el IMC es uno de los más utilizados en la práctica clínica (6-8). Sin embargo, ha sido sometido a cuestionamiento como herramienta diagnóstica del estado nutricional, por cuanto se indica que probablemente no sería capaz de orientar con claridad sobre el exceso de tejido adiposo en las personas, y su consecuente asociación con la morbilidad (9,10). Adicionalmente, se ha demostrado que existe otro recurso antropométrico, el perímetro de cintura, que sería mejor predictor del SM en comparación al IMC (11), a lo cual se suma la consideración de algunos investigadores respecto a la mejor capacidad de otras herramientas de análisis morfológicos en la pesquisa tanto de la grasa visceral abdominal (12) como de los factores de riesgo cardiometabólico (13).

En este sentido, la clarificación del valor estimativo del IMC respecto al contenido de masa adiposa en una persona con SM es de suma importancia para los profesionales de la salud, dado que el exceso de tejido adiposo podría ser causante de las condiciones de comorbilidad cardiometabólicas señaladas previamente (14), por lo que la necesidad de contar con un nivel de certeza respecto a la concordancia entre la valoración morfológica identificada por el IMC y el exceso de adiposidad es imperiosa para la evaluación pre-intervención nutricional y/o actividad física y posterior control en personas con este síndrome.

OBJETIVO

Según los antecedentes aportados, el presente estudio tiene como objetivo principal determinar si las variaciones en el estado nutricional se reflejan en las variables de la composición corporal en mujeres con SM y, secundariamente, identificar la concordancia de clasificación del riesgo metabólico entre el estado nutricional y los índices antropométricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación contempla un diseño no experimental, descriptivo, transversal, con un enfoque cuantitativo.

SUJETOS

La población está constituida por todas las mujeres adultas diagnosticadas con síndrome metabólico, de acuerdo a los criterios propuestos por la Federación Internacional de Diabetes (IDF) (15), que pertenecían a un centro de atención primaria del sistema de salud público en Santiago de Chile. Adicionalmente debían ser físicamente inactivas de acuerdo a los criterios del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) (16). La muestra fue seleccionada bajo un criterio no probabilístico, que incluyó 136 mujeres, con una media de edad de $42 \pm 3,5$ años, estatura de $1,59 \pm 0,12$ m, peso corporal de 72 ± 7 kg y un IMC de $31,48 \pm 4,98$ kg/m².

El proceso de selección se llevó a cabo inicialmente mediante contacto telefónico con las mujeres, para posteriormente ser incorporadas en forma definitiva al estudio, luego de aprobar su participación a través de la firma de un consentimiento informado en donde se detallaron los beneficios y los riesgos de su participación. En cuanto a los criterios de exclusión, estos consistieron en presentar algunas de las siguientes condiciones: a) afección de la piel que impidiese llevar a cabo la evaluación antropométrica; b) malformación o amputación de miembros que impidiese utilizar las ecuaciones antropométricas de estimación de la composición corporal, y c) patología de base que no estuviese considerada dentro de los criterios diagnósticos utilizados en el SM. Los protocolos de evaluación y tratamiento de datos fueron previamente revisados y aprobados por el Comité de Bioética de la Universidad de Playa Ancha de Valparaíso, Chile (Código de proyecto: 004/2015), acorde a la Declaración de Helsinki. De igual forma, se contó con la autorización y aprobación de la dirección del centro de salud en donde se llevaron a cabo las evaluaciones.

ANTROPOMETRÍA

El proceso de evaluación y recolección de datos se realizó en el centro de atención público de salud en donde se atendía a las mujeres evaluadas. La medición de las variables antropométricas y las características de los materiales utilizados fueron los siguientes: peso corporal total, utilizando balanza electrónica portátil (Seca 769, Alemania; precisión 0,1 kg); la estatura se midió a través de un estadiómetro portátil (Seca 217, Alemania; precisión 0,1 cm); los pliegues cutáneos: bicipital, tricipital, subescapular, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo y pantorrilla, con plicómetro (Slime Guide, Rosscraft, Canadá; precisión 0,5 mm); y los perímetros corporales: brazo relajado, antebrazo, tórax, cintura, cadera, muslo medio y pantorrilla, con cinta antropométrica (Rosscraft, Canadá; precisión 0,1 cm). Todas las evaluaciones fueron realizadas por evaluadores con nivel 2 y 3 de la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría (ISAK).

El estado nutricional fue determinado mediante el uso del IMC, de acuerdo a la propuesta de Adolph Quetelet (17) (peso[kg]/altura²[m]), utilizando la clasificación de normopeso (NP), sobrepeso (SP) y obesidad (OB) para mujeres adultas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (18).

Respecto a la identificación de la composición corporal, esta se realizó a través de la estimación de las masas adiposa y muscular (relativos y absolutos), según el método de fraccionamiento penta-compartimental de Kerr (19). La evaluación del perímetro de cintura y determinación del índice cintura-cadera (PC/Perímetro de cadera) se llevaron a cabo de acuerdo a las recomendaciones de la OMS (20); mientras que el índice cintura-estatura (ICE) fue determinado por PC/Estatura (con igual unidad de medida para ambas variables). Para la categorización del riesgo metabólico a través del uso de las variables antropométricas de PC e índice cintura-cadera (ICC) se consideraron los criterios propuestos por la OMS (20) y por Koch y cols. (21). PC: a) ≥ 80 cm, para riesgo incrementado (20); b) ≥ 88 cm, para riesgo sustancialmente incrementado (20); y c) $\geq 87,7$ cm (21). ICC: a) $\geq 0,85$, para riesgo sustancialmente incrementado (20); y b) $\geq 0,84$ (21). Para el ICE se consideró como valor de riesgo tanto la propuesta de Browning y cols. (6), $\geq 0,5$, como la de Koch y cols. (21), $\geq 0,55$.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis descriptivo se utilizó promedio y desviación estándar. Todas las variables fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Para la comparación de las variables entre grupos de estado nutricional se aplicó el análisis de varianza ANOVA a una vía y el test de comparaciones múltiples de Scheffé como *post hoc*. El IMC fue dicotomizado de dos formas: en primera instancia se consideraron las categorías de normal y sobrepeso/obesidad, mientras que la segunda modalidad implicó agrupar el normopeso con el sobrepeso, dejando aparte al

grupo de obesidad. Las variables perímetro de cintura, índice cintura-cadera, índice cintura-estatura y estado nutricional fueron dicotomizadas (normal/riesgo), de acuerdo a los criterios descritos con anterioridad. Posteriormente se determinó el nivel de concordancia de clasificación entre el PC, ICC e ICE utilizando el estado nutricional como variable de referencia. Para todos los casos se consideró un resultado estadísticamente significativo un $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

La tabla I exhibe las características antropométricas promedio de las mujeres chilenas evaluadas con síndrome metabólico, alcanzando un PC de $88,8 \pm 6,1$ cm, adiposidad de $34,9 \pm 4,3\%$, masa muscular de $43,6 \pm 2,5\%$, índice cintura-cadera de $0,84 \pm 0,04$ e índice cintura-estatura de $0,55 \pm 0,04$. Además, se encontraron diferencias significativas en todas las variables estudiadas, excepto en edad, talla y porcentaje de adiposidad, al relacionarlas con las clasificaciones de estado nutricional.

La tabla II presenta los valores de sensibilidad y especificidad de acuerdo al estado nutricional categorizado como normopeso frente al sobrepeso/obesidad de las mujeres chilenas evaluadas con síndrome metabólico. Los resultados muestran una baja capacidad de detección de riesgo cardiometabólico por parte del IMC de mujeres con normopeso y con síndrome metabólico cuando estas son clasificadas sin riesgo de acuerdo a los índices antropométricos. Adicionalmente, se observa que el IMC logra un mayor porcentaje de concordancia en la clasificación del riesgo cardiometabólico con el ICE y el PC (para "riesgo incrementado",

Tabla I. Características antropométricas (media y desviación estándar) según el estado nutricional de mujeres chilenas con síndrome metabólico

Datos	Normopeso (n = 9)	Sobrepeso (n = 45)	Obesidad (n = 82)	valor p*
Edad (años)	43,3 (2,7)	41,4 (3,6)	41,3 (4,1)	0,358
Peso (kg)	58,8 (5,2)	70,6 (5,4)	87,0 (10,3)	0,000
Estatura (m)	1,60 (0,04)	1,60 (0,03)	1,58 (0,05)	0,209
Índice de masa corporal (kg/m ²)	22,93 (1,97)	27,49 (1,60)	34,61 (3,56)	0,000
Perímetro de cintura (cm)	77,5 (6,7)	87,6 (4,9)	101,4 (6,7)	0,000
Sumatoria adiposidad (mm)	104,1 (18,6)	134,2 (21,5)	169,7 (25,2)	0,000
Z-score adiposidad	-0,16 (0,5)	0,76 (0,68)	1,90 (0,85)	0,000
Adiposidad (kg)	20,5 (3,1)	25,0 (3,2)	29,6 (3,8)	0,000
Adiposidad (%)	35,0 (4,9)	35,5 (4,1)	34,2 (3,9)	0,234
Z-score masa muscular	1,2 (0,6)	2,3 (0,5)	3,9 (1,0)	0,000
Masa muscular (kg)	26,0 (1,5)	30,1 (2,8)	37,0 (4,7)	0,000
Masa muscular (%)	44,4 (2,6)	43,8 (2,5)	42,5 (2,4)	0,005 [#]
Índice cintura-cadera	0,81 (0,06)	0,84 (0,04)	0,88 (0,03)	0,000
Índice cintura-estatura	0,48 (0,04)	0,54 (0,03)	0,64 (0,04)	0,000

*El valor p corresponde al del análisis de varianza a una vía; [#]la diferencia significativa es entre sobrepeso y obesidad (Scheffé test $p = 0,024$).

Tabla II. Valores de sensibilidad y especificidad de acuerdo al estado nutricional categorizado como normopeso vs. sobrepeso/obesidad de mujeres chilenas con síndrome metabólico

Índices antropométricos	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Correctamente clasificados (%)
*PC > 80 cm	97,6	60	94,9
**PC > 88 cm	100	26,5	81,6
***PC ≥ 87,7 cm	99,0	23,5	80,1
**ICC ≥ 0,85	96,1	14,7	75,7
***ICC ≥ 0,84	95,5	15,4	80,1
****ICE ≥ 0,5	97,6	54,5	94,1
***ICE ≥ 0,55	100	34,6	87,5

*Riesgo incrementado (OMS, 2011); **Riesgo sustancialmente incrementado (OMS, 2011); ***Koch y cols., 2008; ****Browning y cols., 2010.
PC: perímetro cintura; ICC: índice cintura-cadera; ICE: índice cintura-estatura.

PC > 80 cm), de acuerdo al criterio de Browning y cols. (6) y la OMS (20), respectivamente, apreciándose similitud entre los porcentajes de sensibilidad y especificidad para ambas variables.

La tabla III presenta los valores de sensibilidad y especificidad de acuerdo al estado nutricional categorizado como normopeso/sobrepeso frente a la obesidad de las mujeres chilenas evaluadas con síndrome metabólico, detectando que el IMC no logra identificar el riesgo en aquellas personas que son clasificadas como normopeso/sobrepeso a través de los índices antropométricos. Además, se advierte que el IMC logra un porcentaje más alto de concordancia de clasificación con el PC tanto para el criterio de la OMS para "riesgo sustancialmente incrementado" (PC > 88 cm) (20), como por la propuesta de Koch y cols. (PC > 87,7 cm) (21). Sin embargo, la mayor similitud entre los valores de sensibilidad y especificidad se da con el ICC considerando el criterio de la OMS (20).

DISCUSIÓN

El principal resultado del presente estudio fue que el IMC no logra identificar las variaciones de la adiposidad corporal en

mujeres con SM agrupadas de acuerdo a su estado nutricional; mientras que el IMC presenta una mejor sensibilidad que especificidad respecto a los índices considerados para determinar riesgo metabólico en las mujeres con SM.

Como ha sido demostrado previamente (22), la valoración morfológica ha sido un recurso ampliamente utilizado en salud, situación que en parte se debe a la asociación entre la constitución física de las personas con la presencia tanto de enfermedades como de factores de riesgo en desarrollar alteraciones de índole cardiometabólico (23). Dado lo anterior, es necesario identificar la capacidad de los diferentes medios de valoración morfoestructural, considerando tanto la capacidad diagnóstica de los métodos como los elementos de costos y aplicabilidad en diferentes situaciones clínicas y niveles socioeconómicos. Al respecto, la antropometría tiene ciertas ventajas sobre los otros métodos, lo que se refleja no solo por su bajo costo y facilidad de administración, sino también por la capacidad de las variables derivadas de la evaluación antropométrica en su poder diagnóstico de la salud de la población (6,13,18,20), lo que permite orientar tanto al profesional de la salud como al de la actividad física hacia un mejor diagnóstico y, consecuentemente, una mejor planificación

Tabla III. Valores de sensibilidad y especificidad de acuerdo al estado nutricional categorizado como normopeso/sobrepeso vs. obesidad de mujeres chilenas con síndrome metabólico

Índices antropométricos	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Correctamente clasificados (%)
*PC > 80 cm	65,1	100	67,6
**PC > 88 cm	80,4	100	85,3
***PC ≥ 87,7 cm	79,4	97,1	83,8
**ICC ≥ 0,85	71,6	73,5	72,1
***ICC ≥ 0,84	70,0	80,8	72,1
****ICE ≥ 0,5	65,6	100	68,4
***ICE ≥ 0,55	74,5	100	79,4

*Riesgo incrementado (OMS, 2011); **Riesgo sustancialmente incrementado (OMS, 2011); ***Koch y cols., 2008; ****Browning y cols., 2010.
PC: perímetro cintura; ICC: índice cintura-cadera; ICE: índice cintura-estatura.

de su intervención clínica. En este contexto la presente investigación estudió la relación y concordancia diagnóstica entre el estado nutricional (valorado por el IMC) y la composición corporal e índices antropométricos de salud en una población en donde la obesidad, y particularmente la obesidad central, forman un pilar en la fisiopatología de este síndrome (4). De esta manera, y según los resultados obtenidos, tanto el clínico como el profesional de la actividad física podrán determinar si el solo uso del IMC como elemento diagnóstico del estado de salud de la población con SM es suficiente respecto a la orientación de la adiposidad corporal, o si es necesario, incluir otras herramientas evaluativas que pudiesen complementar esta información y de esta forma tener una visión más completa y certera respecto al tejido biológico responsable de las afecciones en las personas que presentan este síndrome, la adiposidad (14).

En relación con la distribución de la muestra estudiada, se advirtió mayor concentración de mujeres con SM clasificadas con un estado nutricional de obesidad ($n = 82$), situación concordante con aquello mostrado por Eleutério-Silva y cols. (24) y Hoebel y cols. (25), quienes estudiaron a grupos de mujeres con SM, describiendo valores promedio del IMC de $34,93 \pm 7,54$ y $32,73 \pm 7,22 \text{ kg/m}^2$, respectivamente.

Frente al análisis de las características morfológicas de las mujeres con SM agrupadas por estado nutricional, se encontró que en la mayoría de los parámetros estudiados se apreciaba un incremento en sus valores a medida que se pasaba de un estado de normopeso hacia obesidad. Esta situación fue apreciada con diferencias significativas entre los grupos con un valor $p = 0,000$, tanto para la variable de peso corporal como para el perímetro de cintura, sumatoria de pliegues cutáneos, Z-score de la sumatoria de pliegues cutáneos, masas adiposa y muscular (kg), ICC e ICE. Nuestros datos son concordantes con aquellos reportados por Hoebel y cols. (25), quienes muestran que frente a incrementos del IMC también se apreciaban aumentos en otras variables e índices antropométricos como el PC, ICC e ICE en un grupo de mujeres evaluadas. En efecto, estos autores describen a mujeres con SM fraccionadas en grupos con diferentes valores del IMC, mostrando que aquellas mujeres con un IMC de $32,03 \pm 7,03 \text{ kg/m}^2$ presentaban valores de PC de 89,66 cm, ICE de 0,57 e ICC $< 0,85$; mientras que aquel grupo de mujeres que presentaban valores más altos de IMC ($34,08 \pm 7,74 \text{ kg/m}^2$), a su vez tenían valores más elevados en estos índices y variables morfológicas (PC = 101 cm; ICE = 0,63; ICC $> 0,85$).

Respecto a los resultados de composición corporal de las mujeres con SM evaluadas, llama la atención que frente a un análisis en unidades relativas de las masas corporales no se hayan encontrado diferencias significativas en el porcentaje de masa adiposa (pese a encontrar diferencias significativas en la adiposidad absoluta expresada en kg), lo que implica que una mujer categorizada con SM y normopeso no presenta en sí un menor porcentaje de masa adiposa (35%) respecto a una mujer con SM y con un estado nutricional de sobrepeso (35,5%) u obesidad (34,2%). Nuestros resultados orientan a la presencia de la "Obesidad Normopeso" (*Normal weight obesity*) en mujeres con SM, concepto presentado por Romeró-Corral y cols. (26),

quienes al igual que Deurenberg-Yap y cols. (27) describieron a poblaciones que mostraban valores elevados de porcentaje de adiposidad con IMC normal.

En nuestra investigación, esta inquietud se puede incrementar al apreciar las diferencias significativas observadas en la sumatoria de pliegues cutáneos y su valor Z de las mujeres evaluadas. Sin embargo, esto se puede explicar, por un lado, por el incremento de la masa corporal total de las mujeres con SM a medida que pasan de un estado nutricional de normopeso ($58,8 \pm 5,2 \text{ kg}$) hacia el exceso de peso (sobrepeso: $70,6 \pm 5,4 \text{ kg}$; obesidad: $87 \pm 10,3 \text{ kg}$), lo que condiciona la mantención de una proporcionalidad de la masa adiposa en relación con la masa total; mientras que la variación de la sumatoria de los pliegues y su valor Z se explica por el hecho de que la estimación de la proporcionalidad se realiza en torno a la altura de las personas evaluadas (28), variable antropométrica que en nuestra investigación no muestra una diferencia significativa entre los grupos estudiados. En este contexto se puede establecer que el IMC no es capaz de diferenciar el contenido adiposo relativo de la muestra evaluada estimado mediante pliegues cutáneos, situación clínicamente relevante, ya que implicaría la necesidad de considerar como parámetro de estimación del exceso de adiposidad corporal no solo al IMC, sino también aplicar o adicionar otro recurso de análisis morfológico (29), considerando que el exceso de la adiposidad y su localización incrementan las probabilidades de desarrollar alteraciones cardiovasculares y otros riesgos (14,30). Adicionalmente se debe tener en consideración que el estado de "Obesidad Normopeso" encontrado en las mujeres evaluadas, previamente ha sido asociado con una serie de alteraciones como una significativa desregulación cardiometabólica y factores de riesgo cardiovascular; incluso en mujeres es considerado como un factor que está asociado en forma independiente con el incremento del riesgo de mortalidad cardiovascular (29). Este hallazgo refuerza la dificultad que tendría el IMC en la estimación de la adiposidad corporal, previamente expresado para la población general (9,10,29,31), pese a que el criterio central con la que se efectuó la clasificación de SM en las mujeres de nuestro estudio se basa en la obesidad central (15), por lo que se podría haber esperado encontrar alguna diferencia del contenido relativo de adiposidad.

Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación muestran cambios en la masa muscular a medida que las mujeres pasan de un estado de normopeso a obesidad. El análisis del comportamiento de esta variable en los grupos es dependiente de la unidad de medida que sea utilizada, dado que se aprecia un incremento de la masa muscular absoluta (kg) a medida que las mujeres pasan de un estado de normopeso a obesidad, situación que es opuesta al momento de considerar esta masa en términos relativos. Esto evidencia que las mujeres con SM que presentan un estado nutricional de obesidad efectivamente tienen un porcentaje más bajo de masa muscular, pese a tener en términos absolutos mayor cantidad de kg de esta masa muscular, cuya explicación se fundamenta en los elementos de proporcionalidad de esta masa respecto a la masa corporal de las mujeres (adicionando el hecho señalado previamente respecto al comportamiento de la estatura en las mujeres agrupadas por estado nutricional). Estos

resultados concuerdan con lo reportado por Janssen y cols. (32), quienes demuestran que tanto en hombres como en mujeres, a medida que se incrementa la masa corporal total, se aprecia un aumento en la masa muscular absoluta (kg). Sin embargo, al revisar el comportamiento de esta masa en términos relativos se aprecia una disminución a medida que se incrementa la masa corporal total.

Si bien en términos clínicos es relevante conocer los cambios que presentan las masas corporales en valores absolutos, nos parece importante considerar que la expresión relativa de estas masas orienta de mejor forma al estado morfológico de una mujer con SM, sustentado en la necesidad de incluir la masa corporal total y la altura bípeda como variables que permiten conocer la proporcionalidad de estas masas para cada persona, recomendación que es reforzada por Kerr (19) al señalar la importancia del uso de la proporcionalidad de las medidas morfológicas en el estudio de las masas corporales. En este sentido, toma mayor relevancia el uso del método de fraccionamiento antropométrico pentacompartimental como recurso de búsqueda y análisis de la composición corporal utilizado en nuestra investigación, por cuanto esta metodología sí considera en la estimación de las masas corporales a las variables de pliegues cutáneos, masa corporal total y altura bípeda, a diferencia de las ecuaciones utilizadas en la estimación de la grasa corporal en el fraccionamiento antropométrico bicompartimental (33) (usualmente utilizado en la práctica clínica), en donde dos personas con la misma sumatoria de pliegues cutáneos y que se encuentren con rangos relativamente amplios de peso y estatura podrían presentar porcentajes de masa grasa similares.

Secundariamente, nuestro estudio pretendía identificar el nivel de concordancia en la identificación del exceso de peso (y sus diferentes niveles) otorgado por el IMC con los valores de riesgo tanto del PC, ICC e ICE. Con relación a estas variables e índices de salud se aprecia un incremento en sus valores a medida que las mujeres con SM pasan de un estado de normopeso a obesidad, lo que es concordante con los antecedentes reportados previamente en la población general (30). Sin embargo, es importante efectuar un análisis de estos elementos según los puntos de corte que proponen los diferentes autores. Al respecto es interesante considerar que en la variable de PC, y de acuerdo a los criterios de la OMS (20), solo las mujeres con normopeso no se encontraban con riesgo cardiometabólico (≤ 80 cm), mientras que las mujeres con sobrepeso se encontraban al límite de la clasificación de riesgo sustancialmente incrementado con $87,6 \pm 4,9$ cm, y las mujeres con obesidad fueron clasificadas con esta categoría con una valoración de $101,4 \pm 6,7$ cm. Una situación similar se apreció con el ICC; sin embargo, de acuerdo al criterio de la OMS (20), solo el grupo de obesidad se encontraría con riesgo cardiometabólico ($0,88 \pm 0,03$), aunque, según la propuesta de Koch y cols. (21) con relación al criterio de 0,84, se adicionaría como grupo de riesgo a las mujeres con SM con sobrepeso, lo que sería más consistente para nuestra muestra, dada la similitud de la población estudiada por estos investigadores.

El ICE en el grupo de mujeres chilenas con SM muestra que solo aquellas categorizadas con normopeso no presentan ries-

go cardiometabólico, según el criterio de Browning y cols. (6) ($ICE \geq 0,5$) (NP: 0,48; SP: 0,54; OB: 0,64), mientras que según el punto de corte propuesto por Koch y cols. (21) ($ICE \geq 0,55$), solo las mujeres con SM obesas presentarían riesgo, mientras que el grupo con sobrepeso estaría al límite del punto de corte. Estos resultados concuerdan con la clasificación de riesgo incrementado identificado por el PC bajo la propuesta de la OMS (20).

En directa relación con lo anterior, al analizar la sensibilidad y especificidad del IMC respecto a los métodos antropométricos de identificación de riesgo cardiometabólico (PC, ICC e ICE) se encontraron variaciones al momento de establecer diferentes puntos de corte para el estado nutricional. Al contrastar la sensibilidad y especificidad de la agrupación del estado nutricional de normopeso vs. sobrepeso-obesidad, se encontró que el IMC tiene una mejor concordancia de clasificación de riesgo tanto con el PC (en riesgo incrementado), como el ICE, bajo los criterios de la OMS (20). De igual forma, al agrupar la muestra en normopeso-sobrepeso vs. obesidad, el IMC tuvo mejor concordancia de clasificación de riesgo con el PC tanto para la propuesta de la OMS para "riesgo sustancialmente incrementado" (20), como el criterio señalado por Koch y cols. (21), pese a que el mejor equilibrio entre la sensibilidad y especificidad estuvo dado con el ICC (criterio OMS) (20). En relación con lo anterior, si se revisan los criterios diagnósticos del SM, se puede evidenciar que el punto de corte es el estado nutricional de obesidad (15). Sin embargo, en nuestra investigación encontramos que al utilizar aquel punto de corte del IMC la concordancia de clasificación del riesgo promedio era más baja respecto a los índices antropométricos de salud; mientras que si se considera como punto de corte el sobrepeso ($IMC \geq 25$ kg/m²), existe una mejor concordancia de clasificación, lo que podría orientar hacia la necesidad de tomar en consideración de riesgo metabólico (estimado por los parámetros antropométricos) no solo a las mujeres con SM que presenten un estado nutricional de obesidad, sino a toda mujer que se encuentre con exceso de peso. Esto estaría en relación tanto con los hallazgos encontrados en los valores de los porcentajes de adiposidad en los diferentes grupos de mujeres de nuestro estudio como con lo señalado por diversos autores respecto a la potenciación de estos métodos de análisis morfológicos en su capacidad de identificación y asociación del riesgo de morbilidad y mortalidad de la población (6,7,13,34,35), aunque otros autores indiquen la superioridad diagnóstica de un método sobre otro (6,13,35). Según nuestra propuesta de considerar que el exceso de peso sería clínicamente relevante en mujeres con SM, el IMC presentaría una mejor sensibilidad que especificidad respecto a los índices considerados para determinar riesgo metabólico en mujeres con SM.

Finalmente, consideramos relevante señalar como una fortaleza de nuestro estudio el haber encontrado un número reducido de investigaciones previas que dieran cuenta de las comparaciones efectuadas; de igual forma se considera como un elemento positivo el haber utilizado parámetros de análisis morfológico que permiten la comparación con otros grupos de la población. Sin embargo, nuestro trabajo es solo un estudio preliminar, lo que junto al hecho de haber incluido solo a mujeres, implica la necesidad de seguir indagando el comportamiento de la composición

corporal e índices antropométricos de salud en personas con SM, agregando otros factores que pudiesen evidenciar modificaciones en los resultados hallados, como aquellos de índole étnica, género, grupos etarios y diferentes niveles de actividad física.

CONCLUSIÓN

En síntesis, el IMC no logra identificar las variaciones de la adiposidad corporal en mujeres con SM agrupadas de acuerdo a su estado nutricional, mientras que sí presenta una mejor sensibilidad que especificidad respecto a los índices considerados para determinar riesgo metabólico en mujeres con SM.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la disposición y voluntad de las mujeres con SM que participaron en nuestro estudio, como también al personal de salud que contribuyó en el proceso de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ehrman JK, Gordon PM, Visich PS, Keteyian SJ. Clinical exercise physiology. Human Kinetics; 2013.
- Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among US adults. *Diabetes Care* 2004;27(10):2444-9.
- Márquez-Sandoval F, Macedo-Ojeda G, Viramontes-Hörner D, Fernández Ballart JD, Salas Salvadó J, Vizmanos B. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: a systematic review. *Public Health Nutr* 2011;14(10):1702-13.
- Bentley-Lewis R, Koruda K, Seely EW. The metabolic syndrome in women. *Nat Clin Pract End Met* 2007;3(10):696-704.
- Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract* 2014;2014:943162.
- Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0-5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010;23(02):247-69.
- James WPT, Jackson-Leach R, Mhurchu CN, Kalamara E, Shayeghi M, Rigby NJ, et al. Overweight and obesity (high body mass index). Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attribution to selected major risk factors. Geneva: WHO; 2004;1:497-596.
- Goh LGH, Dhaliwal SS, Welborn TA, Lee AH, Della PR. Anthropometric measurements of general and central obesity and the prediction of cardiovascular disease risk in women: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2014;4(2):e004138.
- Prentice AM, Jebb SA. Beyond body mass index. *Obes Rev* 2001;2(3):141-7.
- Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:S56-S9.
- Khunti K, Taub N, Tringham J, Jarvis J, Farooqi A, Skinner TC, et al. Screening for the metabolic syndrome using simple anthropometric measurements in south Asian and white Europeans: A population-based screening study. The Leicester Ethnic Atherosclerosis and Diabetes Risk (LEADER) Study. *Prim Care Diabetes* 2010;4(1):25-32.
- Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev* 2000;21(6):697-738.
- Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2012;13(3):275-86.
- Després J-P. Abdominal obesity: the most prevalent cause of the metabolic syndrome and related cardiometabolic risk. *Eur Heart J Suppl* 2006;8(suppl B):B4-B12.
- Alberti K, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A consensus statement from the international diabetes federation. *Diabet Med* 2006;23(5):469-80.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59.
- Eknoyan G. Adolphe Queleteu (1796-1874) -the average man and indices of obesity. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23(1):47-51.
- Committee WHOE. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO technical report series 1995;854(121):55.
- Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue in males and females age 6 to 77 years. M Sci Thesis School Kinesiology. Simon Fraser University; 1988.
- Consultation WHOE. Waist circumference and waist-hip ratio; 2011.
- Koch E, Bogado M, Araya F, Romero T, Diaz C, Manriquez L, et al. Impact of parity on anthropometric measures of obesity controlling by multiple confounders: a cross-sectional study in Chilean women. *J Epidemiol Commun H* 2008;62(5):461-70.
- Martins Bion F, de Castro Chagas MH, Santana Muniz Gd, Oliveira de Sousa LG. Estado nutricional, medidas antropométricas, nivel socioeconómico y actividad física en universitarios brasileños. *Nutr Hosp* 2008;23(3):234-41.
- Bosy-Westphal A, Geisler C, Onur S, Korth O, Selberg O, Schrezenmeir J, et al. Value of body fat mass vs anthropometric obesity indices in the assessment of metabolic risk factors. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(3):475-83.
- Eleutério-Silva MA, Sá da Fonseca LJ, Velloso EP, da Silva Guedes G, Sampaio WO, da Silva WF, et al. Short-term cardiovascular physical programme ameliorates arterial stiffness and decreases oxidative stress in women with metabolic syndrome. *J Rehabil Med* 2013;45(6):572-9.
- Hoebel S, De Ridder JH, Malan L. The association between anthropometric parameters, the metabolic syndrome and microalbuminuria in black Africans: the SABPA study: cardiovascular topics. *Cardiovasc J Afr* 2010;21(3):148-52.
- Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Korenfeld Y, Boarin S, Korinek J, et al. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. *Eur Heart J* 2009;ehp487.
- Deurenberg-Yap M, Chew SK, Deurenberg P. Elevated body fat percentage and cardiovascular risks at low body mass index levels among Singaporean Chinese, Malays and Indians. *Obes Rev* 2002;3(3):209-15.
- Ross WD, Wilson NC. A strategem for proportional growth assessment. *Acta Paediatr Belg* 1974;28:169.
- Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(6):959-66.
- Cornier M-A, Després J-P, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2011;124(18):1996-2019.
- Deurenberg P. Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. *Br J Nutr* 2001;85(02):135-6.
- Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* 2000;89(1):81-8.
- Norton K, Olds T. Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses. UNSW press; 1996.
- Carmienke S, Freitag MH, Pischon T, Schlattmann P, Fankhaenel T, Goebel H, et al. General and abdominal obesity parameters and their combination in relation to mortality: a systematic review and meta-regression analysis. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(6):573-85.
- Seidell JC. Waist circumference and waist/hip ratio in relation to all-cause mortality, cancer and sleep apnea. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(1):35-41.



Trabajo Original

Valoración nutricional

Body composition changes assessed by bioelectrical impedance and their associations with functional class deterioration in stable heart failure patients

Cambios en la composición corporal por impedancia bioeléctrica y su asociación con el deterioro de la capacidad funcional en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica estable

Lilia Castillo-Martínez¹, Cira Santillan-Díaz¹, Arturo Orea-Tejeda², Manuel A. Gómez-Martínez³, Fernanda Bernal-Ceballos¹ and Mariel Lozada-Mellado¹

¹Heart Failure Clinic and Clinical Nutrition Department. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". Mexico City, Mexico. ²Heart and Respiratory Failure Clinic. Cardiology Department. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas". Mexico City, Mexico. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Public Health Department. Mexico City, Mexico

Abstract

Background: Heart failure (HF) patients develop important changes in body composition, but only a small number of studies have evaluated the associations between these changes and functional class deterioration in a prospective manner.

Objective: The aim of this study was to evaluate whether changes in bioimpedance parameters were associated with NYHA functional class deterioration over six months.

Methods: A total of 275 chronic stable HF patients confirmed by echocardiography were recruited. Body composition measurements were obtained by whole body bioelectrical impedance with multiple frequency equipment (BodyStat QuadScan 4000). We evaluated functional class using the New York Heart Association (NYHA) classification at baseline and after six months.

Results: According to our results, 66 (24%) subjects exhibited functional class deterioration, while 209 improved or exhibited no change. A greater proportion of patients exhibited higher extracellular water (> 5%), and these patients developed hypervolemia, according to location on the resistance/reactance graph. A 5% decrease in resistance/height was associated with functional class deterioration with an OR of 1.42 (95% CI 1.01-2.0, $p = 0.04$).

Conclusions: Body composition assessment through bioelectrical impedance exhibited a valuable performance as a marker of functional class deterioration in stable HF patients.

Key words:

Bioelectrical impedance analyses. Functional class deterioration. Heart failure.

Resumen

Introducción: los pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) desarrollan cambios importantes en la composición corporal; sin embargo, pocos estudios han evaluado prospectivamente la asociación entre estos cambios y el empeoramiento de la clase funcional en pacientes con IC crónica estable.

Objetivo: el objetivo de este estudio fue evaluar si los cambios en los parámetros de la bioimpedancia estaban relacionados con el deterioro de la clase funcional de la clasificación de la New York Heart Association (NYHA) después de 6 meses.

Métodos: se incluyeron 275 sujetos con IC crónica estable confirmada por ecocardiograma. Se les realizaron mediciones de composición corporal por impedancia bioeléctrica de cuerpo completo con un equipo de múltiples frecuencias BodyStat QuadScan 4000 y se determinó la clase funcional por la clasificación de la New York Heart Association (NYHA) después de seis meses.

Resultados: sesenta y seis (24%) sujetos mostraron deterioro de su clase funcional y 209 la mejoraron o no cambiaron. Se encontró mayor proporción de pacientes que cuya clase funcional se deterioró, en los que aumentó > 5% el agua extracelular y que desarrollaron hipervolemia de acuerdo a su localización en la gráfica resistencia/reactancia. La disminución de > 5% de la resistencia/talla se asoció de forma independiente con el deterioro de la clase funcional con un OR = 1.42 (IC 95% 1.01-2.0, $p = 0.04$).

Conclusiones: la evaluación de la composición corporal a través de bioimpedancia eléctrica en pacientes con IC es un marcador de deterioro funcional.

Palabras clave:

Análisis de impedancia bioeléctrica. Deterioro de la clase funcional. Insuficiencia cardíaca.

Received: 08/10/2015
Accepted: 07/03/2016

Castillo-Martínez L, Santillan-Díaz C, Orea-Tejeda A, Gómez-Martínez MA, Bernal-Ceballos F, Lozada-Mellado M. Body composition changes assessed by bioelectrical impedance and their associations with functional class deterioration in stable heart failure patients. Nutr Hosp 2016;33:623-628

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.270>

Correspondence:

Lilia Castillo-Martínez. Heart Failure Clinic and Clinical Nutrition Department. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". Av. Vasco de Quiroga, 15. Col. Sección XVI. Tlalpan. 14080 Mexico City, Mexico
e-mail: cam7125@gmail.com

INTRODUCTION

The early diagnosis of deterioration in HF patients can be challenging, and approximately 10 to 20% of initial diagnoses represent false positives (1). Furthermore, rapid diagnosis is useful for the management of these patients (2); therefore, objective measurement instruments are necessary for early diagnosis (3).

The bioelectrical impedance analysis method (BIA) is an attractive tool used for evaluating body composition due to its easy to use, low cost, noninvasiveness, high reproducibility, safety in operation and easy of interpretation, all of which are reasons for its frequent use clinically (4). Additionally, BIA has been demonstrated to be capable of recognizing people at high mortality risk in the short term (5).

Modern BIA methods are based on a similar principle: resistance to the application of an alternating electrical stream is a function of tissue composition. Tissues with long cylindrical cells and that are high in fluid and electrolytes, such as musculoskeletal tissue, exert relatively little resistance to an applied electric stream. In contrast, tissues with globular cells and scarce liquid, such as adipose tissue, exert high resistance to the conductivity of an alternating electrical current of 800 A (2,6).

Body composition data obtained by prediction equations can be used to obtain raw measurements of tissue hydration and integrity based on electrical properties, such as resistance and reactance. Furthermore, bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) uses a resistance-reactance (R/Xc) graph standardized by height (where the resistance "R" is inversely proportional to total body water volume, and the reactance "Xc" is related to body mass) (2) that allows for the rapid establishment of hydration status with greater precision (7). Some authors have referred to a higher correlation of approximately $r = 0.996$ with the gold standard (deuterium dilution) (1). Variations in hydration without changes in tissue structure have been associated with shortening (overhydration) or lengthening (hypohydration) of the impedance vector along the major axis of the tolerance ellipse. The lower pole of the tolerance ellipse has a cut-off of 75% for identifying the presence of edema in adults. Hence, vector analysis can identify subclinical hyperhydration in patients in whom liquids are accumulating before the appearance of edema (8).

Impedance bioelectrical equipment (IBE) has become increasingly available in the clinical setting as a tool for the assessment of volume overload in patients with HF (9). This technology has been used for the subclinical detection and prediction of congestion events, characterized as HF aggravation. Also the evaluation of hydration status BIA was validated in patients with HF (10). Paterna et al. used impedance to evaluate inpatients with refractory HF under treatment with high doses of intravenous furosemide and hypertonic saline solutions (11), demonstrating that the method was useful in these patients.

In previous research, we demonstrated an inverse association between fluid overload estimated by IBE and the NYHA

functional class (12). IBE has also been validated as a tool capable of differentiating acute dyspnea due to heart failure in the Emergency Department, and an inverse correlation exists between IBE measurements and concentrations of the natriuretic peptide B (13). However, most existing reports have focused on central fluid overload in hospitalized patients and outpatients with stable chronic heart failure (14). The aim of this longitudinal study was to assess the correlations of changes in bioelectrical impedance measurements with the deterioration of clinical status.

METHODS AND MATERIALS

This study was approved by the Biomedical Research Human Committee of the Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), and all of the patients provided informed consent before the study analysis.

This research was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki.

SUBJECTS

This study included 275 patients with heart failure of NYHA functional class I-III admitted consecutively to the Heart Failure Clinic at the INCMNSZ. Patients who were > 18 years old with HF diagnoses confirmed according the European Society of Cardiology (ESC) criteria through echocardiography (15) and who required hospitalization at baseline were considered as eligible for the study. The exclusion criteria were renal failure, uncontrolled hypothyroidism or hyperthyroidism, liver failure, uncontrolled ischemic heart disease (unstable angina or myocardial infarction, revascularization, angioplasty, coronary artery surgery in the last three months before inclusion), potentially lethal arrhythmias and secondary HF, chemotherapy or suspicious tumor activity or limb amputation.

After the first visit, the patients were included in a study with a prospective cohort design with six months of follow-up. The primary outcome was NYHA functional class deterioration.

BODY COMPOSITION ASSESSMENT

Anthropometry

Weight and height were measured according to an anthropometric standardization manual (16). BMI was calculated by dividing weight (kg) by the square of height (m). Hand strength was measured with a hand dynamometer (Smedley Hand Dynamometer; modified by Stoelting Co., Wood Dale, Illinois, USA), with the patient instructed to apply the most pressure possible with the left hand and then with the right hand. The measurement was repeated twice with each hand, and the higher value was recorded (17).

Bioelectrical impedance

Whole body impedance and multiple frequencies were measured with the BodyStat QuadScan 400 tetrapolar bioelectrical impedance equipment (BOSYSTAT LTD; Isle of Man, UK). All of the measurements were performed by standardized personnel according to the tetrapolar method reported previously (4) in a comfortable area, with the subject fasting and without a metallic object, no exercise or sauna eight hours before the study and no alcohol consumption within the previous 12 hours. Throughout the examinations, all of the subjects had their arms and legs in abduction; in obese subjects, to avoid contact between the thighs, a towel or a pillow was placed between them.

The impedance values were obtained at frequencies of 5, 50, 100 and 200 kHz. Using a frequency of 50 kHz, we obtained resistance (R50), reactance (Xc50) and phase angle using BodyStat Phase Angle software (version 1.0, 2002). This frequency was selected because it is a standard supported BIVA. Additionally, we obtained the total impedance index, which is a body water distribution indicator, by dividing the 200-kHz frequency by the 5-kHz (Z200/Z5) frequency. The total body water and extracellular water were obtained using prediction equations.

CLINICAL DATA

Medications and the patient's comorbidities were recorded at the time of inclusion. We considered clinical deterioration to have occurred when the patient developed fatigue and worsening of the NYHA functional class over the 6-month follow-up. Moreover, the development of edema was reported when clinically apparent. The clinical evaluations were performed by a cardiologist who was blinded to the body composition evaluation results.

STATISTICAL ANALYSIS

Quantitative variables are expressed as the mean and standard deviation ($\pm$), and categorical variables are expressed as relative and absolute frequencies. The Kolmogorov-Smirnov test was used to confirm that all data were normally distributed. To differentiate the baseline between the two groups, one with functional class deterioration and the other without deterioration, Student's *t* test was performed for independent samples with quantitative continuous variables, and the Chi-square test was performed for categorical variables. After two follow-up measurements, we compared the study groups using the Chi-square test. For this analysis, the percentages changed, and the patients were subsequently classified according to whether or not they exhibited a $> 5\%$ change in body composition measurements. Furthermore, logistic regression analysis was performed to determine the changes in body composition that were associated independently with NYHA functional class deterioration. A *p*-value < 0.05 was considered to be statistically significant. The analysis was performed with the SPSS software, version 17 (SPSS for Windows, Rel 10.0 1999 Chicago, IL, USA, SPSS Inc.).

RESULTS

Six months after tracking the 275 patients included in the study, 66 (24%) exhibited NYHA functional class deterioration.

Table I presents the baseline characteristics and pharmacological treatments of the patients as well as the most frequent comorbidities (dyslipidemia and hypertension). Subjects with impairment exhibited a greater likelihood of having type 2 diabetes mellitus, dyslipidemia, fluid overload according to the RXc graph, and a larger diastolic diameter of the left ventricle, although the differences in the last three variables were not statistically significant. We did not observe statistically significant differences between the groups with respect to pharmacological treatment.

The comparison of the baseline characteristics of body composition between the groups appears in table II and indicates no differences between the two groups in weight loss percentage ($0.9 \pm 7.8\%$ vs $0.2 \pm 6\%$, $p = 0.45$) in subjects with or without functional deterioration. In contrast, we observed associations between deterioration and parameter changes in body composition as assessed by BIA, with a greater proportion of patients exhibiting decreases of more than 5% in resistance and thus an increase of more than 5% in extracellular body water, greater development of hypervolemia according to the RXc graph and clinical edema, although this outcome was not statistically significant (Table III). Additionally, we observed that the patients did not experience functional class deterioration until increases occurred in the phase angle (5.5% vs 1.5%) and in the reactance above the height (8.8% vs 1.3%).

In this logistic regression model, the variables were associated in bivariate analysis with functional class deterioration: decrease $> 5\%$ in resistance/height was the only statistically significant result.

DISCUSSION

In the current study, we detected an association of worsening functional class with a decrease in resistance, coinciding with the increase in extracellular body water and/or hypervolemia development on the RXc graph because less resistance indicates a decrease in the opposition to alternating current through intra- and extracellular ionic solutions. These results are similar to those showed by Hui-Liu, who demonstrated that patients with volume overload are related to worse NYHA functional class (10). Furthermore, despite these changes in fluids, there were no important variations in weight, nor were the differences statistically significant between groups with or without functional class deterioration, consistent with the outcomes reported by Cotter et al., who compared two groups of patients initially diagnosed with chronic HF: one of these groups consisted of patients whose clinical status changed from chronic to acute, whereas the other group did not experience this change. The authors found that the weight gain was not different between groups until it was approximately 2 kg. These results suggested that volume overload occurs in the form of pulmonary congestion caused by fluid reassignment and

Table I. Baseline characteristics of heart failure patients according to NYHA functional class deterioration

Variables	NYHA deterioration n = 66	Non-NYHA deterioration n = 209	p-value
Age (years)	59.6 ± 16	61.4 ± 17	0.45
Male (%)	54.5	53.1	0.84
Ischemic etiology (%)	57.1	50.3	0.41
Dyslipidemia (%)	81.8	71.9	0.14
Hypertension (%)	70.8	70.2	0.9
Diabetes mellitus (%)	56.1	40.4	0.02
Hypothyroidism (%)	19.7	19.2	0.9
Nephropathy (%)	19.7	22.1	0.7
NYHA functional class:			
I	68.3	52.6	0.05
II	27.0	34.4	
III	4.8	12.9	
Edema (%)	48.5	46.6	0.8
Hypervolemia on RXc graph (%)	44.4	34.2	0.14
EFLV (%)	42.7 ± 16	45.2 ± 16.5	0.33
DDLv (mm)	52.3 ± 8.6	49.9 ± 8.8	0.07
SDLV (mm)	37.2 ± 9.7	36.2 ± 10.9	0.6
IVS (mm)	11.4 ± 3.0	11.6 ± 2.8	0.7
PWLv (mm)	10.6 ± 2.2	10.7 ± 2.3	0.7
LAD (mm)	43.7 ± 6.0	44.3 ± 7.3	0.6
SPLA (mm Hg)	58.8 ± 14.5	58.5 ± 17.8	0.9
Beta blockers (%)	87.9	84.1	0.45
ACEI (%)	30.8	34	0.63
BAMR (%)	68.2	67.1	0.88
Thiazide diuretics (%)	40.9	46.4	0.44
Loop diuretics (%)	34.8	30.9	0.55
Oral nitrates (%)	28.8	35.3	0.33
AMR (%)	68.2	65.5	0.69

EFLV: Ejection fraction of the left ventricle; DDLV: Diastolic diameter of the left ventricle; SDLV: Systolic diameter of the left ventricle; IVS: Interventricular septum; PWLV: Posterior wall of the left ventricle; LAD: Left atrial diameter; SPLA: Systolic pressure of the lung artery; ACEI: Angiotensin-converting enzyme inhibitors; BAMR: Blockers of antagonists of mineralocorticoid receptor; AMR: Antagonist of mineralocorticoid receptors. Data are expressed as medians ± standard deviations or as percentages.

not properly by accumulation (18). Therefore, edema detection in these patients might not indicate liquid excess but liquid redistribution.

These findings are important if we consider that American and European guidelines recommended daily weight monitoring because changes in body fluids over a short period of time can be detected by weight gain of more than 2 kg in three days, which is associated with functional class deterioration or HF. However, worsening can occur without weight changes, and an excessive use of diuretics can cause vascular volume depletion and dehydration (19,20). Another limitation of weight change assessment is that it does not detect changes in different body compartments, such as musculoskeletal depletion accompanied

by volume overload, hypoalbuminemia or intravenous fluids, without variations in weight (21). Additionally, weight loss could be caused by water decreases after treatment with diuretics and not necessarily by the depletion of lean or fat mass.

Patients with HF usually have water displacement into the extravascular space and interstitial space; for example, lung edema develops without body weight changes and can mask the loss of chemical and cellular compounds. Furthermore, depletion of the body protein reserves causes a greater increase in the extracellular water volume, so it is difficult to assess free fat mass (22). Therefore, without assessing the fluid variation, treatment with diuretics cannot be indicated without reincorporating the intravascular space. Bioelectrical impedance can be a very useful and

Table II. Baseline anthropometric composition of heart failure patients according to NYHA functional class deterioration

Variables	NYHA deterioration n = 66	Non-NYHA deterioration n = 209	p-value
Height (cm)	157.7 ± 9.9	157.5 ± 10.2	0.84
Weight (kg)	72.3 ± 24.9	69.2 ± 17.3	0.30
BMI (kg/m ²)	28.6 ± 7.8	27.8 ± 5.9	0.35
Resistance (ohms)	530.2 ± 109.1	536.1 ± 105.1	0.70
Reactance (ohms)	46.0 ± 12.1	47.8 ± 13.1	0.30
R/H (ohms/m)	338.0 ± 80.9	343.0 ± 78.9	0.70
Xc/H (ohms/m)	29.0 ± 7.8	30.7 ± 8.8	0.20
Phase angle (°)	5.0 ± 1.2	5.1 ± 1.2	0.47
Total body water (L)	36.6 ± 9.7	35.8 ± 7.9	0.47
Extracellular water (L)	16.4 ± 3.7	16.1 ± 2.9	0.53

R/H: resistance/height; Xc/H: reactance/height. Values are expressed as medians ± standard deviations.

Table III. Changes from baseline at six months in bioelectrical impedance according to NYHA functional class deterioration

Variables	NYHA deterioration n = 66	Non-NYHA deterioration n = 209	p-value
Increase in ECW > 5%	23.6	13.4	0.06
Resistance/height decrease > 5%	37.7	23.2	0.02
Resistance and reactance/height decrease > 5%	24.2	13.9	0.04
Hypervolemia development on RXc graph	41.3	28.4	0.05
Clinical edema development	13.6	6.7	0.08

ECW: extracellular water. Values are expressed as subject percentages.

Table IV. Logistic regression to determine associations with functional class NYHA deterioration

Variables	Exp (β)	Confidence interval	p-value
Diabetes (yes/no)	2.11	1.1-4.1	0.03
DDLVL (mm)	1.03	0.99-1.07	0.07
Age (years)	0.99	0.97-1.0	0.24
Resistance/height decrease > 5% (yes/no)	1.42	1.01-2.0	0.04

DDLVL: diastolic diameter of the left ventricle.

sensitive method clinically. This usefulness was emphasized by Sergi, who analyzed body water distribution in elderly adults with HF and indicated that extracellular water measurements compared with total body water could more accurately predict the presence of edema (23).

The results of the present research support the need for an integral compartment study conducted in an objective manner. Subjective measurements could not identify these mechanisms; thus, we proposed the evaluation of extracellular water in clinical practice.

Moreover, ESC guidelines for the diagnosis and treatment of patients with HF suggest that initial symptoms and signs are

essential for the early detection of disease. However, the guidelines also recognize that these data are difficult to be interpreted, in both elderly and obese patients. Therefore, in this study, we attempted to provide tools to help clinical teams quickly and accurately identify the manifestations of illness to prevent functional class deterioration.

LIMITATIONS

The incidence of articular fibrillation was not considered in these patients, which is remarkable because articular fibrillation

is an independent factor in deterioration. Nonetheless, in this case, redistribution (i.e., lung congestion) was attributable to a change in weight, and the absence or appearance of edema could explain clinical deterioration. We recommend longer follow-up periods and a larger sample size to obtain more conclusive results.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank professors Piccoli A and Pastori form the Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Padova, Italy (2002), for giving us BIVA software, and PhD Ángeles Espinosa for providing us with data of Mexican reference population for tolerance ellipses.

REFERENCES

1. Di Soma S, Lukaski HC, Codognotto M, Peacock WF, Aspromonte N, Ronco C, et al. Consensus paper on the use of BIVA (Bioelectrical Impedance Vector Analysis) in medicine for the management of body hydration. *Emergency Care Journal* 2011;4:1-7.
2. Di Somma S, Vetrone F, Maisel AS. Bioimpedance Vector Analysis (BIVA) for diagnosis and management of acute heart failure. *Curr Emerg Hosp Med Rep* 2014;2:104-11.
3. Lewin J, Ledwidge M, O'Loughlin Ch, McNally C, McDonald K. Clinical deterioration in established heart failure: What is the value of BNP and weight gain in aiding diagnosis? *Eur J Heart Fail* 2005;7:953-7.
4. Lukaski HC. Requirements for clinical use of bioelectrical impedance analysis (BIA). *Ann N Y Acad Sci* 1999;873:72-6.
5. De Berardinis B, Magrinil, Zampini G, Zanca B, Salerno G, Cardelli P, et al. Usefulness of combining Galectin-3 and BIVA assessments in predicting short- and long-term events in patients admitted for acute heart failure. *BioMed Research International* 2014; Article ID 983098. doi.org/10.1155/2014/983098
6. Restrepo PE, Wang Z, Shen W, Heymsfield SB. Evaluation and monitoring of the obese patient's body composition. In: González Barranco J, editor. *Obesidad*. México: McGraw-Hill Interamericana; 2003.
7. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney Int* 1994;46:534-9.
8. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología* 2002;22:228-38.
9. Tang WWH, Tong W. Measuring impedance in congestive heart failure: Current options and clinical applications. *Am Heart J* 2009;157:402-11.
10. Min-Hui Liu, Chao-Hung Wang, Yu-Yen Huang, Tao-Hsin Tung, Chii-Ming Lee, Ning-I Yang, et al. Edema index established by a segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis provides prognostic value in acute heart failure. *J Cardiovasc Med* 2012;13:299-306.
11. Paterna S, Di Pasquale P, Parrinello G, Fornaciari E, DiGaudio F, Fasullo S, et al. Changes in brain natriuretic peptide levels and bioelectrical impedance measurements after treatment with high-dose furosemide and hypertonic saline solution versus high dose furosemide alone in refractory congestive heart failure: A double blind study. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1997-2003.
12. Castillo Martínez L, Colín Ramírez E, Orea Tejeda A, Asensio E, Bernal P, Rebolgar V, et al. Bioelectrical impedance and strength measurements in patients with heart failure: Comparison with functional class. *Nutrition* 2007;27:412-8.
13. Parrinello G, Paterna S, Di Pasquale P, Torres D, Fatta A, Mezzero M, et al. The usefulness of bioelectrical impedance analysis in differentiating dyspnea due to decompensated heart failure. *J Card Fail* 2008;14:676-86.
14. Torres D, Parrinello G, Paterna S, Di Pasquale P, Torres A, Trapanese C, et al. A new option in measuring bioimpedance in congestive heart failure. *Am Heart J* 2009;158(1):e1-e1.
15. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Heart Journal* 2012;33:1787-847.
16. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Abridged edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1991.
17. Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA* 1999;281:558-60.
18. Cotter G, Metra M, Milo-Cotter O, Dittrich HC, Gheorghiade M. Fluid overload in acute heart failure. Re-distribution and other mechanisms beyond fluid accumulation. *Eur J of Heart Failure* 2008;10:165-9.
19. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, et al. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica. *Rev Esp Cardiol* 2008;61(12):1329.e1-1329.e70.
20. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Ganiats TG, et al. 2009 focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the diagnosis and management of heart failure in adults. *Journal of the American College of Cardiology* 2009;53(15):e1-90.
21. Kotler DP. Cachexia. *Ann Intern Med* 2000;133:622-34.
22. Bourdel-Marchasson I, Emeriau JP. Nutritional strategy in the management of heart failure in adults. *Am J Cardiovasc Drugs* 2001;1:363-73.
23. Sergi G. Body Fluid distribution in elderly subjects with congestive heart failure. *Annals of Clinical Laboratory Science* 2004;34(4):416-22.



Trabajo Original

Valoración nutricional

Características cineantropométricas de los jugadores de béisbol de élite

Kinanthropometry characteristic of elite baseball players

Arturo R. Clavijo-Redondo¹, Raquel Vaquero-Cristóbal^{1,2}, Pedro A. López-Miñarro³ y Francisco Esparza-Ros¹

¹Cátedra Internacional de Cineantropometría. Universidad Católica de Murcia. Murcia. ²Facultad de Deporte. Universidad Católica de Murcia. Murcia. ³Facultad de Educación. Universidad de Murcia. Murcia

Resumen

Introducción: a pesar de que las características antropométricas es uno de los métodos utilizados dentro de la selección de talentos deportivos, son pocos los estudios que han analizado el perfil morfológico del jugador de béisbol de élite.

Objetivo: analizar el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma global y según el puesto ocupado.

Material y métodos: Doscientos diecisiete jugadores de béisbol masculino (edad: $23,87 \pm 5,32$ años) de la División de Honor española participaron en el presente estudio. A todos ellos se les clasificó según su posición de juego y se les realizó una valoración antropométrica. Posteriormente se calculó su somatotipo, composición corporal, índice de masa corporal (IMC) y sumatorio de seis pliegues.

Resultados: los jugadores no mostraron diferencias significativas en función de su posición en el campo en la talla, el peso, los pliegues tríceps, subescapular, bíceps, supraespinal, abdominal y pierna, ni en el sumatorio de seis pliegues o el diámetro biestiloideo. Sí que se encontraron diferencias significativas en el pliegue del muslo, perímetros del brazo contraído y pierna y diámetros biepicondíleo del húmero y fémur. Tampoco se hallaron diferencias significativas en el IMC, la composición corporal o el somatotipo. Los valores de endomorfia fueron altos, los de mesomorfia altos o medio-altos y los de ectomorfia bajos, siendo la clasificación del somatotipo mesoendomorfo o endomorfo-mesomorfo según la posición de juego.

Conclusión: existe una gran homogeneidad en el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol según su posición de juego, diferenciándose únicamente en algunas variables antropométricas como perímetros y diámetros.

Abstract

Introduction: Anthropometric characteristics is one of the methods that they have been used in sport talent detection. However, few studies have analyzed the morphological profile of elite baseball player.

Objective: To analyze the anthropometric profile of elite Spanish baseball players, classified by playing positions and globally.

Material and methods: Two hundred and seventeen male baseball players (age: 23.87 ± 5.32 years) from Spanish Honor Division participated in this study. Athletes were classified based on their playing position. Anthropometric variables were measured and somatotype, body composition, body mass index (BMI) and six skinfolds sum were calculated.

Results: Players did not show significant differences based on their playing position in stretch stature; body mass; triceps, subscapular, biceps, supraspinal, abdominal and medial calf skinfolds; six skinfold sum; and wrist (bi-styloid) bone breadth. There were significant differences in front thigh skinfold, arm flexed and tensed and calf girths, humerus (biepicondylar) and femur (biepicondylar) bone breadths; BMI, body composition and somatotype. Endomorphy showed a high value, mesomorphy a high or medium-high values and ectomorphy a low value. Generally, athletes showed a mesomorphic endomorph and mesomorph-endomorph somatotype, depends on the playing position.

Conclusion: Baseball players of all the playing positions showed a high homogeneity in the anthropometric profile. There were only few differences in some anthropometric variables such as girths and bone breadths.

Palabras clave:

Béisbol.
Cineantropometría.
Composición
corporal. Deporte.
Ejercicio.

Key words:

Baseball.
Kinanthropometry.
Body composition.
Sport. Exercise.

Recibido: 13/10/2015
Aceptado: 20/11/2015

Clavijo-Redondo AR, Vaquero-Cristóbal R, López-Miñarro PA, Esparza-Ros F. Características cineantropométricas de los jugadores de béisbol de élite. Nutr Hosp 2016;33:629-636

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.271>

Correspondencia:

Raquel Vaquero-Cristóbal. Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica de Murcia. Campus de los Jerónimos, 135. 30107 Guadalupe, Murcia
e-mail: rvaquero@ucam.edu

INTRODUCCIÓN

La cineantropometría ha sido definida como la ciencia que se encarga de la utilización de la medida en el estudio del tamaño, forma, proporción, composición y maduración del cuerpo humano, con el objetivo de un mejor conocimiento del comportamiento humano en relación con el crecimiento, desarrollo y envejecimiento, la actividad física y el estado nutricional (1). Dentro del ámbito de la cineantropometría deportiva son diferentes aspectos los que se pueden valorar. El peso de los deportistas es la medida antropométrica más utilizada, pero por sí solo poco puede aclarar de su composición corporal (2,3). Por ello, el fraccionamiento del peso total en componentes, junto al somatotipo, permite una mejor aproximación al conocimiento del individuo y, en consecuencia, a la selección y orientación de los deportistas en la búsqueda de un máximo rendimiento (3).

Estudios previos han demostrado que las variables antropométricas vienen condicionadas por aspectos genéticos. No obstante, hay aspectos ambientales como los hábitos alimentarios y la práctica de actividad física que pueden condicionar estas variables (4-6). La conjunción de todos estos aspectos son importantes dentro del ámbito deportivo, puesto que en la búsqueda del rendimiento deportivo, algunos autores han observado que ciertos tipos morfológicos son más adecuados a las demandas tácticas y biomecánicas según el deporte y la posición ocupada, lo que podría condicionar la llegada al deporte de élite de aquellos deportistas alejados del morfotipo ideal (7,8). Esta es la razón por la que la cineantropometría ha sido ampliamente usada en la detección de talentos deportivos (9). Los deportistas que tienen un rol donde la altura corporal es decisiva, tienen un desarrollo musculoesquelético mayor, mientras que aquellos en los que la velocidad es decisiva, pesan menos y tienen menos grasa (10). Otros autores han observado también que la grasa corporal es inversamente proporcional al rendimiento en deportes o en posiciones de juego que requieren movimientos repentinos y rápidos (11). Por tanto, es necesario realizar estudios para analizar las características antropológicas de cada modalidad deportiva y cada una de las posiciones de juego, con el fin de realizar una adecuada detección de talentos deportivos y de formación en la búsqueda del rendimiento deportivo.

Muchos estudios han demostrado diferencias en las variables antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de los jugadores de diferentes deportes (2,12-15), e incluso diferencias entre deportistas de un mismo deporte según su rol en el equipo (2,13). No obstante, pocos de estos estudios han analizado el béisbol.

El béisbol es un deporte que se practica en diferentes partes del mundo, teniendo un gran crecimiento en los últimos años en América, Europa y Japón (16) y una gran acogida en algunos países de Centroamérica, en los que es uno de los deportes más populares (2). El objetivo del juego es golpear una pelota con un bate, desplazándola a través del campo, correr por el campo interno de tierra buscando alcanzar la mayor cantidad de bases posibles hasta dar la vuelta a la base desde donde se bateó, y

lograr anotar el tanto conocido como carrera (16). Mientras tanto, los jugadores defensivos buscan la pelota bateada para eliminar al jugador que bateó la pelota, antes de que este llegue primero a una de las bases o consiga anotar la carrera (16).

Los jugadores de béisbol ocupan diferentes posiciones con distintos roles en defensa: el encargado de lanzar la pelota (*pitcher*), el receptor de la misma (*catcher*), el defensor de la primera base (primera base), el defensor que se sitúa entre la primera y la segunda base (segunda base), el defensor de la tercera base (tercera base), el jugador defensor que se sitúa entre la segunda y la tercera base (campocorto) y los exteriores izquierdo, central y derecho (jardinero izquierdo, central y derecho, respectivamente) (16).

Algunos estudios antropométricos han analizado las características de estos jugadores con el fin de buscar el máximo rendimiento deportivo y ayudar en la selección de talentos deportivos. Se ha encontrado que en los *pitchers* en edad de formación hay una relación directa entre la fuerza de prensión y la fuerza de pellizco de la mano dominante con la altura, la masa corporal, el IMC, la masa muscular de los miembros superiores, la masa libre de grasa y la masa grasa (17), proponiéndose la fuerza de prensión y de pellizco variables directamente relacionadas con el rendimiento del lanzamiento de béisbol (18). También se ha demostrado que los *pitchers* adolescentes consiguen una mayor velocidad en el lanzamiento cuanto mayor es su peso (19), talla o longitud de brazos (20), el volumen muscular global del cuerpo y el volumen muscular segmentario del miembro superior dominante y ambos miembros inferiores (17).

No obstante, todos estos estudios han analizado a población adolescente. Las variables antropométricas de los jugadores de béisbol cambian al comparar a jugadores adolescentes y adultos, siendo estos más pesados y con un mayor peso magro (21). Por tanto, es necesario también realizar estudios antropométricos en jugadores de béisbol adultos para conocer las características de estos.

Una reciente investigación ha analizado la composición corporal, somatotipo, proporcionalidad y rendimiento en ataque de los jugadores varones de béisbol de élite cubanos en función de su posición de juego. Los autores encontraron diferencias significativas en función de la posición de juego en la composición corporal, el somatotipo y el rendimiento en ataque de los jugadores, pero no en la proporcionalidad, siendo el somatotipo medio para la mayoría de los jugadores mesoendomorfo (2). No obstante, la muestra de este estudio fue reducida, habiendo posiciones en las que se midió a menos de diez jugadores, y limitándose a valorar a jugadores de nacionalidad cubana.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue analizar las características antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma global y según el puesto ocupado en el campo en una muestra representativa de esta categoría.

MATERIAL Y MÉTODOS

La población objeto del presente estudio fueron los jugadores de béisbol de la División de Honor española en la temporada 2006-2007. De los 324 jugadores totales registrados en la liga española de División de Honor se estudiaron 217 (66,97% de la población total) (media de edad: $23,87 \pm 5,32$ años). Los criterios de inclusión fueron: a) ser de raza caucásica, b) haber practicado béisbol de forma consecutiva durante al menos 8 años, c) tener ficha federativa en la División de Honor española de béisbol en la temporada 2006/2007, d) tener cumplidos los 18 años, e) entrenar y competir con regularidad en el momento del estudio, y f) no haber sufrido lesiones en los tres meses previos al estudio.

Los jugadores fueron clasificados según su posición en el terreno de juego en *pitcher*, *catcher*, primera base, segunda base, tercera base, campocorto, jardinero izquierdo, jardinero central y jardinero derecho.

A todos los jugadores se les realizó una valoración antropométrica. Las variables analizadas fueron dos medidas básicas (peso y talla), siete pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), dos perímetros (brazo contraído y pierna) y tres diámetros (biepicondíleo del húmero y fémur y biestiloideo de la muñeca).

Todas las medidas fueron tomadas siguiendo la metodología de Lohman y cols. (22). Se trata de una metodología aceptada, consensuada y revisada por los miembros del comité de la Conferencia de Airline, agrupación que reúne a los antropometristas más notorios y, a su vez, contrastada por el área de Cineantropometría en el Consejo Superior de Deportes de España. Antes de tomar las mediciones, el investigador principal se familiarizó con los instrumentos y técnicas de medida con el fin de minimizar el error técnico de medida, hasta alcanzar un límite de tolerancia en la toma de medidas adecuado según los valores establecidos por Ross y Marfell-Jones (23). Todas las mediciones se realizaron siguiendo el mismo orden, en sentido cráneo-caudal y tomándose en el hemitrueno derecho de los jugadores.

Las valoraciones se realizaron en el vestuario de los diferentes equipos analizados, en horario vespertino, manteniéndose la temperatura del mismo entre los 16 y 20 °C. El mismo instrumental fue utilizado en todas las mediciones, el cual además fue calibrado antes de su uso. Para la valoración del peso corporal se utilizó una báscula SECA 708, de 200 kilogramos de carga, con 100 gramos de precisión; para medir la talla, un tallímetro SECA 214, de 1 mm de precisión; un plicómetro Holtain LTD fue empleado para determinar el grosor de los pliegues, con una precisión de lectura de 0,2 mm y presión de 10 gr/mm²; un paquímetro Holtain LTD con ramas graduadas 1 mm de presión para medir los diámetros óseos; una cinta métrica metálica Holtain LTD para la determinación de los diferentes perímetros corporales, con una precisión de 1 mm, inextensible, de 0,5 cm de anchura y 1,5 cm iniciales sin graduación; y un cajón antropométrico para la colocación del sujeto y posterior toma de las medidas antropométricas según el protocolo establecido.

Con los datos obtenidos se calculó el somatotipo de los jugadores, utilizando la metodología descrita por Heath-Carter (24) para

el cálculo de la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia. Los valores de la endomorfia podían oscilar entre 1 y 14, los de mesomorfia entre 1 y 10 y los de ectomorfia entre 0,5 y 9. Para cada componente se consideró que de 0,5 a 2,5 eran valores bajos, de 3 a 5 medios, de 5 a 7 altos y por encima de 7 valores muy altos.

Para el análisis de la composición corporal se empleó la propuesta de cuatro componentes de De Rose y Guimaraes (25), basándose en las ecuaciones de Rocha (26) para el peso óseo, y Würch (27) para el peso residual, con la propuesta para el cálculo del componente graso realizada por Katch y McArdle (28). El peso muscular se obtuvo a partir de los pesos ya conocidos siguiendo la metodología de De Rose y Guimaraes (29).

Además, se calculó el índice de masa corporal (IMC) (IMC = peso en kg / talla en m²). También se calculó el sumatorio de seis pliegues para cada una de las posiciones de juego (suma de los pliegues del tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna).

Todos los datos obtenidos fueron tratados con el paquete informático SPSS (Statistical Package for Social Sciences, 2000). Tras el empleo del Test de Kolmogorov-Smirnov, se observó que las variables obtenidas se ajustaban a una distribución normal. Para la obtención de los resultados se realizó una estadística descriptiva, calculándose los valores medios y desviación típica de todas las variables. Para comparar los valores obtenidos en cada una de las variables en función de la posición de juego se realizó un análisis de la varianza con un factor (ANOVA). El valor de significación se estableció a priori en $p < 0,05$. En caso de encontrarse diferencias significativas se realizó un análisis por pares *post hoc* con corrección de Bonferroni, ajustándose el criterio de significación a un valor de 0,05 dividido entre 9 (0,005).

RESULTADOS

En la figura 1 se encuentra la distribución de los jugadores según la posición de juego.

Respecto a las variables antropométricas, los valores descriptivos de las mismas se encuentran en la tabla I. Los jugadores no mostraron diferencias significativas en la talla en función del rol en el campo ($F = 1,01$, $p = 0,432$). Lo mismo sucedió al analizar las diferencias entre puestos para el peso ($F = 0,48$, $p = 0,872$).

El perfil de seis pliegues por puestos se encuentra en la figura 2. Al analizar los pliegues de forma individual no se encontraron diferencias entre grupos en los pliegues del tríceps ($F = 0,64$, $p = 0,747$), subescapular ($F = 1,41$, $p = 0,192$), bíceps ($F = 1,20$, $p = 0,300$), supraespinal ($F = 0,46$, $p = 0,884$), abdominal ($F = 0,74$, $p = 0,656$) y pierna ($F = 0,46$, $p = 0,882$). Sí que se encontraron diferencias significativas en el pliegue del muslo ($F = 3,32$, $p = 0,001$), en el cual los *pitchers* y los *catchers* mostraron significativamente mayores valores que los jardineros derechos ($p = 0,026$ y $p = 0,006$, respectivamente). Tampoco se encontraron diferencias significativas en el sumatorio de seis pliegues entre los diferentes jugadores ($F = 1,33$, $p = 0,228$).

Respecto a los perímetros, se encontraron diferencias significativas en función del rol desempeñado en el campo en los

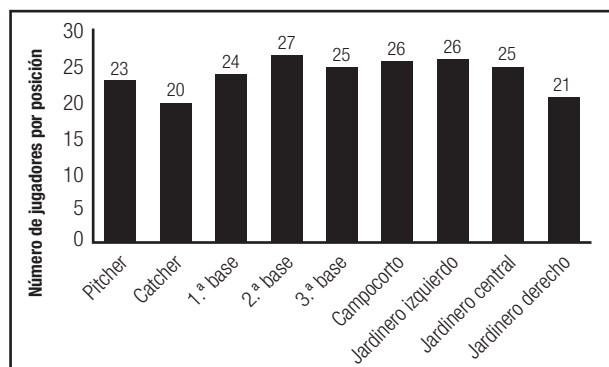


Figura 1.

Distribución de jugadores según la posición de juego en el campo.

dos perímetros analizados: el perímetro del brazo contraído ($F = 2,41$, $p = 0,017$) y de la pierna ($F = 4,44$, $p < 0,001$). El posterior ajuste de Bonferroni mostró que los *pitchers* tenían un perímetro del brazo contraído mayor que los jardineros izquierdos ($p = 0,044$). Respecto al perímetro de la pierna, los *pitchers* mostraron valores significativamente menores que los primeras bases ($p = 0,026$) y los campocortos ($p < 0,001$). Los campocortos también presentaron perímetros de la pierna significativamente mayores que los segundas bases ($p = 0,006$) y los jardineros izquierdos ($p = 0,009$).

Sobre los diámetros, se encontraron diferencias significativas entre grupos en el diámetro biepicondíleo del fémur ($F = 2,05$, $p = 0,042$) y biepicondíleo del húmero ($F = 5,33$, $p < 0,001$). En el diámetro biepicondíleo del húmero, los *pitchers* mostraron valores significativamente mayores que las primeras, segundas y terceras bases ($p = 0,006$, $p = 0,034$ y $p = 0,003$, respectivamente), y que los jardineros izquierdos y centrales ($p = 0,005$ y $p < 0,001$, respectivamente). Los *catchers* también tuvieron valores significativamente superiores a los mostrados por los primeras y terceras bases ($p = 0,047$ y $p = 0,027$, respectivamente) y los jardineros izquierdos y centrales ($p = 0,043$ y $p = 0,002$,

respectivamente). No obstante, no se encontraron diferencias significativas en el diámetro biestiloideo de la muñeca entre los jugadores de los diferentes puestos ($F = 1,11$, $p = 0,355$).

En la tabla I también se presentan los datos del IMC para cada una de las posiciones en el campo. No se hallaron diferencias en la variable en función del rol desempeñado por los jugadores ($F = 0,55$, $p = 0,816$).

Los valores de composición corporal de los diferentes grupos de deportistas se encuentran en la tabla II. No se encontraron diferencias significativas en la masa grasa ($F = 0,99$, $p = 0,445$), muscular ($F = 0,64$, $p = 0,741$), ósea ($F = 1,81$, $p = 0,077$) y residual ($F = 0,48$, $p = 0,87$). Tampoco hubo diferencias significativas en los porcentajes de cada uno de los componentes ($F = 1,29$, $p = 0,252$; $F = 0,99$, $p = 0,442$; $F = 0,94$, $p = 0,487$; y $F = 0,00$, $p = 1,000$, respectivamente).

En la tabla III se encuentran los valores para cada uno de los componentes del somatotipo. No se encontraron diferencias significativas para la endomorfia ($F = 1,46$, $p = 0,175$), la mesomorfia ($F = 1,56$, $p = 0,139$) y la ectomorfia ($F = 0,99$, $p = 0,446$). Los valores de endomorfia mostrados por todos los grupos de jugadores fueron altos, los de mesomorfia entre altos y medio-altos y los de ectomorfia bajos. Al clasificar el somatotipo de los participantes, los *pitchers*, *catchers*, segundas bases, jardineros izquierdos y derechos mostraron un somatotipo mesoendomorfo, mientras que los primeras bases, terceras bases, campocortos y jardineros centrales, tuvieron un somatotipo endomorfo-meso-morfo. El somatotipo medio fue mesoendomorfo.

DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente estudio fue analizar el morfotipo de los jugadores de béisbol según su puesto en el campo. Uno de los principales hallazgos fue que se encontró una gran homogeneidad interpoblacional entre los jugadores investigados, mostrando un somatotipo mesoendomorfo o mesomorfo-endomorfo, lo que demuestra un predominio del desarrollo musculoesquelético y la adiposidad frente a la delgadez. De hecho, la

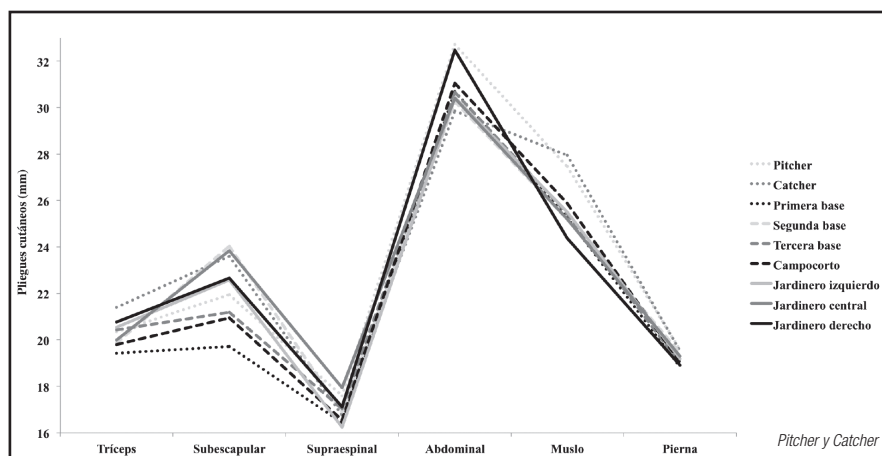


Figura 2.

Perfil de pliegues cutáneos de los jugadores según la posición de juego en el campo.

Tabla I. Características antropométricas de los jugadores de béisbol según la posición de juego

	<i>Pitcher</i>	<i>Catcher</i>	Primera base	Segunda base	Tercera base	Campocorto	Jardinero izquierdo	Jardinero central	Jardinero derecho	Media de la población
Talla (cm)	179,33 ± 5,70	182,24 ± 6,07	182,41 ± 4,68	181,01 ± 4,72	182,30 ± 5,50	182,89 ± 5,77	181,49 ± 5,06	181,98 ± 4,59	182,45 ± 5,11	181,81 ± 5,26
Peso (kg)	83,63 ± 6,29	83,43 ± 6,80	84,82 ± 6,32	85,33 ± 4,70	85,92 ± 6,07	84,43 ± 6,00	85,52 ± 5,78	83,97 ± 6,57	85,23 ± 7,25	84,71 ± 6,16
Pliegue tríceps (mm)	20,35 ± 3,83	21,40 ± 4,45	19,42 ± 2,82	19,86 ± 3,29	20,34 ± 3,85	19,80 ± 3,26	20,54 ± 3,50	19,99 ± 3,22	20,77 ± 4,02	20,24 ± 3,56
Pliegue subescapular (mm)	21,94 ± 7,20	23,60 ± 6,27	19,72 ± 4,20	24,03 ± 7,22	21,18 ± 6,00	20,95 ± 6,03	22,58 ± 5,72	23,84 ± 6,59	22,66 ± 5,69	22,17 ± 6,16
Pliegue bíceps (mm)	5,24 ± 0,37	5,25 ± 0,42	5,46 ± 0,28	5,30 ± 0,51	5,25 ± 0,45	5,22 ± 0,38	5,34 ± 0,43	5,15 ± 0,44	5,26 ± 0,42	5,28 ± 0,41
Pliegue supraespinal (mm)	17,59 ± 4,72	16,76 ± 4,14	16,43 ± 3,54	16,89 ± 3,98	17,03 ± 4,02	16,54 ± 3,81	16,24 ± 4,24	17,94 ± 4,63	17,11 ± 3,89	16,94 ± 4,08
Pliegue abdominal (mm)	32,71 ± 7,47	29,85 ± 4,62	30,70 ± 4,80	30,26 ± 4,99	30,66 ± 3,99	31,05 ± 5,22	30,43 ± 6,00	30,41 ± 3,59	32,48 ± 7,41	30,93 ± 5,42
Pliegue muslo (mm)	27,46 ± 3,88	27,94 ± 2,91	25,26 ± 2,61	25,18 ± 2,53	25,42 ± 2,75	25,88 ± 3,59	25,51 ± 3,15	25,20 ± 2,68	24,38 ± 1,83	25,79 ± 3,10
Pliegue pierna (mm)	19,57 ± 2,67	19,52 ± 2,31	18,83 ± 1,70	19,44 ± 1,96	18,97 ± 1,99	19,04 ± 2,11	19,19 ± 1,43	19,29 ± 1,88	18,91 ± 1,30	19,18 ± 1,95
Sumatorio de seis pliegues (mm)	139,62 ± 20,28	139,08 ± 11,30	130,36 ± 11,13	135,65 ± 11,63	133,60 ± 11,08	133,27 ± 11,69	134,49 ± 12,05	136,67 ± 8,48	136,30 ± 12,42	135,26 ± 12,63
Perímetro brazo contraído (cm)	36,43 ± 3,99	33,59 ± 5,08	35,47 ± 2,84	33,94 ± 3,55	35,47 ± 2,23	34,99 ± 2,44	33,21 ± 4,25	35,95 ± 2,57	34,61 ± 4,00	34,89 ± 3,58
Perímetro pierna (cm)	40,81 ± 4,30	46,41 ± 7,47	47,95 ± 8,34	41,92 ± 7,90	47,23 ± 6,78	50,34 ± 8,32	42,85 ± 8,72	46,72 ± 6,49	43,93 ± 7,16	45,53 ± 7,87
Diámetro biepicondíleo del fémur (cm)	10,41 ± 1,06	11,19 ± 1,39	11,42 ± 0,92	11,53 ± 1,08	11,20 ± 1,07	10,67 ± 2,26	11,19 ± 1,19	11,37 ± 1,20	11,48 ± 0,84	11,15 ± 1,33
Diámetro biepicondíleo del húmero (cm)	5,53 ± 0,34	5,43 ± 0,34	5,45 ± 0,28	5,48 ± 0,31	5,37 ± 0,33	5,37 ± 0,33	5,39 ± 0,31	5,33 ± 0,32	5,50 ± 0,34	5,43 ± 0,43
Diámetro biestiloideo de la muñeca (cm)	5,41 ± 0,59	5,34 ± 0,63	4,88 ± 0,36	4,91 ± 0,32	4,85 ± 0,37	5,16 ± 0,60	4,87 ± 0,38	4,76 ± 0,42	5,03 ± 0,64	5,02 ± 0,53
IMC	25,99 ± 1,27	25,16 ± 2,23	25,53 ± 3,21	26,09 ± 2,01	25,92 ± 2,33	25,33 ± 2,61	25,99 ± 1,85	25,42 ± 2,50	25,63 ± 2,29	25,67 ± 21,17

mayoría de los deportistas mostraron altos valores de endomorfia, altos o moderados de mesomorfia y bajos de ectomorfia. Esto podría deberse a que el béisbol es un deporte con una gran predominancia de lanzamientos y golpes y, en estos tipos de deportes, una alta masa grasa, sobre todo a nivel central, ayuda al equilibrio del lanzador tras el golpeo o lanzamiento, y un gran porcentaje graso y muscular permite al deportista generar más fuerza en el lanzamiento o bateo (3). Resultados similares han sido encontrados en una investigación previa donde el somatotipo que predominó en todos los puestos fue el mesoendomorfo (2).

En línea con lo mostrado en el somatotipo, los jugadores mostraron valores de porcentaje graso algo elevados y de masa muscular ligeramente inferiores a los mostrados en investigaciones anteriores (2). No obstante, hay que tener en cuenta que mientras que en el estudio de Carvajal y cols. (2) se analizó la composición corporal diferenciando entre cinco componentes, en el presente estudio se utilizó el modelo de cuatro componentes, siguiendo el modelo de De Rose y Guimaraes (25). Estudios previos han demostrado que este modelo tiende a subestimar la masa muscular en los varones (7). Por tanto, son necesarias más investiga-

Tabla II. Masa y porcentaje graso, muscular, óseo y residual de los jugadores de béisbol según la posición de juego

	Peso y porcentaje muscular	Peso y porcentaje graso	Peso y porcentaje óseo	Peso y porcentaje residual
<i>Pitcher</i>	35,25 ± 4,44 kg; 42,07 ± 3,33%	19,95 ± 2,64 kg; 23,88 ± 2,83%	8,28 ± 0,74 kg; 9,95 ± 1,13%	20,16 ± 1,51 kg; 24,10 ± 0,00%
<i>Catcher</i>	34,83 ± 5,23 kg; 41,55 ± 3,12%	19,80 ± 1,54 kg; 23,85 ± 2,37%	8,69 ± 0,75 kg; 10,49 ± 1,29%	20,11 ± 1,64 kg; 24,10 ± 0,00%
Primera base	36,53 ± 4,89 kg; 42,92 ± 2,80%	18,98 ± 1,40 kg; 22,47 ± 2,06%	8,86 ± 0,59 kg; 10,50 ± 1,04%	20,44 ± 1,52 kg; 24,10 ± 0,00%
Segunda base	36,13 ± 4,67 kg; 42,20 ± 3,32%	19,71 ± 1,67 kg; 23,21 ± 2,78%	8,92 ± 0,80 kg; 10,49 ± 1,14%	20,56 ± 1,13 kg; 24,10 ± 0,00%
Tercera base	37,13 ± 4,28 kg; 43,11 ± 2,43%	19,43 ± 1,57 kg; 22,67 ± 1,85%	8,65 ± 0,80 kg; 10,11 ± 1,12%	20,71 ± 1,46 kg; 24,10 ± 0,00%
Campocorto	36,49 ± 5,36 kg; 43,04 ± 3,79%	19,30 ± 1,51 kg; 22,95 ± 2,28%	8,30 ± 1,54 kg; 9,90 ± 2,07%	20,35 ± 1,44 kg; 24,10 ± 0,00%
Jardinero izquierdo	36,76 ± 4,45 kg; 42,86 ± 2,79%	19,52 ± 1,73 kg; 22,89 ± 2,23%	8,63 ± 0,76 kg; 10,15 ± 1,21%	20,61 ± 1,39 kg; 24,10 ± 0,00%
Jardinero central	35,16 ± 5,62 kg; 41,63 ± 3,78%	19,89 ± 1,23 kg; 23,86 ± 2,77%	8,68 ± 0,82 kg; 10,41 ± 1,33%	20,24 ± 1,58 kg; 24,10 ± 0,00%
Jardinero derecho	35,71 ± 5,28 kg; 41,73 ± 2,97%	20,01 ± 1,84 kg; 23,59 ± 2,52%	8,96 ± 0,60 kg; 10,57 ± 1,01%	20,54 ± 1,75 kg; 24,10 ± 0,00%
Media de la población	36,04 ± 4,89 kg; 42,40 ± 3,18%	19,60 ± 1,71 kg; 23,23 ± 2,43%	8,65 ± 0,89 kg; 10,27 ± 1,31%	20,41 ± 1,49 kg; 24,10 ± 0,00%

Tabla III. Somatotipo de los jugadores de béisbol según la posición de juego

	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
<i>Pitcher</i>	5,52 ± 0,93	4,62 ± 1,59	1,50 ± 0,58
<i>Catcher</i>	5,62 ± 0,64	5,01 ± 1,85	2,04 ± 1,03
Primera base	5,15 ± 0,54	5,38 ± 1,80	1,92 ± 0,90
Segunda base	5,58 ± 0,69	4,37 ± 2,09	1,63 ± 0,83
Tercera base	5,38 ± 0,66	5,09 ± 1,51	1,79 ± 1,00
Campocorto	5,27 ± 0,74	5,39 ± 2,00	2,05 ± 1,14
Jardinero izquierdo	5,46 ± 0,74	4,08 ± 1,70	1,66 ± 0,76
Jardinero central	5,64 ± 0,62	5,17 ± 1,77	1,94 ± 1,15
Jardinero derecho	5,54 ± 0,58	4,70 ± 2,19	1,88 ± 0,95
Media de la población	5,45 ± 0,70	4,89 ± 1,85	1,83 ± 0,95

ciones en este ámbito, utilizando diferentes fórmulas para hallar la composición corporal y acompañando estos datos de otras variables como el somatotipo, los perímetros corregidos o los sumatorios de pliegues.

Otro hecho que remarca esta gran homogeneidad del morfotipo de los jugadores de béisbol es que tampoco se encontraron diferencias significativas en función de la posición del juego en el peso, la talla, el IMC, la mayoría de pliegues cutáneos, la composición corporal o los componentes del somatotipo. Teniendo en cuenta que cada uno de estos jugadores desempeña diferentes funciones, de acuerdo con los estudios anteriores debería haber diferencias entre puestos (2,3). Los resultados del presente estudio podrían deberse a que en España el béisbol es un deporte relativamente nuevo, por lo que el grado de especialización y profesionalización de los jugadores es todavía menor que en otras partes del mundo. De hecho en Cuba, país donde el béisbol se encuentra entre los tres deportes más populares y cuyos jugadores tienen un alto nivel de profesionalización y especialización (2), se han hallado diferencias significativas en algunas de estas variables, como por ejemplo en el peso, la talla, la composición corporal y el somatotipo en función de la posición de juego (2). No obstante, también se deben tomar algunas precauciones al comparar los resultados de ambos estudios, ya que existe cierta diferencia de edad entre los participantes, siendo esta un factor relacionado con diferencias significativas en el peso, la masa magra y grasa entre los jugadores de béisbol de élite jóvenes-adultos (21). Por otro lado, la muestra para alguna de las posiciones del estudio de Carvajal y cols. (2) fue algo reducida y los autores optaron por agrupar a los jugadores en función del rol en el campo, no analizando cada posición individualmente.

En el presente estudio también se encontró cierta heterogeneidad en el perfil antropométrico al distinguir a los jugadores

según su posición en el terreno de juego, al igual que en otros estudios (2). Los primeras bases y los jardineros con frecuencia juegan un papel ofensivo más importante en la línea de bateo que en tareas defensivas, consiguiendo mayores rendimientos en el ataque que sus compañeros (2), para lo cual podría ser interesante que sean pesados y con un gran desarrollo muscular, tal y como se ha encontrado en jugadores de béisbol de élite (2). Más concretamente, los primeras bases se caracterizaron por ser jugadores con altos valores en el peso, la altura, la masa ósea y muscular y la mesomorfia (2), tendencias confirmadas en el presente estudio. Además, los primeras bases del presente estudio se caracterizaron por tener un bajo perfil y sumatorio de pliegues, endomorfia y masa grasa y altos perímetros y diámetro biepicóndileo del fémur comparado con sus compañeros, factores que podrían estar relacionados con un mejor rendimiento del deportista (2). En este sentido, biomecánicamente se ha demostrado que aquellos jugadores más altos, con mayor volumen muscular, pueden aplicar más fuerza durante el bateo, lo que se considera clave para el éxito ofensivo en el béisbol (3).

Sobre los jardineros, estos mostraron valores altos en los pliegues del miembro superior y tronco, y bajos en el miembro inferior, así como altos valores de diámetro biestiloideo de la muñeca, lo que se relaciona con su función en defensa, pues son jugadores que recorren grandes distancias en el campo lanzando la pelota (3). Por lo general, se encontraron dos perfiles algo distintos dentro de los jardineros, mostrando los jardineros izquierdos y derechos menor altura y mayor peso, IMC y sumatorio de pliegues, y mayores perímetros, valores de endomorfia y mesomorfia, y porcentaje de masa muscular que los jardineros centrales. Las diferencias entre estos dos perfiles podrían deberse a que, aunque la función de todos los jardineros es similar, en la práctica el jardinero central, por su situación en el campo en defensa, entra más en juego que sus compañeros de los laterales, teniendo que lanzar pelotas a largas distancias y desplazarse rápidamente en busca de estas (29,30). No obstante, no existen estudios previos que hayan analizado las diferencias antropométricas entre los diferentes jardineros, puesto que normalmente se estudian de forma conjunta (2,3), por lo que sería recomendable en el futuro realizar más investigaciones que comparen las características de los jardineros derechos, centrales e izquierdos.

Los campocortos suelen tener un rol más importante durante la fase defensiva del juego, lo que junto con su posición cercana a las bases, requiere que sean jugadores muy ágiles y rápidos, y con una gran velocidad de reacción (29,30). En el presente estudio se encontró que los campocortos eran los jugadores más altos y tenían un peso y un IMC inferior al de la media de sus compañeros, lo que les ayudaría a tener un mayor brazo de palanca para lanzar la bola y a su vez poder desplazarse rápidamente hacia pelotas alejadas, favoreciendo el juego defensivo (3). Además, presentaban pliegues reducidos en la mayoría de los sitios, especialmente en el miembro superior, siendo su sumatorio de pliegues uno de los más pequeños; grandes perímetros, especialmente en la pierna; y un gran diámetro biestiloideo de la muñeca. También se caracterizaron por una masa muscular, un componente endomórfico y ectomórfico mayor que la media,

así como una menor masa grasa, ósea y residual, y endomorfia. Todas estas características son propias de deportistas con gran potencia muscular y fuerza (10), especialmente en los brazos a raíz de los datos encontrados, aspectos que coinciden con el rol de los campocortos, de quienes se requiere que sean muy ágiles y rápidos (3). En estudios previos, los campocortos han sido evaluados junto a los segundas y terceras bases, encontrándose también que tenían un bajo peso, masa grasa y residual, una baja endomorfia y mayores valores en ectomorfia (2). No obstante, algunos datos entre ambos estudios son contradictorios, como por ejemplo, en relación con la masa muscular y la mesomorfia, lo que podría deberse al hecho de haber abarcado varias posiciones de juego con ligeras diferencias en cuanto a sus roles (3) o a la utilización de diferentes fórmulas para hallar la masa muscular.

Otros jugadores con un rol defensivo muy importante y situados cerca de las bases son los segundas y terceras bases. Ambos mostraron un perfil algo diferente con algunas características comunes: eran más pesados y tenían un IMC mayor que el de sus compañeros, tenían grandes diámetros biepicóndileos del fémur, una alta masa ósea, una mesomorfia alta y una ectomorfia baja, características de jugadores de corte defensivo (2). No obstante, los segundas bases eran más bajos, tenían perímetros bastante más pequeños y un porcentaje de masa muscular menor que los de los terceras bases. También mostraron una endomorfia y un porcentaje de grasa más grande, aunque el sumatorio de seis pliegues se situó ligeramente por debajo del de los terceras bases. Las diferencias entre ambas posiciones podría deberse a los diferentes roles que tienen en el campo (3), ya que mientras que los segundas bases son de los jugadores que más ágiles y rápidos necesitan ser, los terceras bases son jugadores algo menos explosivos, pues se requiere de ellos velocidad de reacción para llegar pronto a bolas rápidas, pero también resistencia (3). Los resultados encontrados en estos jugadores difieren mucho con los hallados por Carvajal y cols. (2). Las diferencias podrían deberse a que en este estudio no se analizaron estas posiciones de forma independiente, sino a segundas, terceras bases y campocortos en conjunto. Por otro lado, también existen diferencias en las características poblacionales de ambos estudios y en el nivel competitivo de ambas ligas. Por tanto, se aconseja realizar futuros estudios sobre este tema.

El *catcher* es otra de las posiciones consideradas por la literatura vitalmente defensivas (16,29,30), situándose durante el turno defensivo detrás del bateador para recepcionar la pelota del *pitcher*, para lo que se requiere una persona ágil y con alta estabilidad (16). En el presente estudio se encontró que los *catchers* eran más altos y menos pesados, con mayores pliegues en el miembro superior y el tronco y menores en el miembro inferior, un gran sumatorio de pliegues y diámetros más grandes que sus pares. Sobre la composición corporal mostraron menor masa muscular y residual y una mayor masa grasa y ósea, lo cual se reflejó en mayores valores en la endomorfia y la mesomorfia que sus compañeros. Dado que los *catchers* están en contacto frecuentemente con las bolas lanzadas y con los atacantes, se ha sugerido que un gran volumen es con frecuencia una ventaja en cuanto a protección y estabilidad (3), lo que corresponde con los resultados encontrados

en el presente estudio y en investigaciones anteriores (2). Por otro lado, los resultados también concuerdan con lo expuesto por Herrero y cols. (3), quienes exponen que la distribución central del tejido adiposo y los grandes diámetros observados en el presente estudio permiten a los *catchers* tener un centro de gravedad más bajo y una mayor estructura ósea, y por tanto más estabilidad, necesaria para protegerse de los jugadores que vienen en carrera cuando tienen que eliminarlos partiendo de una posición estática y chocando frecuentemente con ellos (3).

Los *pitchers* se caracterizan por su fuerza, su condición física, su coordinación, su talento y su estrategia táctica (3,16,31). Los *pitchers* de la presente muestra presentaron menos altura y peso que la media poblacional, pero un mayor IMC, tuvieron unos pliegues altos en todo el cuerpo y perímetros altos en el miembro superior y bajos en el inferior, perfil similar al encontrado en otros lanzadores (3). Además, presentaron altos diámetros en biepicondíleo del húmero y biestiloideo de la muñeca, lo cual podría estar directamente relacionado con la potencia en el lanzamiento (3). En relación con la composición corporal, se encontró un bajo peso muscular, óseo y residual y un alto peso graso, lo cual concuerda con que tuvieran una baja mesomorfia y ectomorfia, y una mayor endomorfia. Todos estos resultados concuerdan con los encontrados por Carvajal y cols. (2) y son acordes al morfotipo necesario para desarrollar su rol dentro del campo (3).

El presente estudio muestra algunas limitaciones. Quizá la más importante de ellas es la falta de un grupo control. Otra posible limitación es el hecho de que el presente sea un estudio de corte transversal.

En conclusión, existe una gran homogeneidad en el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol según su posición de juego, diferenciándose únicamente en algunas variables antropométricas, sin que existan cambios en el IMC, la composición corporal o el somatotipo. El presente trabajo aporta una importante cantidad de información sobre las características antropométricas de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma conjunta y para cada una de las posiciones, lo que podría ser utilizado como referencia en la selección de deportistas y en el proceso de valoración y entrenamiento de los jugadores, buscando la posición que mejor se amolde a cada uno de ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ross WD, Crawford SM, Kerr DA, Ward R, Bailey DA, Mirwald RM. Relationship of the body mass index with skinfolds, girths, and bone breadths in Canadian men and women aged 20-70 years. *Am J Phys Anthropol* 1988;77(2):169-73.
- Carvajal W, Ríos A, Echeverría I, Martínez M, Miñoso J, Rodríguez D. Body type and performance of elite Cuban baseball players. *MEDICC Review* 2009;11(2):15-20.
- Herrero de Lucas A, Esparza-Ros F, Cabañas-Armas MD. Características cineantropométricas de los deportes olímpicos de verano. En: MD Cabañas, F Esparza, editores. *Compendio de Cineantropometría*. Madrid (España): CTO Editorial; 2009. p. 279-348.
- Gonçalves F, Cremonesi C, Rodrigues de Oliveira F, Wanda R. Evolución del peso y de la composición corporal en mujeres con exceso de peso en tratamiento nutricional en ambulatorio. *Nutr Hosp* 2014;29(3):526-30.
- Macedo da Costa TH, Pires da Silva FV, Casu-lari LA. Mejora de la respuesta metabólica después de 16 semanas de dieta con restricción calórica y bajo índice glucémico junto con metformina en sujetos con intolerancia a glucosa. *Nutr Hosp* 2014;29(5):1081-7.
- Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, Esparza-Ros F, Muyor JM, López-Miñarro PA. Efectos de un programa de 16 semanas de Pilates mat sobre las variables antropométricas y la composición corporal en mujeres adultas activas tras un corto proceso de desentrenamiento. *Nutr Hosp* 2015;31(4):1738-47.
- Norton K, Olds T, Olive S, Craig N. Antropometría y performance deportiva. En: Norton K, Olds T, editores. *Anthropometrica*. Rosario: Biosystem; 1996. p. 188-244.
- Gualdi E, Russo L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41(2):256-62.
- Reilly, T. The international face of sports science through the window of the Journal of Sports Sciences - with a special reference to kinanthropometry. *J Sports Sci* 2008;26(4):349-63.
- Fleck SJ. Body composition of elite American athletes. *Am J Sports Med* 1983;11(6):398-403.
- Claessens AL, Lefevre J, Beunen G, Malina RM. The contribution of anthropometrics to performance scores in elite female gymnastics. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;9(4):355-60.
- Alacid F, Muyor JM, López-Miñarro PA. Perfil Antropométrico del Canoísta Joven de Aguas Tranquilas. *Int J Morphol* 2011;29(3):835-40.
- Chena M, Pérez-López A, Álvarez I, Boreas A, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA, et al. Influencia de la composición corporal sobre el rendimiento en salto vertical dependiendo de la categoría de la formación y la demarcación en futbolistas. *Nutr Hosp* 2015;32(1):299-307.
- García-Expósito M, Alcaraz PE, Ferragut C, Manchado C, Abrales JA, Rodríguez-Suárez N, et al. Composición corporal y velocidad de lanzamiento en jugadoras de élite de balonmano. *CCD* 2011;17(6):129-35.
- Guillén L, Mielgo-Ayuso J, Norte-Navarro A, Cejuela R, Cabañas MD, Martínez-Sanz JM. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutr Hosp* 2015;32(2):799-807.
- Fernández LM. Conocer el deporte. Béisbol. Madrid (España): Tutor; 2004.
- Tajika T, Kobayashi T, Yamamoto A, Shitara H, Ichinose T, Shimoyama D, et al. Relationship between grip, pinch strengths and anthropometric variables, types of pitch throwing among Japanese high school baseball pitchers. *Asian J Sports Med* 2015;6(1):e25330.
- Nakata H, Nagami T, Higuchi T, Sakamoto K, Kanosue K. Relationship between performance variables and baseball ability in youth baseball players. *J Strength Cond Res* 2013;27(10):2887-97.
- Bagis S, Sahin G, Yapici Y, Cimen OB, Erdogan C. The effect of hand osteoarthritis on grip and pinch strength and hand function in postmenopausal women. *Clin Rheumatol* 2003;22(6):420-4.
- Goodson A, McGregor AH, Douglas J, Taylor P. Direct, quantitative clinical assessment of hand function: usefulness and reproducibility. *Man Ther* 2007;12(2):144-52.
- Mangine GT, Hoffman JR, Frafala MS, Vazquez J, Krause MC, Gillett J, et al. Effect of age on anthropometric and physical performance measures in professional baseball players. *J Strength Cond Research* 2013;27(2):375-81.
- Lohmann TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign IL: Human Kinetics; 1988.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editores. *Physiological Testing Of The High-Performance Athlete*. Champaign IL: Human Kinetics; 1991. p. 223-308.
- Carter JEL. The Heath-Carter Somatotype Method (2nd Ed.). San Diego: San Diego; 1975.
- De Rose CJ, Guimaraes AG. A Model For Optimization Of Somatotype In Young Athletes. En: MM Ostyn, G Beunen, J Simons, editores. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press; 1980. p. 77-80.
- Rocha MSL. Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 anos. *Arquivos de Anatomia e Antropologia* 1975;1:445-51.
- Würch A. La femme et le sport. *Médecine Sportive Française* 1974;4 (1).
- Katch F, McArdle W. Validity of body composition prediction equations for college men and women. *Am J Clin Nutr* 1975;28:105-9.
- Hay JG. *The Mechanics of Sports Techniques* (2nd Ed.). New Jersey: Prentice Hall; 1978.
- Rivera MA. Morph-functional profile of the Puertorican baseball players of high level performance. *Apunts* 1991;24:27-36.
- Pugh SF, Kovaleski JE, Heitman RJ, Pearsall AW. Upper and lower body strength in relation to underhand pitching speed by experienced and inexperienced pitchers. *Percept Mot Skills* 2001;93(3):813-8.



Trabajo Original

Valoración nutricional

Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes

Effect of 12 sessions of high-intensity interval training on body composition in young adults

Manuel Viñuela García, Antonio Vera Ibáñez, David Colomer Poveda, Gonzalo Márquez Sánchez y Salvador Romero Arenas

Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio. Murcia

Resumen

Introducción: actualmente los programas de entrenamiento interválicos de alta intensidad parecen ser una forma de optimizar el tiempo, provocando cambios en la composición corporal debido a la activación de diferentes mecanismos hormonales y metabólicos.

Objetivo: observar el efecto de cuatro semanas de entrenamiento de sprints repetidos basados en la prueba de Wingate sobre la potencia y la composición corporal en adultos jóvenes.

Métodos: los participantes ($22,4 \pm 1,8$ años) fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental o a un grupo control. Antes de comenzar y al acabar el periodo experimental, a los sujetos se les realizó una densitometría de cuerpo completo y una prueba de Wingate. El grupo experimental realizó 12 sesiones de sprints repetidos, realizando de 3 a 6 sprints de 30 segundos con un tiempo de recuperación de 4 minutos. El grupo control continuó con su rutina diaria y no se le aplicó ningún tipo de intervención.

Resultados: en el grupo experimental, la potencia media y máxima incrementó un 9,4-16,5% ($p < 0,001$). Además, disminuyó la masa grasa total un 8,1% ($p < 0,028$) y la grasa abdominal un 10,0% ($p < 0,038$). El grupo control no sufrió cambios en ninguna de las variables estudiadas.

Conclusiones: cuatro semanas de entrenamiento de sprints repetidos basados en la prueba de Wingate con un volumen específico de ~3 minutos por sesión y una frecuencia de 3 sesiones por semana, muestra mejoras estadísticamente significativas en la potencia máxima y media. Además, provoca cambios en la composición corporal, principalmente en la masa grasa total y de la zona abdominal.

Palabras clave:

Sprints repetidos.
Wingate.
Composición corporal. Masa grasa.

Abstract

Introduction: High intensity interval training programs has shown to be an efficient way to improve body composition via activation of different metabolic and hormonal mechanisms.

Objective: To examine the effect of four-week training of repeated sprints based on the Wingate test on power and body composition in young adults.

Methods: Participants (22.4 ± 1.8 years) were randomly assigned to an experimental or a control group. Prior to and at the end of the training period, all subjects underwent a whole body densitometry scan and performed a Wingate test. The experimental group did 12 repeated sprint sessions, which consisted of three and six sprints of 30 seconds with 4 minutes of rest. The control group was instructed to continue with their daily activities without any intervention.

Results: In the experimental group, the average and maximum power increased by 9.4-16.5% ($p < 0.001$). In addition, total fat mass decreased by 8.1% ($p < 0.028$) and abdominal fat mass decreased by 10.0% ($p < 0.038$). The control group showed no changes in any of the outcome measures.

Conclusions: A four-week training of repeated sprints based on the Wingate test with a specific volume of ~3 minutes per session and a frequency of three sessions per week showed improvements in average and maximum power. Furthermore, high intensity interval training induced a lowering in total fat mass and abdominal fat.

Key words:

Repeated sprints.
Wingate. Body composition. Fat mass.

Recibido: 23/11/2015
Aceptado: 18/12/2015

Viñuela García M, Vera Ibáñez A, Colomer Poveda D, Márquez Sánchez G, Romero Arenas S. Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes. Nutr Hosp 2016;33:637-643

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.272>

Correspondencia:

Salvador Romero Arenas. Universidad Católica San Antonio. Campus de los Jerónimos, s/n. 30107 Guadalupe, Murcia
e-mail: sromero@ucam.edu

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Organización Mundial de la Salud señala la obesidad como una epidemia en los países desarrollados, por las dimensiones adquiridas a lo largo de las últimas décadas, por su impacto sobre la morbilidad, la calidad de vida y el gasto sanitario (1). Esto es resultado principalmente de un estilo de vida físicamente inactivo y de unos hábitos alimentarios inadecuados. Actualmente, junto con el asesoramiento conductual y nutricional, la realización de actividad física regular sirve como la primera línea de defensa en la prevención de la obesidad (2).

El entrenamiento aeróbico tradicional ha sido, hasta la fecha, la elección habitual para el control o la pérdida de peso. Pero hoy en día la mayor parte de los adultos no cumplen con las pautas mínimas de actividad física regular, debido al elevado volumen de trabajo requerido, y a una falta de tiempo (3). Así, surge el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, *high-intensity interval training*) como un nuevo método de entrenamiento más eficiente en el tiempo que puede provocar adaptaciones similares a los programas tradicionales sobre el control o la pérdida de peso.

El HIIT se caracteriza por la realización de breves series de ejercicios relativamente intensos separadas por periodos de reposo o de ejercicio a baja intensidad. Uno de los modelos más comunes empleado en la literatura es el entrenamiento de esprints repetidos basados en la prueba de Wingate, que consta de 30 segundos pedaleando sobre un cicloergómetro contra una alta resistencia (4). La evidencia reciente sugiere que el ejercicio interválico intenso es una estrategia eficiente en el tiempo que induce mejoras principalmente en la potencia aeróbica máxima (5,6) y la composición corporal (7-10). Estos cambios en la composición corporal se observan en programas de HIIT de larga duración (12-24 semanas), pero hasta la fecha no hemos encontrado ningún estudio que valore los efectos de un programa de HIIT de esprints repetidos basado en la prueba de Wingate sobre la composición corporal tras un periodo breve de tiempo de entrenamiento como pueden ser 4 semanas de duración.

OBJETIVO

Determinar los efectos que producen 4 semanas (12 sesiones) de entrenamiento de esprints repetidos basados en la prueba de Wingate sobre la composición corporal y la potencia de adultos jóvenes.

MÉTODOS

DISEÑO

En el presente estudio se planteó un diseño cuasi-experimental, intra e intersujeto, con carácter longitudinal, con pre y postest. Previo a la recogida de datos y al inicio del programa de entrenamiento, los participantes llevaron a cabo una sesión

de familiarización con los protocolos de evaluación. Una semana después de la familiarización se evaluaron las variables dependientes, como se describe a continuación. Los sujetos fueron evaluados por el mismo investigador, utilizando el mismo protocolo y en el mismo momento del día en las semanas 0 y 5. Se determinó la composición corporal mediante absorciometría dual de rayos X (DEXA) y la potencia anaeróbica mediante la prueba de Wingate. Para la realización de la DEXA los sujetos acudieron en ayunas, y para la realización del test de Wingate se pidió a los sujetos que no ingirieran ningún estimulante durante las 8 horas anteriores a la prueba, y evitar la práctica de ejercicio intenso durante las últimas 24 horas. Posteriormente, los participantes fueron agrupados al azar al grupo experimental (GE; $n = 9$) o al grupo control (GC; $n = 7$). Durante el periodo de entrenamiento de 4 semanas, el GE realizó el entrenamiento sobre un cicloergómetro (Bike Med. Tecnogym, Gambettola, Italia) con una resistencia equivalente al 7,5% de su peso corporal. Se pidió a todos los sujetos mantener sus rutinas diarias normales y hábitos alimentarios, no tomar suplementos nutricionales y que se abstuvieran de iniciar nuevos programas de ejercicio durante la duración del estudio. Los registros de los hábitos alimentarios se obtuvieron sin previo aviso por un instructor experimentado (ver detalles más abajo).

PARTICIPANTES

Formaron parte del presente estudio 16 adultos jóvenes sanos, con una edad comprendida entre 20 y 27 años. La selección de la muestra se realizó de forma no probabilística. Los sujetos interesados en participar en el estudio atendieron voluntariamente al llamamiento de los investigadores (que se realizó mediante carteles), en las diferentes facultades de la Universidad Católica de Murcia.

Todos los interesados fueron invitados a las instalaciones de la universidad donde se les informó (verbalmente y por escrito) de las actividades que se iban a realizar, de las características de los protocolos, contraindicaciones de los test, beneficios del entrenamiento y posibles lesiones, y responsabilidad de los investigadores. Además, se les explicó que en cualquier momento podrían abandonar el estudio, si así lo deseaban, sin tener que dar ningún tipo de justificación y sin que ello desencadenara perjuicio alguno para su persona. Tras la explicación, cumplieron un consentimiento informado, que fue firmado por todos los participantes antes de comenzar. En el mismo se detalló que el estudio se realizó de acuerdo a la Declaración de Helsinki (1964, revisada en 2001), y que se habían tenido en cuenta todos los aspectos éticos exigidos por el Comité Ético local. Asimismo, se les especificó que la información que facilitaran y la obtenida como consecuencia de las exploraciones complementarias a las que se iban a someter pasarían a formar parte de un fichero automatizado, con la finalidad de investigación y docencia en las áreas de salud, actividad física y deporte, en cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Las características de los sujetos incluidos en el estudio se observan en la tabla I.

Tabla I. Valores de las características de los sujetos sometidos a estudio.
Media $\pm$ desviación estándar

	Grupo experimental (n = 9)	Grupo control (n = 7)
Edad (años)	23,7 $\pm$ 2,7	24,5 $\pm$ 2,1
Peso (kg)	75,0 $\pm$ 7,2	69,9 $\pm$ 9,6
Talla (cm)	174,2 $\pm$ 4,8	174,1 $\pm$ 7,6
IMC (kg/m ²)	24,7 $\pm$ 3,1	23,1 $\pm$ 1,9

IMC: índice de masa corporal.

PROCEDIMIENTO

Potencia anaeróbica

Se utilizó el test de Wingate para evaluar una potencia anaeróbica de los grupos sometidos a estudio. La prueba se llevó a cabo en un cicloergómetro (Bike Med Tecnogym, Gambettola, Italia), y consistió en realizar un esprint máximo de 30 segundos contra una resistencia de frenado constante (7,5% de la masa corporal de los sujetos), de acuerdo con las tablas de optimización de Bar-Or (11). La prueba se inició a partir de una salida lanzada, a 60 rpm contra una resistencia mínima. Cuando se alcanzó un pedaleo constante de 60 rpm, el investigador responsable realizó una cuenta atrás de “3-2-1-¡YA!” para dar comienzo a la prueba. Los sujetos fueron instruidos en pedalear lo más rápido posible durante 30 segundos y durante la prueba se les animó vigorosamente para conseguir el esprint máximo. Se consideró potencia máxima ($P_{\text{máx}}$) al valor de potencia más alto alcanzado durante la prueba. La potencia media (P_{med}) se obtuvo con el cálculo de la media de todos los valores de potencia medidos durante la prueba. Los valores se expresaron en valores absolutos de potencia expresados en vatios (W) o potencia relativa al peso corporal expresados en vatios partido por el peso corporal (W/kg⁻¹).

Composición corporal

El análisis de la composición corporal se realizó mediante DEXA. El instrumento utilizado para el análisis fue el densitómetro modelo XR-46 (Norland Corp., Fort Atkinson, WI, EE. UU.), que fue calibrado al inicio de cada sesión, siguiendo las recomendaciones del fabricante, utilizando un fantoma con 77 combinaciones de hueso y tejido blando. El *software* utilizado para el análisis fue el propuesto por el fabricante, Illuminatus DXA 4.4.0 (Visual MED, Inc. and Norland a CooperSurgical Company). La masa libre de grasa y la masa grasa fueron calculadas en el análisis total del escáner del cuerpo completo. La masa libre de grasa se asumió como equivalente a la masa muscular. Antes de la realización de la DEXA, se procedió a la medición de

la estatura y de la masa corporal de los participantes. Para ello se utilizó una báscula-tallímetro telescópico (SECA 778, Hamburgo, Alemania). Una vez que los participantes fueron pesados y tallados, se dirigieron al densitómetro para ser escaneados en una posición supina con la menor ropa posible y sin ningún objeto metálico. Se advirtió a los participantes que no podrían realizar ningún movimiento durante el tiempo que el haz de rayos estuviera en marcha. El escáner de rayos X realizó las exploraciones transversales moviéndose a intervalos de 1 cm desde la parte superior a la parte inferior del cuerpo. La DEXA se realizó en ayunas, y antes de cualquier medida de fuerza para minimizar los efectos de los cambios de fluidos.

Hábitos alimentarios

Se les solicitó a los sujetos que a partir del comienzo del estudio y hasta el fin del mismo mantuvieran sus actividades de la vida diaria y sus hábitos alimentarios para que estos no pudieran influir en la variación de la composición corporal. Para verificar el cumplimiento de estas instrucciones, los hábitos alimentarios fueron evaluados en tres ocasiones mediante un recordatorio de 24 horas. Un instructor experimentado obtuvo los registros alimentarios sin previo aviso. En todas las ocasiones los registros alimentarios se realizaron en 3 días no consecutivos incluyendo un día de fin de semana. De los registros de los 3 días se obtuvieron el total de calorías consumidas y la cantidad de hidratos de carbono, de grasas y de proteínas, usando la aplicación para *smartphones* MyFitnessPal (12,13).

Programa de entrenamiento

El programa de entrenamiento tuvo una duración de 4 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana en días alternos (lunes, miércoles y viernes). Las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad Católica de Murcia. El cicloergómetro para realizar las sesiones de entrenamiento fue el modelo Bike Med (Tecnogym, Gambettola, Italia). En cada sesión los sujetos del GE realizaban un calentamiento general que consistía en 10 minutos de pedaleo constante a 60-75 rpm. Tras dicho calentamiento, los sujetos se disponían a realizar entre 3 y 6 series de sprints máximos durante 30 segundos con una resistencia de pedaleo equivalente al 7,5% de su peso corporal (11). Entre cada serie los sujetos disponían de un descanso activo durante 4 minutos, en el cual seguían pedaleando a 60-75 rpm con una resistencia mínima. Una vez finalizadas las series correspondientes a la sesión de entrenamiento, los sujetos realizaron 5 minutos de pedaleo al ritmo y la resistencia más cómoda para cada uno de ellos. Los participantes estaban supervisados por instructores experimentados para asegurar que la fatiga voluntaria se consiguiera de forma segura, y el control del descanso fuera estricto. El tiempo total de entrenamiento en este grupo fue de 25 minutos (3 series) a 38 minutos (6 series), aproximadamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El registro y almacenamiento de los datos se realizó con la hoja de cálculo Excel 2007 (Microsoft corp., Redmond, WA, EE. UU.). Para llevar a cabo el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS v20.0 (IBM corp., New York, EE. UU.) para Mac OS X. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de las variables y los valores se expresaron como media y desviación estándar. El test de normalidad utilizado fue el de Shapiro-Wilk y el de homogeneidad fue el test de Levene. Posteriormente se realizó una ANOVA de dos factores (grupo $\times$ tiempo) de medidas repetidas con *post hoc* de Bonferroni. Una prueba *t* de Student se llevó a cabo para comprobar si existían diferencias entre grupos. El tamaño del efecto fue calculado usando la *d* de Cohen. El nivel de significación para todas las variables del estudio se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Tras un análisis previo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables estudiadas en las valoraciones iniciales entre ninguno de los grupos. A pesar de la marcada diferencia entre grupos en la variable de masa grasa, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p < 0,172$).

En la tabla II se muestran los resultados de la prueba de Win-gate para el grupo experimental y para el grupo control, en el pre y en el posttest. El análisis estadístico reveló que hubo un incremento estadísticamente significativo en los valores de potencia en el GE, en la potencia máxima ($P_{\text{máx}}$; $p < 0,0001$; $d = 1,025$), en la potencia máxima relativa al peso corporal ($P_{\text{máxR}}$; $p < 0,0001$; $d = 1,787$), en la potencia media (P_{med} ; $p < 0,0001$; $d = 0,689$) y en la potencia media relativa al peso corporal (P_{medR} ; $p < 0,001$; $d = 1,315$). No se observaron diferencias en ninguna de las variables de potencia analizadas en el GC.

En cuanto a las comparaciones entre grupos se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas en la $P_{\text{máx}}$ ($p = 0,006$; $d = 1,664$) y la $P_{\text{máxR}}$ ($p = 0,006$; $d = 1,590$) entre el GE y el GC. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en los valores medios de potencia.

En relación con los resultados de composición corporal (Tabla III), el análisis estadístico muestra una disminución estadísticamente significativa entre el pre y el posttest en el GE, en la masa grasa total ($p < 0,028$; $d = 0,183$) y masa grasa del abdomen ($p < 0,038$; $d = 0,213$). No se observaron cambios entre el pre y el posttest en ninguna de las variables de composición corporal estudiadas en el GC.

Cuando se realizaron las comparaciones entre grupos se observó que existían diferencias estadísticamente significativas en la masa grasa de las piernas ($p = 0,015$; $d = 1,306$) entre el GE y el GC.

Tabla II. Valores de potencia máxima y media entre el pre y el posttest comparando entre GE y GC. Media $\pm$ desviación estándar y porcentaje de cambio

	Grupo experimental (n = 9)			Grupo control (n = 7)		
	Pre	Post	$\Delta\%$	Pre	Post	$\Delta\%$
$P_{\text{máx}}$ (W)	775,0 $\pm$ 117,7	893,1 $\pm$ 112,6 [†]	15,2	720,8 $\pm$ 104,8	738,6 $\pm$ 126,8	2,5 [†]
$P_{\text{máxR}}$ (W/kg ⁻¹)	10,3 $\pm$ 0,9	12,0 $\pm$ 1,0 [†]	16,5	10,5 $\pm$ 0,7	10,8 $\pm$ 0,9	2,9 [†]
P_{med} (W)	632,6 $\pm$ 84,2	692,5 $\pm$ 89,4 [†]	9,5	566,7 $\pm$ 89,1	589,7 $\pm$ 104	4,1
P_{medR} (W/kg ⁻¹)	8,5 $\pm$ 0,5	9,3 $\pm$ 0,7 [†]	9,4	8,3 $\pm$ 0,7	8,6 $\pm$ 0,8	3,6

$P_{\text{máx}}$: potencia máxima; $P_{\text{máxR}}$: potencia máxima relativa al peso corporal; P_{med} : potencia media; P_{medR} : potencia media relativa al peso corporal; $\Delta\%$: porcentaje de cambio; [†]: diferencias estadísticamente significativas entre pre y posttest ($p < 0,0001$); [‡]: diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo experimental ($p < 0,001$).

Tabla III. Valores de composición corporal entre el pre y el posttest comparando entre GE y GC. Media $\pm$ desviación estándar y porcentaje de cambio

	Grupo experimental (n = 9)			Grupo control (n = 7)		
	Pre	Post	$\Delta\%$	Pre	Post	$\Delta\%$
Masa grasa total (kg)	14,9 $\pm$ 6,7	13,7 $\pm$ 6,4 [†]	-8,1	9,7 $\pm$ 2,4	10,2 $\pm$ 2,8	5,2
Masa grasa abdominal (kg)	3,0 $\pm$ 1,5	2,7 $\pm$ 1,3 [†]	-10,0	2,1 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,6	-4,8
Masa grasa piernas (kg)	5,3 $\pm$ 2,1	5,0 $\pm$ 2,1	-5,7	3,8 $\pm$ 0,9	4,2 $\pm$ 1,1	10,5 [†]
Masa libre de grasa total (kg)	58,1 $\pm$ 6,4	58,1 $\pm$ 7,4	0,0	55,8 $\pm$ 5,7	55,6 $\pm$ 6,1	-0,4
Masa libre de grasa piernas (kg)	21,1 $\pm$ 2,2	21,4 $\pm$ 2,3	1,4	20,4 $\pm$ 2,3	20,2 $\pm$ 2,2	-1,0

$\Delta\%$: porcentaje de cambio; [†]: diferencias estadísticamente significativas entre pre y posttest ($p < 0,05$); [‡]: diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo experimental ($p < 0,05$).

En la tabla IV se muestran los valores correspondientes a los hábitos alimentarios de los sujetos sometidos a estudio. Se puede observar que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los valores nutricionales analizados.

DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos que producen 4 semanas de entrenamiento de esprints repetidos basados en la prueba de Wingate, sobre la potencia del tren inferior y la composición corporal en adultos jóvenes. Los resultados revelan que tras 4 semanas de entrenamiento incrementó el rendimiento mecánico (potencia media y máxima) de los miembros inferiores. También se observaron modificaciones en la composición corporal de los sujetos que realizaron el programa, con un descenso de la masa grasa total y abdominal, aunque no se observaron cambios estadísticamente significativos en la masa libre de grasa.

En cuanto a los resultados de potencia, en el presente estudio se observó que los sujetos del GE mejoraron la potencia media y máxima, tanto en valores absolutos como en valores relativos al peso corporal (Tabla II). Estos resultados están en consonancia con lo publicado en la literatura científica (8,14-19). Burgomaster y cols. (14) observaron que tan solo con 2 semanas (6 sesiones) de entrenamiento de esprints repetidos, los sujetos del estudio mejoraron los valores de potencia máxima, pero la potencia media no varió de manera significativa. En el presente trabajo, en el que los sujetos fueron sometidos a un programa de 4 semanas, estos mejoraron tanto la potencia media como la potencia máxima. Los mecanismos de esta mejora probablemente incluyen un incremento de la fosfocreatina muscular (20), un aumento de la actividad de enzimas anaeróbicas (21), una mejora de la activación de las unidades motoras (22) y un incremento de las fibras musculares tipo-IIa, junto con un descenso de las fibras musculares tipo-I (23,24). Cabe señalar que las fibras tipo-IIa tienen una mayor tasa de producción de lactato y una mayor capacidad de tamponamiento, por tanto, una mejor resistencia anaeróbica que cualquiera de las fibras tipo-I o IIx. Bishop y cols. (25) objetivaron que un programa HIIT donde se producía una disminución en la acumulación de H^+ y un aumento en la tasa de resíntesis de fosfocreatina puede mejorar el rendimiento en ejercicios supramáximos.

En cuanto a la composición corporal, los resultados del presente estudio muestran una disminución de la masa grasa total y una disminución de la masa grasa de la región abdominal en el GE (Tabla III). Aunque hay evidencia científica suficiente para afirmar que el entrenamiento HIIT activa los mecanismos necesarios para provocar cambios en la composición corporal, no se conocía con exactitud el alcance que puede llegar a tener este tipo de intervención sobre la composición corporal de manera tangible en un periodo corto de tiempo como pueden ser 4 semanas. Algunos estudios relacionan la pérdida de grasa con aumentos de la capacidad enzimática mitocondrial, la influencia de la PGC-1 α , aumento de la actividad de la enzima citrato sintasa, aumento de la proteína PDH con el correspondiente incremento de la β -HAD y la inhibición de la glucólisis derivando en un aumento de la oxidación de ácidos grasos (14,15,26-28).

El descenso de la grasa corporal en jóvenes sanos del presente trabajo demuestra la eficiencia de un programa de entrenamiento de esprints repetidos basado en la prueba de Wingate en un periodo breve de tiempo, 4 semanas. Cuando comparamos los resultados del presente estudio con los obtenidos por estudios en los que se incluían sujetos con características similares, observamos que Nalcakan y cols. (29) en 2014 obtuvieron unos descensos de grasa corporal total y grasa abdominal menos pronunciados que los obtenidos en el presente trabajo. En el estudio de Nalcakan y cols. (29) objetivaron en un grupo de adultos jóvenes sanos un descenso de la grasa corporal del 7,3% y de grasa abdominal del 2,4% con un protocolo de ejercicio similar, aunque con mayor duración, 7 semanas. Estas diferencias pueden ser debidas a los distintos métodos utilizados para valorar la composición corporal, ya que en el estudio de Nalcakan y cols. (29) se utilizaron pliegues cutáneos para valorar la composición corporal, y en el presente estudio se utilizó una DEXA. En otro estudio en el que también evaluaron la composición corporal mediante DEXA en mujeres jóvenes sanas, los autores observaron que tras un periodo de 15 semanas de entrenamiento de esprints repetidos la masa grasa de las participantes descendió un 7,7% (10). En el estudio de Traap y cols. (10) los sujetos entrenaban 3 veces por semana y cada sesión consistía en realizar durante 20 minutos esprints repetidos de 8 segundos de duración con un descanso activo de 12 segundos, y una resistencia inicial de 0,5 kg. Aunque los resultados alcanzados son similares a los del presente trabajo, en el estudio de Traap y cols. (10) la duración del programa fue de 15 semanas, y la muestra del estudio estaba compuesta por

Tabla IV. Valores de los hábitos alimentarios de los grupos sometidos a estudio. Media $\pm$ desviación estándar, valor de p y tamaño del efecto

	Grupo experimental (n = 9)	Grupo control (n = 7)	p	d
Kilocalorías totales (Kcal)	2.745,0 $\pm$ 756,6	2.526,7 $\pm$ 399,5	0,502	0,360
Hidratos de carbono (g)	291,5 $\pm$ 107,1	298,1 $\pm$ 75,0	0,893	0,071
Proteínas (g)	125,4 $\pm$ 27,5	106,9 $\pm$ 43,2	0,878	0,510
Lípidos (g)	97,4 $\pm$ 24,0	95,4 $\pm$ 25,2	0,311	0,081

mujeres jóvenes sanas. A pesar de realizar sprints repetidos, la intensidad de trabajo fue diferente. En el estudio de Trapp y cols. (10) los sujetos pedalearon con una resistencia de 0,5 kg, en cambio, en el presente estudio la resistencia de pedaleo fue del 7,5% del peso corporal.

Un aspecto que juega un papel importante en la reducción de la masa grasa corporal es la intensidad de ejercicio. En programas de entrenamiento donde la intensidad de ejercicio es muy alta, la demanda de oxígeno no disminuye de inmediato tras el cese de la actividad. El exceso de oxígeno consumido tras el ejercicio (EPOC, *excess post-exercise oxygen consumption*) es una añadidura al oxígeno consumido normalmente en reposo. Este metabolismo elevado tras el ejercicio desempeña un papel en la demanda energética del mismo, y en el efecto total del ejercicio sobre el control del peso corporal. El EPOC aumenta de forma exponencial en función de la intensidad del ejercicio, y el entrenamiento de sprints repetidos provoca un exceso de consumo de oxígeno hasta 24 horas después del cese del ejercicio, creando una demanda energética que modifica el metabolismo, con una incidencia directa en la composición corporal (30).

La masa muscular también es un componente que ayuda a aumentar el metabolismo basal y, por tanto, puede influir en el control del peso corporal. En el presente estudio no se objetivaron cambios estadísticamente significativos en la masa libre de grasa. Parece que el entrenamiento con una velocidad de movimiento máxima puede causar hipertrofia muscular debido a un aumento en el reclutamiento de fibras tipo-II (31). Por otro lado, el ejercicio del pedaleo contiene los tres tipos de contracción muscular. Este puede ser un ejercicio idóneo para producir una mayor tensión muscular, un aumento de la velocidad de la síntesis de proteína (32) y mayor aumento en la expresión del ARNm IGF-1 (31), favoreciendo el incremento de la masa magra. Estos efectos no han sido profundamente investigados, aunque varios estudios en los que sometían a los sujetos a sprints repetidos con protocolos más extensos en el tiempo objetivaron cambios significativos de la masa muscular (9,10,33). Probablemente, en el presente trabajo con un periodo de entrenamiento más prolongado se podrían obtener incrementos significativos en la masa muscular que habrían ayudado a potenciar cambios en la composición corporal y en el ritmo metabólico basal. Pero serán necesarias futuras investigaciones para poder establecer conclusiones objetivas.

CONCLUSIONES

La presencia del sobrepeso y las enfermedades relacionadas con él se han incrementado de manera exponencial en todo el mundo, llegando a afectar al 62% de la población española, principalmente como resultado de un estilo de vida físicamente inactivo y unos hábitos alimentarios inadecuados. Además, el estilo de vida que implanta la sociedad en el siglo XXI hace dificultoso llevar a cabo las recomendaciones de actividad física de la Organización

Mundial de la Salud (realizar ejercicio 3 veces por semana durante 60 minutos a intensidad moderada). Para la mayoría de población puede llegar a ser incluso un obstáculo para ir creando adherencia a los programas de ejercicio físico.

Este estudio es, hasta el momento, el único que reporta resultados significativos en pérdida de grasa total y del tronco con un volumen de trabajo específico de ~3 minutos en un corto periodo de tiempo. Podemos concluir que 4 semanas de entrenamiento de sprints repetidos basados en la prueba de Wingate con un volumen específico de ~3 minutos por sesión y una frecuencia de 3 sesiones por semana, sin la ayuda de un plan nutricional, es una herramienta eficiente en el tiempo que provoca mejoras estadísticamente significativas en la potencia máxima y media, siendo el incremento de potencia máxima mayor en el grupo experimental al compararlo con el grupo control. Además, este programa provoca cambios en la composición corporal, principalmente en el descenso de la masa grasa total y la masa grasa de la zona abdominal, aunque no existen diferencias cuando los datos del grupo experimental se comparan con los obtenidos por el grupo control. Este tipo de protocolos deberían implementarse en instituciones relacionadas con la salud y el cuidado físico, como centros de salud, rehabilitación o gimnasios, consiguiendo llegar a la mayor parte de la población que de manera directa o indirecta se vea afectada por problemas en el control del exceso de grasa corporal.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación se llevó a cabo gracias a la financiación de la Fundación San Antonio número de referencia: PMA-FI/23/14. Los autores quieren expresar también su agradecimiento a todos los participantes que hicieron posible la realización del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000;894:i-xii,1-253.
2. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. Med Sci Sports Exerc 2009;41(2):459-71.
3. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. Med Sci Sports Exerc 2002;34(12):1996-2001.
4. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? Appl Physiol Nutr Metab 2014;39(3):409-12.
5. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. Sports Med 2002;32(1):53-73.
6. Midgley AW, McNaughton LR, Wilkinson M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. Sports Med 2006;36(2):117-32.
7. Gillen JB, Percival ME, Ludzki A, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. Obesity (Silver Spring) 2013;21(11):2249-55.

8. Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism* 2010;59(10):1421-8.
9. Heydari M, Freund J, Boutcher SH. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *J Obes* 2012;2012:480467.
10. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(4):684-91.
11. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med* 1987;4(6):381-94.
12. Jospe MR, Fairbairn KA, Green P, Perry TL. Diet app use by sports dietitians: a survey in five countries. *JMIR Mhealth Uhealth* 2015;3(1):e7.
13. Laing BY, Mangione CM, Tseng CH, Leng M, Vaisberg E, Mahida M, et al. Effectiveness of a smartphone application for weight loss compared with usual care in overweight primary care patients: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2014;161(Supl.10):S5-S12.
14. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2005;98(6):1985-90.
15. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008;586(1):151-60.
16. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev* 2008;36(2):58-63.
17. Hazell TJ, Olver TD, Macpherson RE, Hamilton CD, Lemon PW. Sprint interval exercise elicits near maximal peak VO₂ during repeated bouts with a rapid recovery within 2 minutes. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;54(6):750-6.
18. Hazell TJ, Macpherson RE, Gravelle BM, Lemon PW. 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *Eur J Appl Physiol* 2010;110(1):153-60.
19. Bayati M, Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science & Medicine* 2011;10(3):571-6.
20. Rodas G, Ventura JL, Cadefau JA, Cusso R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *Eur J Appl Physiol* 2000;82(5-6):480-6.
21. Parra J, Cadefau JA, Rodas G, Amigo N, Cusso R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. *Acta Physiol Scand* 2000;169(2):157-65.
22. Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med* 2004;25(2):92-8.
23. Jansson E, Esbjornsson M, Holm I, Jacobs I. Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. *Acta Physiol Scand* 1990;140(3):359-63.
24. Dawson B, Fitzsimons M, Green S, Goodman C, Carey M, Cole K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;78(2):163-9.
25. Bishop D, Edge J, Thomas C, Mercier J. Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;295(6):R1991-8.
26. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 2006;575(Pt. 3):901-11.
27. Gibala MJ, McGee SL, Garnham AP, Howlett KF, Snow RJ, Hargreaves M. Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 α in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985) 2009;106(3):929-34.
28. Little JP, Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 α and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology* 2011;300(6):R1303-10.
29. Nalcakan GR. The effects of sprint interval vs. continuous endurance training on physiological and metabolic adaptations in young healthy adults. *J Hum Kinet* 2014;44:97-109.
30. Paoli A, Moro T, Bianco A. Lift weights to fight overweight. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015;35(1):1-6.
31. Shepstone TN, Tang JE, Dallaire S, Schuenke MD, Staron RS, Phillips SM. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *J Appl Physiol* (1985) 2005;98(5):1768-76.
32. Moore DR, Phillips SM, Babraj JA, Smith K, Rennie MJ. Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2005;288(6):E1153-9.
33. Boudou P, Sobngwi E, Mauvais-Jarvis F, Vexiau P, Gautier JF. Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *Eur J Endocrinol* 2003;149(5):421-4.



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Estudio de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en trabajadores universitarios españoles

Study of risk factors for cardiovascular disease in Spanish university workers

Aurora Isabel Norte Navarro^{1,4}, Miriam Sansano Perea², José Miguel Martínez Sanz^{1,3,4}, Isabel Sospedra López^{3,4}, José Antonio Hurtado Sánchez^{1,3,4} y Rocío Ortiz Moncada^{1,3,5}

¹Gabinete de Alimentación y Nutrición - Alinua. ²Facultad de Ciencias de la Salud. ³Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición - ALINUT. ⁴Departamento de Enfermería. ⁵Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad de Alicante. Alicante

Resumen

Introducción y objetivos: las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte mundial, por ello el objetivo de este estudio es analizar los factores de riesgo de ECV en los trabajadores de la Universidad de Alicante.

Material y métodos: estudio transversal descriptivo. Muestra aleatoria (n = 124), 46,6% mujeres y 53,4% hombres, de edades entre 25-68 años. Recogida de datos mediante cuestionario *online* autocumplimentado. *Variables:* sociodemográficas, peso y talla autorreferidos, consumo de tabaco, actividad física, consumo diario de aceite de oliva, hortalizas-verduras, mantequilla-margarina-nata y consumo semanal de repostería comercial y frutos secos. Se realizó un análisis descriptivo con el paquete estadístico SPSS 19.0.

Resultados: el 12% de mujeres y el 10,5% de los hombres mayores de 44 años presentan obesidad; además, el 32% de mujeres y el 23,7% de los hombres no realizan actividad física. Consume aceite de oliva a diario el total de la muestra a estudio.

Conclusión: los hábitos alimentarios de los estudiados se asemejan a los patrones dietéticos mediterráneos considerados saludables. Destacar el cumplimiento de las recomendaciones de consumo de aceite de oliva y la realización de actividad física habitual como protectores de las ECV. El entorno laboral de la población estudiada favorece unos hábitos saludables.

Palabras clave:

Enfermedad cardiovascular. Dieta. Trabajadores. Hábitos alimentarios.

Abstract

Background and objectives: Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide, so the aim of this study is to analyze the risk factors of cardiovascular disease in workers at the University of Alicante (Alicante, Spain).

Material and methods: Descriptive transversal study. Random sample (n = 124), 46.6% women and 53.4% men, aged between 25-68 years. On-line data collection by self-completed questionnaire. *Variables:* socio-demographic, self-referred weight and height, smoking habit, physical activity, daily consumption of olive oil, fruit-vegetables, butter-margarine-cream and weekly consumption of industrial baking and nuts. A descriptive analysis using SPSS 19.0 statistical package was performed.

Results: 12% of women and 10.5% of men over 44 years were classified as obese. Otherwise, 32% and 23.7% of women and men respectively, do not practice any exercise routinely. Olive oil is consumed daily by all the sample studied.

Conclusion: The studied eating habits are similar to those considered healthy Mediterranean dietary patterns. Daily olive oil consumption together with regular physical activity has an important role as protectors of CVD. The work environment studied has a positive influence in healthy habits.

Key words:

Cardiovascular disease. Diet. Workers. Food habits.

Recibido: 02/10/2015
Aceptado: 02/03/2016

Norte Navarro AI, Sansano Perea M, Martínez Sanz JM, Sospedra López I, Hurtado Sánchez JA, Ortiz Moncada R. Estudio de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en trabajadores universitarios españoles. Nutr Hosp 2016;33:644-648

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.273>

Correspondencia:

Aurora Isabel Norte Navarro. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Alicante. Campus de Sant Vicent del Raspeig. Ap. 99. 03080 Alicante
e-mail: aurora.norte@ua.es

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte a nivel mundial (1), más que las enfermedades transmisibles, maternas, neonatales y nutricionales juntas; además, duplican el número de muertes causadas por cáncer. Las ECV también constituyen la principal causa de muerte en Europa, según la Sociedad Europea de Cardiología (2). En España, según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (3), las principales causas de muerte por grupos de enfermedades son las del sistema circulatorio, con una prevalencia de un 30,3%.

Los principales factores de riesgo de las ECV se pueden clasificar en dos grupos: modificables y no modificables. Los factores de riesgo modificables son la hipertensión arterial, las dislipemias, la obesidad, la diabetes mellitus, el tabaquismo, el sedentarismo y el estrés; los no modificables son la edad, el sexo y la herencia genética (4). Se debe tener en cuenta que los factores modificables están muy relacionados entre sí, ya que algunos causan la aparición de otros y tienen un nexo común que los relaciona, los hábitos de vida, en los que se incluyen los hábitos alimentarios como factor principal junto con la actividad física y el absentismo tabáquico.

El entorno laboral ha sido considerado como un ámbito apropiado para la promoción de la salud. Se ha evidenciado que las intervenciones nutricionales en el lugar de trabajo son efectivas para cambiar los hábitos alimentarios inadecuados y prevenir patologías como las ECV (5).

En el entorno laboral de la Universidad de Alicante (UA) confluyen muchos factores que pueden tener influencia directa sobre los hábitos alimentarios. Son muchos los trabajadores que realizan sus principales comidas en la universidad, haciendo uso de los servicios de restauración colectiva y/o de las máquinas de *vending*, con ingestas y horarios irregulares e inadecuados en muchas ocasiones (6).

OBJETIVO

El objetivo de este estudio es analizar los factores de riesgo de ECV en los trabajadores de la Universidad de Alicante, que nos permita evaluar la necesidad de diseñar una intervención en esta población.

MÉTODOS

Estudio transversal descriptivo. La población estuvo formada por los trabajadores de la UA. Para la estimación del tamaño de la muestra se consideró la situación que obliga a utilizar la muestra más conservadora: una proporción poblacional estimada del 50% sin aplicar la corrección por finitud de la población. Para obtener una estimación de este parámetro poblacional con una precisión de $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95%, se precisó que era necesario explorar y encuestar a 380 sujetos. La muestra fue estimada por el servicio de informática de la UA, que cuenta con

la base de datos de todos los trabajadores de la UA, mediante muestreo aleatorio simple. Se les invitó a participar vía correo electrónico, indicando en todo momento el objetivo del estudio, su finalidad y la confidencialidad de los datos. Aceptaron participar en el estudio 124 trabajadores, 46,6% mujeres y 53,4% hombres, de edades comprendidas entre 25 y 68 años. Los criterios de inclusión fueron ser personal administrativo y de servicios (PAS) o personal docente e investigador (PDI) de la UA, y aceptar voluntariamente la participación en el estudio.

Una vez determinada la muestra ($n = 124$), la recogida de los datos se realizó mediante un cuestionario *online*, que incluía variables sociodemográficas, peso y talla autorreferidos, consumo de tabaco, actividad física, consumo diario de aceite de oliva, hortalizas-verduras, mantequilla-margarina-nata y consumo semanal de repostería comercial y frutos secos.

A partir del peso y la talla autorreferidos se calculó la variable índice de masa corporal (IMC) y se categorizó el estado nutricional según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (7) en: bajo peso ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$), normopeso ($IMC \geq 18,5 \text{ kg/m}^2 < 25 \text{ kg/m}^2$), sobrepeso ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2 < 30 \text{ kg/m}^2$) y obesidad ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$).

Para el análisis la variable edad se agrupó en 2 categorías: < 45 años y ≥ 45 años.

Se realizó un análisis descriptivo y prueba Chi-cuadrado utilizando el paquete estadístico SPSS 19.0.

RESULTADOS

La tabla I muestra, para el grupo de edad de más de 44 años, que son más mujeres que hombres las que padecen obesidad; sin embargo, es mayor el porcentaje de hombres que padecen sobrepeso. En este grupo de edad, el 20% de las mujeres y el 10,5% de los hombres fuman. Declaran no realizar actividad física de manera habitual el 32% de mujeres y el 23,7% de los hombres.

La tabla II muestra que tanto los hombres como las mujeres mayores de 44 años consumen aceite de oliva todos los días. En relación con el consumo de verduras y hortalizas, es mayor el porcentaje de mujeres que declara consumirlas a diario, en los dos grupos de edad. Sin embargo, son más hombres que mujeres los que declaran consumir frutos secos todas las semanas, independientemente de su edad.

La tabla III muestra que la población mayor de 44 años no consume mantequilla, margarina o nata a diario, mientras que el 28% de las mujeres y el 18,4% de los hombres de este grupo de edad refieren consumir repostería industrial todas las semanas.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ($p\text{-valor} > 0,005$).

DISCUSIÓN

La mayoría de trabajadores de la UA realizan actividad física de manera habitual, no fuman y presentan normopeso, a excepción de los hombres mayores de 44 años. Además, se observa un

Tabla I. Prevalencia de índice de masa corporal, hábito tabáquico y práctica de actividad física por sexo y grupos de edad en los trabajadores de la Universidad de Alicante, 2014

Factores de riesgo cardiovascular	Grupos de edad	Categorías	Sexo	
			Mujer n (%)	Hombre n (%)
IMC	< de 45 años	Bajo peso	1 (3,0)	0 (0,0)
		Normopeso	29 (87,9)	18 (64,3)
		Sobrepeso	2 (6,1)	7 (25,0)
		Obesidad	1 (3,0)	3 (10,7)
	≥ de 45 años	Bajo peso	2 (8,0)	0 (0,0)
		Normopeso	14 (56,0)	13 (34,2)
		Sobrepeso	6 (24,0)	21 (55,3)
		Obesidad	3 (12,0)	4 (10,5)
Fumar	< de 45 años	No	31 (93,9)	24 (85,7)
		Sí	2 (6,1)	4 (14,3)
	≥ de 45 años	No	20 (80,0)	34 (89,5)
		Sí	5 (20,0)	4 (10,5)
Practicar actividad física habitualmente	< de 45 años	No	9 (27,3)	4 (14,3)
		Sí	24 (72,7)	24 (85,7)
	≥ de 45 años	No	8 (32,0)	9 (23,7)
		Sí	17 (68,0)	29 (76,3)

Tabla II. Prevalencia de consumo diario de aceite de oliva, verduras-hortalizas y consumo semanal de frutos secos, por sexo y grupos de edad de los trabajadores de la Universidad de Alicante, 2014

Alimentos	Grupos de edad	Categorías	Sexo	
			Mujer n (%)	Hombre n (%)
Consumo diario de aceite de oliva	< de 45 años	No	1 (3,0)	1 (3,6)
		Sí	32 (97,0)	27 (96,4)
	≥ de 45 años	No	0 (0,0)	0 (0,0)
		Sí	25 (100)	38 (100)
Consumo diario de verduras y hortalizas	< de 45 años	No	14 (42,4)	16 (57,1)
		Sí	19 (57,6)	12 (42,9)
	≥ de 45 años	No	13 (52,0)	21 (55,3)
		Sí	12 (48,0)	17 (44,7)
Consumo semanal de frutos secos	< de 45 años	No	23 (69,7)	15 (53,6)
		Sí	10 (30,3)	13 (46,4)
	≥ de 45 años	No	15 (60,0)	20 (52,6)
		Sí	10 (40,0)	18 (47,4)

consumo adecuado de aceite de oliva y mantequillas, margarinas y nata, pero inadecuado de verduras, hortalizas, frutos secos y repostería industrial, según las recomendaciones de la dieta medi-

terránea para la población española. Estos resultados coinciden con otros estudios que muestran que los hábitos alimentarios de los trabajadores de la Universidad de Alicante se asemejan en

Tabla III. Prevalencia de consumo semanal de repostería industrial y consumo diario de mantequilla, margarina o nata, por sexo y grupos de edad de los trabajadores de la Universidad de Alicante, 2014

Alimentos	Grupo de edad	Categorías	Sexo	
			Mujer n (%)	Hombre n (%)
Consumo semanal de repostería industrial	< de 45 años	No	21 (63,6)	14 (50,0)
		Sí	12 (34,6)	14 (50,0)
	≥ de 45 años	No	18 (72,0)	31 (81,6)
		Sí	7 (28,0)	7 (18,4)
Consumo diario de mantequilla, margarina o nata	< de 45 años	No	32 (97,0)	27 (96,4)
		Sí	1 (3,0)	1 (3,6)
	≥ de 45 años	No	25 (100)	38 (100)
		Sí	0 (0,0)	0 (0,0)

algunos aspectos al patrón dietético mediterráneo, considerado como dieta saludable (8).

Destacar el cumplimiento de consumo de aceite de oliva por el 100% de los trabajadores mayores de 44 años y por un 97% de mujeres y 96,4% de hombres menores de 45 años. Un estudio realizado en distintos centros sanitarios de España (9), que pretendía evaluar la asociación entre el consumo total de aceite de oliva y el riesgo de ECV, concluyó que por cada 10 g de aceite de oliva virgen extra consumido al día, se reducía la mortalidad un 7% y un 10% las ECV. Por tanto, se puede considerar el consumo de aceite de oliva como un factor protector de las ECV.

Por otro lado, en un estudio similar al nuestro realizado en la Universidad de Navarra, España (10), con trabajadores y alumnos universitarios, donde se pretendía evaluar los hábitos alimentarios, se concluyó que el 94% de los empleados consumían aceite de oliva como grasa principal, el 48% no consumían verduras y hortalizas a diario, y el 70% de los trabajadores no consumían frutos secos a la semana, datos similares a los obtenidos en nuestro estudio.

Son numerosos los estudios que han demostrado que la dieta mediterránea es un patrón dietético protector de ECV (11,12). Un ejemplo de ello es el ensayo llevado a cabo por la American Heart Association (12), donde se demostró la eficacia de la dieta mediterránea sobre la tasa de recurrencia coronaria después de un primer infarto de miocardio. El estudio analizó a un grupo de personas con un mismo perfil de factores de riesgo coronario. Se les administró durante 46 meses una dieta mediterránea basada en el consumo de pan, hortalizas, verduras, pescado, fruta y un bajo consumo de carne roja (sustituida por carne de aves de corral). Los resultados concluyeron que los sujetos que siguieron una dieta mediterránea tenían un riesgo del 50% al 70% más bajo de volver a padecer una enfermedad cardíaca.

Estudios con población similar a la de este trabajo, relacionaron la práctica de actividad física con la disminución de patologías cardiovasculares. Un estudio realizado en México (13) con traba-

jadores universitarios, cuyo objetivo fue evaluar el estilo de vida y su relación con el riesgo de padecer ECV, obtuvo como resultado que realizar actividad física de forma moderada-vigorosa reduce el riesgo de ECV. Además, la OMS (14) recomienda que los adultos entre 18 y 64 años dediquen como mínimo 150 minutos semanales a la práctica de actividad física aeróbica, de intensidad moderada, o bien 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas. Por tanto, si extrapolamos estos datos a la población estudiada, la mayoría (el 72,7% y 85,7% de mujeres y hombres menores de 45 años; y el 68% y 76,3% de mujeres y hombres mayores de 44 años) se sitúan en lo recomendado.

Un estudio realizado con población irlandesa (15) pretendía identificar la principal motivación y los factores que influyen en la selección de alimentos. El resultado fue una asociación significativa entre el nivel educativo y el hábito alimentario saludable. Se podría pensar que el nivel educativo de la población laboral de la UA influye en los hábitos alimentarios y en el estilo de vida.

Por otro lado, también puede haber influido en los resultados el hecho de que la UA esté incluida dentro de la Red Española de Universidades Saludables (16), ya que se realizan diferentes actividades para conseguir un óptimo estado de salud de la población universitaria, como jornadas y cursos sobre diferentes aspectos de la salud, la creación de huertos y rutas cardiosaludables al servicio de los PAS y PDI. Además, la UA cuenta con un Gabinete de Alimentación y Nutrición-ALINUA (17) al servicio de todos sus trabajadores.

CONCLUSIÓN

Los hábitos alimentarios de los trabajadores (PAS Y PDI) de la UA se asemejan al patrón alimentario de dieta mediterránea, considerado saludable. Además, la gran mayoría presenta un peso adecuado, no fuma y practica actividad física de forma regular.

Asimismo, hay que destacar el cumplimiento de la recomendación de consumo de aceite de oliva, considerándose este alimento como protector del riesgo ECV según la evidencia científica. Cabe pensar que los resultados obtenidos pueden ser explicados por el nivel educativo de esta población y el entorno saludable que ofrece la propia universidad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Vicerrectorado de Campus y Sostenibilidad de la Universidad de Alicante su apoyo en el desarrollo y ejecución del proyecto, en especial a José Ramón Martínez Riera, Director del Secretariado Sostenibilidad y Salud Laboral.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enfermedades cardiovasculares. Organización Mundial de la Salud. Marzo 2013. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
2. Nichols M, Townsend N, Scarborough P, Rayner M. Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *European Heart Journal* 2014;35:2950-9.
3. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según la Causa de Muerte Año 2012. Disponible en: <http://www.ine.es/prensa/np830.pdf>
4. Universidad Nacional de Educación a distancia (UNED). Alimentación en las enfermedades: Cardiovasculares. Guía de Alimentación y salud. Disponible en: http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/enfermedades/cardiovasculares/factores_de_riesgo.htm?ca=n0
5. Maes L, Van Cauwenberghe E, Van Lippevelde W, Spittaels H, De Pauw E, Oppert JM, et al. Effectiveness of workplace interventions in Europe promoting healthy eating: a systematic review. *Eur J Public Health* 2012;22(5):677-83.
6. Ortiz-Moncada R, Norte Navarro AI, Zaragoza Martí A, Fernández Sáez J, Davó Blanes MC. ¿Siguen los patrones de dieta mediterránea los universitarios españoles? *Nutr Hosp* 2012;27(6):1952-9.
7. World Health Organization (WHO). Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
8. Carbajal A, Ortega RM. La Dieta Mediterránea como modelo de dieta prudente y saludable. *Revista Chilena de Nutrición* 2001;28(2):224-36.
9. Guasch Ferré M, Hu F, Martínez González MA, Fitó M, Bulló M, Estruch R, et al. Olive oil intake and risk of cardiovascular disease and mortality in the PREDIMED Study. *BMC Medicine* 2014;12(78).
10. Zazpe I, Marqués M, Sánchez-Tainta A, Rodríguez-Mourille A, Beunza JJ, Santiago S, et al. Hábitos alimentarios y actitudes hacia el cambio en alumnos y trabajadores universitarios españoles. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1673-80.
11. Márquez Sandoval F, Bulló M, Vizmanos B, Casas Agustench P, Salas Salvado J. Un patrón de alimentación saludable: la dieta mediterránea tradicional. *Antropo* 2008;16:11-22.
12. Kris-Etherton P, Eckel RH, Howard BV, St Jeor S, Bazzarre TL. Lyon Diet Heart Study. Benefits of a Mediterranean-style, National Cholesterol Education Program/American Heart Association Step I Dietary Pattern on Cardiovascular Disease. *Circulation* 2001;103:1823-5.
13. Jurado-Ortiz LE, Uribe-Escalante MT, Montoya-Arboleda AC, Otálvaro-Álvarez CM, Quintana-Guerra AM. Factores de riesgo cardiovascular en docentes universitarios. *Medicina UPB* 2006;25(2):185-98.
14. Organización Mundial de la Salud (OMS). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf?ua=1
15. Kearney M, Kearney JM, Dunne A, Gibney MJ. Sociodemographic determinants of perceived influences on food choice in a nationally representative sample of Irish adults. *Public Health Nutrition* 2000;3(2):219-26.
16. Red de Universidades Saludables (REUS). Ministerio Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/UniversidadesSaludables/REUS.htm>
17. Gabinete de Alimentación y Nutrición-Alinua. Universidad de Alicante. Disponible en: <http://fcsalud.ua.es/es/alinea/>



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Asociación entre autopercepción de imagen corporal y patrones alimentarios en estudiantes de Nutrición y Dietética

Association between self-perception of body image and food patterns in students of Nutrition and Dietetics

Pamela Fehrman-Rosas¹, Claudia Delgado-Sánchez¹, Jessica Fuentes-Fuentes², Andrea Hidalgo-Fernández², Carol Quintana-Muñoz³, Wilma Yunge-Hidalgo³, Eloina Fernández-Godoy⁴ y Samuel Durán-Agüero⁴

¹Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Valdivia, Chile. ²Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile. ³Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Puerto Montt, Chile. ⁴Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Santiago, Chile

Resumen

Objetivo: asociar patrones alimentarios con la autopercepción del estado nutricional en estudiantes universitarios chilenos de Nutrición y Dietética.

Material y métodos: estudio transversal en el que se evaluó a 634 estudiantes de Nutrición y Dietética, de los cuales un 86,4% eran mujeres. A cada alumno se le mostraron siete modelos anatómicos correspondientes a valores de índice de masa corporal (IMC) de 18, 22, 25, 27, 30, 35 y 40 kg/m². Cada estudiante debía elegir el modelo con el que mejor se identificaba. Posteriormente, se realizó la evaluación antropométrica, se calculó el IMC real comparándolo posteriormente con el IMC percibido, y finalmente se le aplicó una encuesta alimentaria.

Resultados: se observa que los sujetos que sobreestiman su peso presentan un menor porcentaje de cumplimiento en el consumo de frutas y verduras al día; en cambio, el mayor porcentaje de sujetos que sigue las recomendaciones se encuentra en el grupo que se ve igual. Hay una asociación entre una buena percepción de la imagen corporal y el consumo de 3 o más porciones de frutas al día OR = 0,554 (IC 95%; 0,360-0,852), 2 o más porciones de verduras al día OR = 0,438 (IC 95%; 0,283-0,678) y un consumo de alcohol menor de una vez a la semana OR = 0,451 (IC 95%; 0,270-0,752).

Conclusión: los estudiantes que registran una ingesta adecuada de verduras y frutas autodefinen su alimentación como saludable e ideal y tienden a autopercebirse coherentemente en relación con su estado nutricional; además, estos sujetos son los que presentan una ingesta menor de alimentos poco saludables.

Palabras clave:

Estado nutricional.
Autopercepción
de la imagen
corporal. Patrones
alimentarios.
Estudiantes
universitarios.

Abstract

Objective: The aim of this study was to associate eating patterns with the self-perception of the nutritional state in Chilean university students of Nutrition and Dietetics.

Material and methods: In this cross-sectional study, 634 students of Nutrition and Dietetics were assessed, 86.4% were women. Each student was shown seven anatomical models corresponding to values of body mass index (BMI) of 18, 22, 25, 27, 30, 35 and 40 kg/m², and had to choose the model with which he/she best identifies. The anthropometric assessment was carried out, the real BMI was calculated and compared with the perceived one, and a food survey was applied.

Results: It is observed that individuals who overestimate their weight show a lower fulfillment percentage of the daily fruit and vegetable intake; however, the larger percentage of subjects who meet the recommended guidelines is included in the group that sees itself just like the model. There is an association between a good perception of the body image and a daily consumption of 3 or more serves of fruit OR = 0.554 (IC 95%; 0.360-0.852), 2 or more serves of vegetables per day OR = 0.438 (IC 95%; 0.283-0.678), and a lower alcohol intake once a week OR = 0.451 (IC 95%; 0.270-0.752).

Conclusion: Students who show an adequate consumption of fruit and vegetables define their nutrition as healthy and ideal, and tend to consistently perceive themselves in relation to their nutritional state. Moreover, these subjects have a lower intake of unhealthy food.

Key words:

Nutritional state.
Self-perception of
body image. Eating
patterns. University
students.

Recibido: 09/10/2015
Aceptado: 27/10/2015

Fehrman-Rosas P, Delgado-Sánchez C, Fuentes-Fuentes J, Hidalgo-Fernández A, Quintana-Muñoz C, Yunge-Hidalgo W, Fernández-Godoy E, Durán-Agüero S. Asociación entre autopercepción de imagen corporal y patrones alimentarios en estudiantes de Nutrición y Dietética. Nutr Hosp 2016;33:649-654

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.274>

Correspondencia:

Samuel Durán Agüero. Universidad San Sebastián,
sede Santiago. Lota. 2465 Providencia. Santiago, Chile
e-mail: samuel.duran@uss.cl

INTRODUCCIÓN

Se define autopercepción de la imagen corporal como un constructo que involucra la percepción del propio cuerpo y de cada parte, del movimiento, actitudes, pensamientos, valoración y comportamiento, siendo entonces la representación mental del propio cuerpo (1).

Diversos estudios reflejan que la alteración de la imagen corporal, asociada a una mayor percepción de la grasa corporal, a una menor valoración del autoconcepto físico general y a una mayor insatisfacción con la imagen corporal es de etiología multifactorial; destacando la influencia sociocultural (2). Esto se relaciona con opiniones subjetivas del peso y alteraciones en la dieta (3). Esta vulnerabilidad puede convertirse en factores de riesgo nutricional significativo (4).

Distintas publicaciones han encontrado que las mujeres universitarias tienden a sobreestimar el peso y la grasa corporal, relacionándolo con factores socioculturales, presión por la belleza y delgadez, factores psicológicos, separación madre e hijo y factores biológicos, porcentaje y distribución del tejido adiposo (5). Esto último determina una baja correlación entre la grasa estimada y la real. Una alternativa para evaluar el estado de nutrición del individuo es el autorreporte de la imagen corporal, al emplear siluetas estandarizadas que la representen en diferentes etapas de la vida (6).

Sin embargo, no hay bibliografía que muestre patrones de consumo de alimentos con la percepción de la imagen corporal.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es asociar patrones alimentarios con la autopercepción del estado nutricional en estudiantes universitarios chilenos de Nutrición y Dietética.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio transversal en el que la población estuvo constituida por todos los alumnos y alumnas de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad San Sebastián, Chile (USS), sede Santiago, Concepción, Valdivia y Puerto Montt. La muestra fue seleccionada bajo un criterio no probabilístico, que incluyó a 634 estudiantes, lo que representa al 61,4% de los alumnos, distribuidos en mujeres ($n = 549$) y hombres ($n = 85$), quienes se encuentran en el rango de 18 a 39 años, alcanzando un promedio de edad de $22,0 \pm 2,5$ años. Se incluyó a todos los estudiantes de la carrera de Nutrición y Dietética de primer a cuarto año que se encontraban presentes en el momento de realizar las evaluaciones; además debían cumplir con la firma de un consentimiento informado, excluyendo a estudiantes que hubiesen sido diagnosticados con trastornos alimentarios en alguna etapa de su vida. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad San Sebastián.

Las mediciones descritas fueron realizadas mediante la estandarización de profesionales nutricionistas (utilizando técnicas internacionales) (7).

ANTROPOMETRÍA

El peso se determinó con la persona descalza y con ropa ligera, utilizando una balanza mecánica, de columna, marca SECA, con una capacidad máxima de 220 kg y una precisión de 50 g. La talla se midió con un tallímetro que se encuentra adosado a la balanza, con la persona en bipedestación, con la cabeza, hombros, caderas y talones juntos en el límite posterior de la plataforma de la balanza; los brazos colgando libre y naturalmente a los costados del cuerpo.

El estado nutricional se determinó por medio del cálculo de IMC. Este índice se calculó dividiendo el peso por la talla al cuadrado ($IMC = \text{peso en kg/talla}^2$ en metros). De esta manera el estado nutricional se clasificó según los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud como: bajo peso $< 18,5 \text{ kg/m}^2$, normal $18,5$ a $24,9 \text{ kg/m}^2$, sobrepeso 25 a $29,9 \text{ kg/m}^2$ y obesidad en sus diferentes grados $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$.

AUTOPERCEPCIÓN DE LA IMAGEN CORPORAL

Para determinar la percepción de la imagen corporal, se utilizó una lámina con 7 modelos anatómicos para ambos sexos y con sus respectivos IMC (18, 22, 25, 27, 30, 35 y 40), propuestos por Montero y cols. (8) (Figs. 1 y 2). Se realizó la pregunta: ¿cuándo se mira desnudo en el espejo, con qué imagen se identifica?

Estas figuras, al momento de ser mostradas, no presentaban los valores de IMC antes citados. Posteriormente se comparó con el valor de IMC real obtenido por medio de las mediciones de peso y talla. Finalmente se creó una nueva variable denominada “percepción”, de acuerdo a Montero (8), con las siguientes categorías: a) Se ve igual, cuando el valor es cero; b) se ve más delgado de lo que es en realidad, cuando el valor obtenido es superior a cero; y c) se ve más gordo de lo que es en realidad, cuando el valor obtenido es inferior a cero.

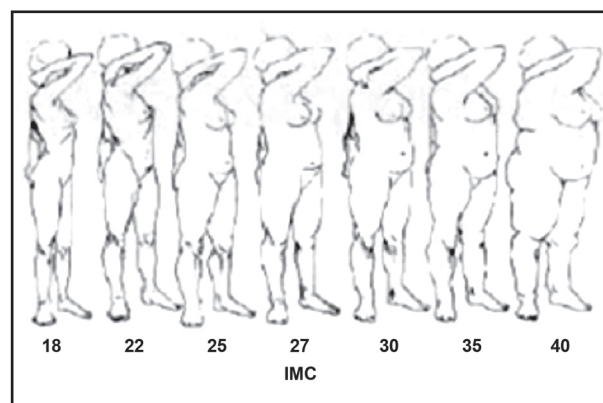


Figura 1.

Modelos corporales de mujeres.

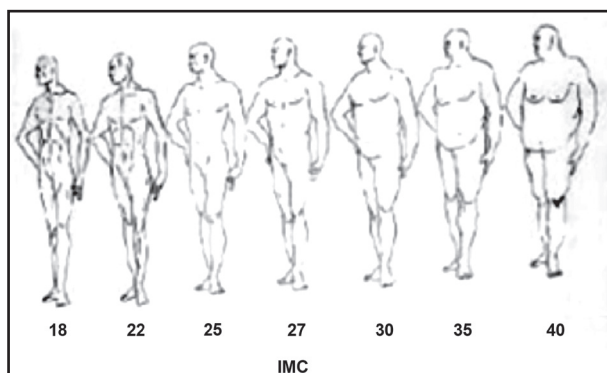


Figura 2.
Modelos corporales de hombres.

PATRONES ALIMENTARIOS

El instrumento utilizado para la recolección de datos correspondió a una encuesta denominada "Encuesta sobre hábitos alimentarios", creada por Duran y cols. Se realizó una validación del cuestionario por juicio de 25 expertos, realizada a través del método Delphi (9,10). La encuesta tiene por objetivo medir los hábitos alimentarios de los sujetos y se compone de dos ámbitos, de autoaplicación. El primero, compuesto por 9 ítems, con un puntaje mínimo de 1 y máximo de 5 por pregunta (escala de tipo Likert), que indica la frecuencia de hábitos saludables, como la frecuencia de consumo de grupos de alimentos recomendados por las guías alimentarias chilenas, que va desde no consume (1 punto), hasta las porciones día/semana sugeridas (5 puntos), obteniendo una calificación de las respuestas que varía de 9 a 45 puntos (mayor valor, mejores hábitos alimentarios). El segundo ámbito consta de 6 ítems, alimentos o grupos de alimentos identificados como promotores de enfermedades crónicas no transmisibles (bebidas azucaradas, alcohol, alimentos fritos, comida rápida, bocadillos) y se agregó un hábito alimentario negativo como es adicionar sal a las comidas sin probarlas, cinco preguntas con un puntaje idéntico al anterior, de 1 (no consume) a 5 (> 3 porción día/semana)

y solo una calificada de 1 a 3 (sal), alcanzando un valor que va de 6 a 28 puntos (mayor valor, peores hábitos alimentarios).

ESTADÍSTICA

El análisis de los datos se realizó mediante la prueba de bondad de Shapiro Wilk para evaluar la normalidad de las variables, prueba T de Student para las diferencias de medias para variables normales. Para comparar entre grupos se utilizó la prueba de ANOVA y un *post hoc* de Bonferroni. Además, se llevó a cabo un análisis de regresión logística para evaluar la asociación existente entre la autopercepción de la imagen corporal y los patrones alimentarios. Se utilizó el paquete estadístico SPSS 22.0. En todos los casos se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

De los 633 estudiantes evaluados, 547 son mujeres (86,4%). El 71,0 % de los estudiantes son normopeso, el 2,6% está en bajo peso, el 23,0% se encuentra con sobrepeso y el 3,1% con obesidad. Con respecto a la autopercepción de la imagen corporal, el 21,4% de los estudiantes se ve igual, el 68,7% sobreestima su peso y el 9,7% subestima su peso.

La tabla I muestra la comparación antropométrica según se percibe cada estudiante. Se observa que los estudiantes que se sobreestiman presentan el menor peso e IMC real, pero el mayor IMC percibido. Con respecto al puntaje en la encuesta alimentaria, se observa que los estudiantes que sobreestiman su peso presentan significativamente el mayor puntaje, es decir, se alimentan negativamente.

En la tabla II se observa que los sujetos que sobreestiman su peso presentan un menor porcentaje de cumplimiento en el consumo de frutas y verduras al día; en cambio, el mayor porcentaje de sujetos que sigue las recomendaciones se encuentra en el grupo que se ve igual. Por otro lado, un bajo consumo de alcohol se presenta en el grupo que se ve igual y un mayor consumo en el grupo que sobreestima su peso.

Tabla I. Comparación antropométrica y alimentaria según autopercepción

	Se ve igual n = 136	Sobreestima n = 435	Subestima n = 62
Edad (años)	22,2 ± 2,7	22,0 ± 2,5	21,4 ± 2,5
Peso (kg)	63,2 ± 10,8 ^{a,b}	59,4 ± 8,4 ^{a,c}	67,7 ± 13,7 ^{b,c}
Talla (cm)	157,4 ± 24,8	159,2 ± 21,3	158,7 ± 21,6
IMC real (kg/m ²)	24,3 ± 3,1 ^{a,b}	22,6 ± 2,3 ^{a,c}	26,0 ± 4,5 ^{b,c}
IMC percibido (kg/m ²)	24,4 ± 3,1 ^a	26,2 ± 2,6 ^{a,b}	23,6 ± 4,2 ^b
Puntaje EA1	29,5 ± 5,6	28,4 ± 4,9	28,4 ± 5,1
Puntaje EA2	12,0 ± 2,8 ^a	13,1 ± 3,6 ^a	12,7 ± 2,9

Prueba ANOVA post hoc Bonferroni, letras iguales indican diferencias significativas entre las variables ($p < 0,05$). EA1: encuesta alimentaria 1; EA2: encuesta alimentaria 2.

En la tabla III se muestra la asociación entre la autopercepción de la imagen corporal y patrones alimentarios, se toma como referencia “verse igual”. Se observa una asociación entre una buena percepción de la imagen corporal y el consumo de 3 o más

porciones de frutas al día OR = 0,554 (IC 95%; 0,360-0,852), 2 o más porciones de verduras al día OR = 0,438 (IC 95%; 0,283-0,678) y un consumo de alcohol menor de una vez a la semana OR = 0,451 (IC 95%; 0,270-0,752).

Tabla II. Relación entre ingesta alimentaria y autopercepción

	Se ve igual	Sobreestima	Subestima	Valor p
Desayuno (todos los días)	67,6%	69,5%	61,2%	0,406
Lácteos descremados (≥ 3 porciones/día)	40,4%	35,4%	29,0%	0,283
Frutas (≥ 3 porciones/día)	47,7%	32,8%	33,8%	0,006
Verduras (≥ 2 porciones/día)	50,0%	30,5%	37,0%	0,001
Pescado (≥ 3 porciones/semana)	2,9%	3,5%	6,4%	0,442
Leguminosas (≥ 3 porciones/semana)	22,0%	24,3%	22,5%	0,838
Pan y cereales integrales (3 porciones/día)	8,0%	5,2%	4,8%	0,449
Comida casera (≥ 3 porciones/semana)	64,7%	63,9%	67,7%	0,838
Cena (todos los días)	10,5%	9,1%	19,2%	0,230
Bebidas azucaradas (menos de una vez al día)	70,3%	64,1%	58,1%	0,207
Alcohol (menos de una vez al día)	82,2%	67,8%	72,5%	0,005
Frituras (ocasionalmente)	75,0%	65,2%	67,7%	0,104
Sal (no le agrega)	58,0%	57,4%	69,3%	0,202
Comida basura (menos de una vez al día)	91,9%	85,2%	85,4%	0,130
Galletas o <i>snacks</i> dulces (menos de una vez al día)	66,1%	60,6%	56,4%	0,360

Prueba de Chi-cuadrado.

Tabla III. Asociación entre autopercepción de la imagen corporal (se ve igual) y patrones dietéticos

	OR	IC 95%	Valor p
Consumo de desayuno	1,376	0,873-2,170	0,169
Lácteos descremados	1,376	0,873-2,170	0,670
Frutas	0,554	0,360-0,852	0,007
Verduras	0,438	0,283-0,678	0,001
Pescado	1,726	0,539-5,521	0,358
Leguminosas	1,057	0,645-1,731	0,826
Pan integral	0,902	0,399-2,040	0,804
Comida casera	1,244	0,802-1,928	0,804
Cena	1,320	0,652-2,673	0,441
Bebidas azucaradas	0,957	0,601-1,524	0,853
Alcohol (< 1 vez a la semana)	0,451	0,270-0,752	0,002
Frituras (< 1 vez a la semana)	0,830	0,507-1,358	0,458
Sal	1,179	0,775-1,793	0,441
Comida basura (< 1 vez a la semana)	0,662	0,310-1,414	0,286
Galletas y <i>snacks</i> dulces (< 1 vez a la semana)	0,932	0,600-1,448	0,753

Ajustado por edad, sexo, curso y estado nutricional.

DISCUSIÓN

El resultado principal de este estudio señala que quienes registran una ingesta adecuada de verduras y frutas autodefinen su alimentación como saludable e ideal y tienden a autopercebirse coherentemente en relación con su estado nutricional; además, estos sujetos son los que presentan una ingesta menor de alimentos poco saludables.

Los estudiantes que se sobreestiman, de acuerdo a la tabla I, presentan el menor peso e IMC real. Esto es concordante con González-Carrascosa y cols. (11), que encontraron que las mujeres con estado nutricional de normalidad y enflaquecidas tendían a sobreestimar su peso, evidenciando distorsión al verse más gruesas. De manera similar, un análisis de percepción de imagen corporal de estudiantes universitarios de Navarra mostró que, entre aquellos que tenían peso insuficiente, un 72,1% se identificaron con siluetas de mayor IMC (12).

Se ha demostrado por otra parte que existen variaciones de autopercepción asociadas a la raza, tendiendo la población latina a tener menor concordancia entre autopercepción y peso real (13).

En la encuesta alimentaria se observa que los estudiantes que sobreestiman su peso presentan significativamente el mayor puntaje, asociándose a alimentación negativa. Por lo que se puede inferir que aquellos que se alimentan negativamente tienden a autopercebirse también de la misma manera, tal vez menos saludables, asumiendo un peso superior al real.

Un 47,7% de los estudiantes que se autoperceben igual consume 3 o + porciones de frutas al día y un 50% de ellos refiere ingesta de 2 o + porciones de verduras al día. En este mismo grupo, un 82,2% de ellos registra un consumo de alcohol de menos de 1 vez al día. Algunos estudios muestran que un alto consumo de vegetales y frutas en adolescencia o adultez joven tendría una influencia beneficiosa sobre la autopercepción de salud (14). Un estudio realizado en estudiantes chilenos de educación física muestra una asociación entre el consumo de frutas y un buen estado nutricional OR = 0,495 (IC 95%; 0,265-0,924) (15), lo que opuestamente a su vez relaciona que un consumo de frutas y verduras bajo se asocia con menor calidad de dieta y salud (16-18).

Finalmente, aquellos estudiantes que tienen una ingesta diaria de 3 o más porciones de verduras y frutas, y que además presentan consumo de alcohol de menos de una vez a la semana, se asumen como individuos bien alimentados, lo que contribuye a evitar distorsiones en relación con el IMC real, evidenciando una autopercepción de la imagen corporal igual o consecuente con este índice. El patrón dietético de frutas (OR = 0,554; IC 95% 0,360-0,852) y verduras (OR = 0,438; IC 95% 0,283-0,678) muestra la coincidencia en autopercepción de la imagen corporal, ya que concuerda con IMC real. Por otro lado, el consumo de frutas y verduras genera autoimagen positiva, lo cual podemos asociar a ingesta de antioxidantes presentes en estas.

En relación con el consumo de alcohol (OR = 0,451; IC 95% 0,270-0,752), cuando es menor de una vez a la semana, los

estudiantes presentan coincidencia entre la autopercepción de la imagen corporal y su IMC real. Podemos inferir que quienes consumen alcohol menos de una vez a la semana y consumen frutas y verduras tienen menor posibilidad de presentar distorsión de la imagen corporal, lo que no implica que necesariamente estén dentro de los rangos de normalidad en IMC. Se observa en diferentes estudios donde se analizan los hábitos alimentarios, respecto de la ingesta de frutas y verduras, que esta es baja en estudiantes universitarios (19-21).

Entre las fortalezas del presente estudio podemos mencionar que se utilizaron figuras anatómicas que se encuentran previamente validadas (8) y entre las debilidades podemos nombrar que es un estudio transversal, por lo que no podemos hablar de causalidad y no de asociación.

En conclusión, los estudiantes que se presentan una mejor imagen corporal registran una ingesta adecuada de verduras y frutas; además, estos sujetos presentan una ingesta menor de alimentos poco saludables que los sujetos que sobreestiman o subestiman su imagen corporal.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de la carrera, que permitió una buena coordinación de los estudios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Miraval GA, Perea E, Suarez S, Calderón M, Hernandez L, Escorza A, et al. Relación entre el IMC y la percepción en Universitarias Lima-Perú 2013. *Consensus* 2014;19(2):91-100.
2. Fernández MM, De Gracia M. Autoconcepto físico, modelo estético e imagen corporal en una muestra de adolescentes. *Psiquis* 1999;20(1):27-38.
3. Bunnell DW CP, Hertz S, et al. Body image concerns adolescent. *Int J Eat Disord* 1992;11:79-83.
4. Durán S, Rodríguez MP, Record J, Barra R, Olivares R, et al. Autopercepción de la imagen corporal en estudiantes universitarios de Chile y Panamá. *Rev Chil Nutr* 2013;40(1):26-32.
5. Garner DM, Garfinkel PE. Body image in anorexia nervosa: measurement, theory and clinical implications. *International Journal of Psychiatry in Medicine* 1981;11(3):263-84.
6. Lissner L, Sjöström L, Bengtsson C, Bouchard C, Larsson B. The natural history of obesity in an obese population and associations with metabolic aberrations. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity. Int J Obes Relat Metab Disord* 1994;18(6):441-7.
7. de Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and nutrition bulletin* 2004;25(Supl.1):S27-S36.
8. Montero P ME, Carvajal A. Valoración de la percepción de la imagen corporal mediante modelos anatómicos. *Antropol* 2004;8:107-116.
9. Linstone HA, Turoff M. *The Delphi method: Techniques and applications*. Reading, MA: Addison Wesley Publishing; 1975.
10. Durán S, Valdez-Badilla P, Godoy-Cumillaf A, Herrera T. Hábitos alimentarios y condición física en estudiantes de pedagogía en educación física. *Rev Chil Nutr* 2014;41(3):251-9.
11. González-Carrascosa R, García-Segovia P, Martínez Monzo J. Valoración de la imagen corporal y de los comportamientos alimentarios en universitarios. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica* 2013;18(1):45-59.
12. Soto Ruiz MN, Marín Fernández B, Aguinaga Ontoso I, Guillen-Grima F, Serrano Mozo I, Canga Armayor N, et al. Analysis of body image perception of university students in navarra. *Nutr Hosp* 2015;31(5):2269-75.

13. Dorsey RR, Eberhardt MS, Ogden CL. Racial/ethnic differences in weight perception. *Obesity* (Silver Spring) 2009;17(4):790-5.
14. Takaoka Y, Kawakami N. Fruit and vegetable consumption in adolescence and health in early adulthood: a longitudinal analysis of the statistics Canada's National Population Health Survey. *BMC Public Health* 2013;13:1206.
15. Duran-Aguero S, Valdes-Badilla P, Godoy Cumillaf A, Herrera-Valenzuela T. Consumption of fruits and its association with nutritional status in Chilean university students career of physical education. *Nutr Hosp* 2015;31(5):2247-52.
16. Tsai J, Ford ES, Li C, Zhao G, Pearson WS, Balluz LS. Multiple healthy behaviors and optimal self-rated health: findings from the 2007 Behavioral Risk Factor Surveillance System Survey. *Preventive Medicine* 2010;51(3-4):268-74.
17. Goodwin DK, Knol LL, Eddy JM, Fitzhugh EC, Kendrick OW, Donahue RE. The relationship between self-rated health status and the overall quality of dietary intake of US adolescents. *Journal of the American Dietetic Association* Barrios-Vicedo R, Navarrete-Muñoz EM, García de la Hera M, González-Palacios S, Valera-Gran D, Checa-Sevilla JF, et al. A lower adherence to Mediterranean diet is associated with a poorer self-rated health in university population. *Nutr Hosp* 2014;31:785-92.
18. Duran Agüero S, Bazaez Díaz G, Figueroa Velasquez K, Berlanga Zuñiga Mdel R, Encina Vega C, Rodríguez Noel MP. Comparison between the quality of life and nutritional status of nutrition students and those of other university careers at the Santo Thomas University in Chile. *Nutr Hosp* 2012;27(3):739-46.
19. Vio F, Albala C, Kain J. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. *Public Health Nutrition* 2008;11(4):405-12.
20. Montero Bravo A, Ubeda Martin N, Garcia Gonzalez A. Evaluation of dietary habits of a population of university students in relation with their nutritional knowledge. *Nutr Hosp* 2006;21(4):466-73.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Nutritional assessment of hospitalized patients in Latin America: association with prognostic variables. The ENHOLA study

Valoración nutricional en pacientes hospitalizados en hospitales latinoamericanos: asociación con factores pronóstico. El estudio ENHOLA

Juan Carlos Castillo Pineda¹, Anel Gómez García², Nicolás Velasco³, José Ignacio Díaz-Pizarro Graf⁴, Alfredo Matos Adámes⁵ and Alberto Miján de la Torre⁶

¹Michoacan Regional General Hospital. Internal Medicine Area. Mexican Institute of Social Security. Michoacán, Mexico. ²Biomedical Research Center of Michoacan. Mexican Institute of Social Security. Michoacán, Mexico. ³Nutrition and Metabolism Department. Pontifical Catholic University of Chile School of Medicine. Santiago de Chile, Chile. ⁴Surgery and Clinical Nutrition Departments. Hospital Ángeles Lomas. Anáhuac University. Mexico City, Mexico. ⁵Social Security Hospital. Panama City, Panamá. ⁶Clinical Nutrition Unit. Service of Internal Medicine. Hospital Universitario de Burgos. Burgos, Spain

Abstract

Background and aim: The prevalence of hospital malnutrition (HM) is variable, explained by the variability of patients, the nutritional evaluation method used among others. The aim is to determine the frequency of malnutrition in hospitals in Latin America, and estimate its association with mortality and length of hospital stay.

Methods: This is an analytical, observational cohort study that included 7,973 patients of both genders, 18 and older, who provided their consent. The survey was administered during the first three days of admission. The nutritional status was estimated using Subjective Global Assessment (SGA) and the Nutrition Risk Screening (NRS), body mass index (BMI), percentage of change of weight (PCW) and co-morbidities. Serum albumin was obtained from the clinical chart. Length of stay (LOS) and the survival status at discharge (dead or alive) were also recorded.

Results: By SGA: 10.9% had severe malnutrition and 34% moderate malnutrition. By NRS: 36.9% had nutritional risk. Univariate analysis showed that NRS score and serum albumin were prognostic factors for mortality: NRS 3-4 (OR: 2.3, 95% CI: 1.9-2.8), NRS 5-7 (OR: 5.8, 95% CI: 4.9-6.9), serum albumin < 2.5 g/dl, (OR: 2.9, 95% CI: 2.2-3.8). These results were consistent and similar to a multivariate analysis. Both NRS and serum albumin were also independently and clinically associated to LOS.

Conclusions: The prevalence of hospital malnutrition in Latin America is high. Our results show that screening with NRS and serum albumin can identify hospital malnutrition as well as providing clinically relevant prognostic value.

Key words:

Hospital malnutrition.
Serum albumin. SGA.
Length of stay.

Resumen

Introducción y objetivo: la prevalencia de la malnutrición hospitalaria (MH) es variable y puede explicarse por la variabilidad de los pacientes, el método de evaluación nutricional entre otros. El propósito de esta investigación es determinar la frecuencia de malnutrición en hospitales de Latinoamérica y estimar su asociación con mortalidad y estancia hospitalaria.

Métodos: es un estudio analítico, observacional de cohorte que incluyó a 7.973 pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años y que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio. La evaluación fue aplicada durante los primeros tres días de admisión al hospital. El estado nutricional fue estimado usando la evaluación global subjetiva (SGA) y el *score* de riesgo nutricional (NRS-2002). Se evaluó el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de cambio de peso (PCW) y las comorbilidades. La albúmina sérica se obtuvo del expediente clínico. La estancia hospitalaria (LOS) y las condiciones del egreso (vivo o muerto) fueron también registrados.

Resultados: por SGA: 10,9% tuvieron malnutrición severa y 34% malnutrición moderada. Por NRS: 36,9% tuvieron riesgo nutricional. El análisis univariado mostró que el NRS y la albúmina sérica fueron factores pronósticos de mortalidad: NRS 3-4 (OR: 2,3, 95%CI: 1,9-2,8), NRS 5-7 (OR: 5,8, 95% CI: 4,9-6,9), albúmina sérica < 2,5 g/dl, (OR: 2,9, 95% CI: 2,2-3,8); estos resultados fueron coherentes y similares al análisis multivariado. Tanto el NRS y como la albúmina sérica fueron también independientemente y clínicamente asociados a la estancia hospitalaria prolongada.

Conclusión: la prevalencia de malnutrición hospitalaria en Latinoamérica es alta. Nuestros resultados muestran que el tamizaje con NRS y la albúmina sérica inicial pueden identificar la malnutrición hospitalaria, así como proporcionar un valor clínico relevante.

Palabras clave:

Malnutrición hospitalaria. Albúmina sérica. SGA. Duración de la estancia.

Received: 16/11/2015
Accepted: 04/04/2016

Castillo Pineda JC, Gómez García A, Velasco N, Díaz-Pizarro Graf JI, Matos Adámes A, Miján de la Torre A. Nutritional assessment of hospitalized patients in Latin America: association with prognostic variables. The ENHOLA study. Nutr Hosp 2016;33:655-662

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.275>

Correspondence:

Juan Carlos Castillo Pineda. Michoacan Regional General Hospital. Internal Medicine Area. Mexican Institute of Social Security. C/ Coronel Lucas Balderas, 35. col. Chapultepec Sur Morelia. 58260 Michoacán, México
e-mail: castilomorelia@hotmail.com

INTRODUCTION

Malnutrition has a high impact on increasing length of stay (LOS), morbidity, mortality and health care costs (1-4), but it is often not diagnosed promptly. There is a great variability in the prevalence of hospital malnutrition described in the literature, due to the type of patients admitted to hospitals, the population studied, as well as the method or nutritional marker used for diagnosis. Another reason for variability in hospital malnutrition prevalence is that health personnel frequently give little relevance to the nutritional status of patients instead of being a subregistry of the problem. Anthropometric parameters alone are not always good predictors, but combined with other methods they can give a reliable picture of patients (5,6). On the other hand, specificity of laboratory studies such as albumin, pre-albumin and transferrin, among others, is low and not only they denote nutritional status, but also demonstrate hepatic synthesis, hydration, inflammatory state, and index of metabolic utilization (7,8). Therefore, these methods have been considered to be more a prognostic variable than a nutritional marker.

In 1987, Detsky proposed the Subjective Global Assessment (SGA), a survey that includes clinical parameters and is validated as an appropriate instrument to screen those hospitalized patients who are malnourished at time of evaluation (1). In 2003, the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) published the ESPEN Guidelines for Nutritional Screening 2002, endorsing the use of the Nutrition Risk Screening (NRS). This method is able to screen risk of malnutrition and is employed during the process of admission to the hospital, thus evaluating anthropometric variables, food ingestion prior to the screening, the severity of the disease and the patient's age in order to discriminate patients with higher nutritional risk (9). Among eleven nutritional evaluation tools studied by Skipper, it was established that the NRS proposed by ESPEN is the most valid and reliable one (10).

The prevalence of hospital malnutrition has been estimated between 15 and 60% at admission (11), and the percentage rises to 75% in patients with a prolonged LOS (12). Russell in the United Kingdom reported a 25% prevalence of nutritional risk in hospitalized patients using the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) (13). The EuroOOPS study (2008) reported 32.6% of hospitalized patients at nutritional risk (14) and the PREDyCES study in Spain 23.7% (15). Both used the NRS. In Latin America, there are several reports on prevalence of hospital malnutrition: 47% in Argentina (12) and 48.1% in Brazil (16) using the SGA. Correia reported a mean prevalence of 39% for moderate malnutrition and 11.2% for severe malnutrition in Latin American hospitals in 2003 (17).

The aims of this study are: to determine the prevalence of malnutrition in a group of patients from hospitals in Latin America using the SGA and NRS; to estimate the relationship between malnutrition with other clinical and demographic variables, and to determine the predictive capacity of nutritional assessment methods on mortality and length of hospital stay.

METHODS

This is an analytical, observational, cohort study performed from February 1st to September 30th, 2012. The Latin American Federation of Clinical Nutrition and Metabolic Nutritional Therapy (FELANPE), through its affiliated societies, were invited member hospitals to participate in the study. Participants included general hospitals that have at least Internal Medicine and surgery service for adults, and specialty hospitals.

The coordinating group sent to each hospital the full protocol and thereafter each hospital applied for participation having at least one responsible researcher. Patients were included consecutively from February 1st to September 30th, 2012. The inclusion criteria for patients were: male and female patients over 18 years old, admitted to the hospital, who gave informed consent agreeing to participate. Pregnant women admitted for delivery or post-partum and patients seen at the Emergency Room but not admitted were not included. The local coordinator was the responsible for the approval of the protocol by the local Institution Research Committee. The protocol was reviewed and approved by the Research and Bioethics Committees of the Mexican Social Security Institute's General Regional Hospital of Morelia, Michoacán.

Each hospital coordinator conducted a training session with the researchers prior to the application of the ENHOLA (*Evaluación Nutricional en Pacientes Hospitalizados en Latinoamérica*) survey to standardize the answers of the SGA and the NRS. The survey had to be accomplished in the first three days after admission (18). The SGA classified patients in three levels: a) well-nourished; b) moderate malnutrition or suspicion of malnutrition; and c) severe malnutrition. The NRS classified patients in two categories: no nutritional risk (score < 3) and at nutritional risk (score ≥ 3) (1,9). Other questions were added in the survey related to the area of the hospital where the patient was admitted, dates of admission and discharge, co-morbidities, clinical diagnosis, type of nutritional therapy, some general laboratory parameters and the condition at discharge: dead or alive. Determination of weight and height was divided in two categories: a) measured, if the patient could be measured and weighed on a scale with stadimeter; and b) estimated, if the patient was not able to get up to obtain the weight and height with a scale with stadimeter. This data were noted in the patients' clinical chart.

It was also verified if the clinical record included any information about nutritional status of the patient, diagnosis at admission, co-morbidities, capacity of the patients to eat by themselves, or if they had to be fed; and whether or not they liked the hospital food. The body mass index (BMI) and the percentage of change in weight (PCW) in the last six months were calculated and recorded (since NRS considers change in weight, BMI and food ingestion percentage as its variables).

Serum albumin was considered if included in clinical chart by the time of survey (normal serum albumin was considered between 3.5 and 5.5 g/dl); serum albumin in all hospitals was measured for nephelometry. At the time of discharge, length of hospital stay in days, and the condition of discharge dead or alive were documented from the clinical chart. When discharging from

hospital, we could assess whether patients were transferred to a convalescent clinic or long care center because in some countries, including Mexico, there are no such centers within the Health System. Mortality was assessed according to the status of discharge.

STATISTICAL ANALYSIS

Data were analyzed through descriptive statistics (mean and frequencies) as well as dispersion tests (standard deviation and standard error). The Kolmogorov-Sminov test with Lilliefors adjustment was performed to establish the normality of distribution for quantitative variables. Chi-square test was employed to analyze qualitative variables among patients. The Student's *t* test and analysis of variance for independent samples were used (as required) to compare between quantitative variables. The odd risk (OR) and its 95% confidence interval (95% CI) were calculated to determine the association of malnutrition to possible risk factors or co-morbidities. To evaluate LOS, a multivariate analysis model was employed, thus generating "dummy" variables when necessary, in order to integrate the influence of possible independent risk factors.

Logistic regression was applied to assess the estimated risk of mortality pairing it with the risk of malnutrition measured by NRS, malnutrition measured by SGA, hospital area of admission (Medicine Ward, Surgery Ward or Intensive Care Unit), serum albumin, and BMI as continuous independent numeral variable. Statistical significance was reached at *p*-value < 0.05. Data were analyzed with the statistical software SPSS (version 18.0).

RESULTS

Twelve out of 17 countries in Latin America collaborated in the study (Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Panama, Paraguay, Peru, Uruguay and Venezuela). A total of 8,131 patients from 47 hospitals were initially evaluated, 158 had not any nutritional assessment (SGA nor NRS), thus they were eliminated, and a total of 7,973 patients were finally included for analysis. The interviewers were: nutritionists 69.5%, physicians 20.6%, nurses 9.4% and pharmaceutical staff 0.5%.

The patients in our study had a mean age of 55.6 ± 19.1 years, and the gender distribution was 48.9% male and 51.1% female that had been admitted to different public and private hospitals (Table I). The distribution by hospital area of admission was: 4,353 patients (54.6%) at a Medicine Ward, 3,081 patients (38.6%) at a Surgery Ward and 539 patients (6.8%) at an Intensive Care Unit.

NUTRITIONAL ASSESSMENT

By means of the SGA we found 2,707 patients (34%) with moderate malnutrition or suspicion of malnutrition, 872 patients (10.9%) with severe malnutrition and 4,394 (55.1%) well-nourished patients.

On the other hand, the NRS found 2,941 patients (36.9%) with nutritional risk and 5,032 patients (63.1%) without it. The prevalence of malnutrition by hospital area and disease category according to SGA and NRS is presented in tables II and III; in these tables, critically ill patients were grouped into the Intensive Care Unit group. As regards to references to patients' nutritional status, 38.3% of hospital charts contained them. Using the SGA, the prevalence of malnutrition in public and private hospitals was of 45.3% and 43.6%, respectively. Using the NRS, the prevalence of nutritional risk in public and private hospitals was of 37.7% and 34.5%, respectively.

Patients who could not eat by themselves and had to be helped (19.7%) presented a higher risk of malnutrition (OR = 4.4; 95% CI: 3.9-4.9). Also, 40.1% of patients did not like hospital food, so that they presented more risk of malnutrition (OR = 3.6; 95% CI: 3.2-3.9), both assessed by NRS.

CO-MORBIDITIES

Among the co-morbidities found, patients with chronic liver failure presented an increased risk of malnutrition (OR = 3.37; 95% CI: 2.2-5.0), chronic respiratory failure (OR = 2.4; 95% CI: 1.9-3.1), chronic kidney failure (OR = 2.16; 95% CI: 1.7-2.6) and chronic heart failure (OR = 1.44; 95% CI: 1.1-1.76).

ANTHROPOMETRY

Weight and height were measured in only 4,784 of the 7,973 patients (60%). Regarding patients that could not be weighed and measured at the time of the survey, their data were taken from their clinical charts. Upon analyzing PCW we found that 6,522 (81.8%) patients had lost more than 1 kilogram in the previous 6 months and among them 4,128 (63.3%) had lost more than 10% of their usual weight. The estimated risk of mortality was higher when patients lose more than 10% of their usual weight (OR = 3.5; 95% CI: 2.8-4.4).

Table I. Hospital data

	Hospitals n = 47 (%)	Patients n = 7,963 (%)
<i>Type of hospital</i>		
Public	36 (78)	6,084 (76)
Private	11 (22)	1,879 (24)
<i>Hospital capacity (staffed beds)</i>		
Small size hospital (≤ 250 beds)	20 (43.5)	4,674 (58.7)
Medium size hospital (251 to 500 beds)	18 (38.2)	38.2 (28.7)
Large size hospital (≥ 501 beds)	9 (18.3)	18.3 (12.6)

Table II. Subjective Global Assessment (SGA) according to hospital area and disease category

	Well- nourished n (%)	Moderate (or suspicion of) malnutrition n (%)	Severe malnutrition n (%)
<i>Hospital area</i>			
Medicine n = 4,353	2,246 (51.6)	1,573 (36.1)	534 (12.3)
Surgery n = 3,081	1,959 (63.6)	863 (28)	259 (8.4)
Intensive Care Unit n = 539	189 (35.1)	271 (50.3)	79 (14.7)
Total	4,394 (55.1)	2,707 (34)	872 (10.9)
<i>Disease category</i>			
Surgical (no oncology, no trauma) n = 1,758	1,246 (55.2)	397 (22.6)	115 (6.5)
Cancer n = 1,402	464 (33.1)	679 (48.4)	259 (18.5)
Cardiovascular n = 749	449 (59.9)	247 (33)	53 (7.1)
Respiratory n = 705	326 (46.2)	279 (39.6)	100 (14.2)
Trauma n = 702	462 (65.8)	197 (28.1)	43 (6.1)
Renal n = 701	348 (49.6)	274 (39.1)	79 (11.3)
Digestive n = 599	298 (49.7)	241 (40.2)	60 (10)
Neurological n = 476	240 (50.4)	170 (35.7)	66 (13.9)
Hematological n = 87	48 (55.2)	32 (36.8)	7 (8)
Other n = 730	484 (66.3)	168 (23)	78 (10.7)

Table III. Nutrition Risk Screening (NRS) according to hospital area and disease category

	Without nutritional risk n (%)	With nutritional risk n (%)
<i>Hospital area</i>		
Medicine n = 4,353	2,664 (61.2)	1,689 (38.8)
Surgery n = 3,081	2,228 (72.3)	853 (27.7)
Intensive Care Unit n = 539	140 (26)	399 (74)
Total	5,032 (63.1)	2,941 (36.9)
<i>Disease category</i>		
Surgery (no oncology, no trauma) n = 1,758	1,336 (76)	422 (24)
Cancer n = 1,402	689 (49.1)	713 (50.9)
Cardiovascular n = 749	512 (68.4)	237 (31.6)
Respiratory n = 705	393 (55.7)	312 (44.3)
Trauma n = 702	415 (59.1)	287 (40.9)
Renal n = 701	457 (65.2)	244 (34.8)
Digestive n = 599	368 (61.4)	231 (38.6)
Neurological n = 476	232 (48.7)	244 (51.3)
Hematological n = 87	62 (71.3)	25 (28.7)
Other n = 730	539 (73.8)	191 (26.2)

The mean BMI was 25.3 ± 5.6 kg/m². The study showed that 7.5% patients had a BMI below 18.5 kg/m², and 44.7% of patients had a normal BMI (18.6-24.9 kg/m²). Besides,

29.9% of patients had a BMI between 25 and 29.9 kg/m², and 17.9% of the evaluated patients had a BMI above 30 kg/m².

Patients with a BMI < 18.5 kg/m² have a higher risk of mortality: OR = 2.9 (95% CI: 2.3-3.7). Patients with normal BMI (BMI = 18.5 to 25.0) have OR = 1.1 (95% CI: 0.9-1.4). Whilst overweight and obesity patients (BMI more than 25) have a lower mortality risk: OR = 0.5 (95% CI: 0.4-0.6), as shown in figure 1A.

SERUM ALBUMIN

There were only 3,448 (43.2%) reports of serum albumin in patient's charts. Of these, 59.1% (2,037) were ≤ 3.49 g/dL. Mortality was 7.1% for patients with albumin ≤ 3.49 g/dL and 1.0% for patients with albumin ≥ 3.50 g/dL. The concentration of serum albumin in relation to nutritional status by SGA (A) and nutritional risk by NRS (B) is detailed in table IV. A progressive increase in mortality risk was observed (Fig. 1B).

MORTALITY

Mortality was 5.5% (n = 439). By NRS, mortality for patients with nutritional risk was 4.57% (n = 365) and for those without risk it was 0.93% (n = 74).

The univariate analysis showed a significant increase in mortality risk when checking variables such as weight loss > 10%, NRS 3-4, NRS 5-7, serum albumin < 2.5 g/dL, and moderate and severe malnutrition (SGA), being the most important NRS > 5 (OR = 5.8 CI 95%: 4.8-6.9) and severe malnutrition (SGA) (OR = 13.7 CI 95%: 10.3-18.3) (Table V). More indeed, the estimated risk of mortality for BMI below 18.5 kg/m² was OR 2.96 CI 95% 2.32-3.79 (Fig. 1A), and for serum albumin between 2.01-2.5 g/dL it was OR 2.931 CI 95% 2.24-3.83 (Table V and Fig. 1B).

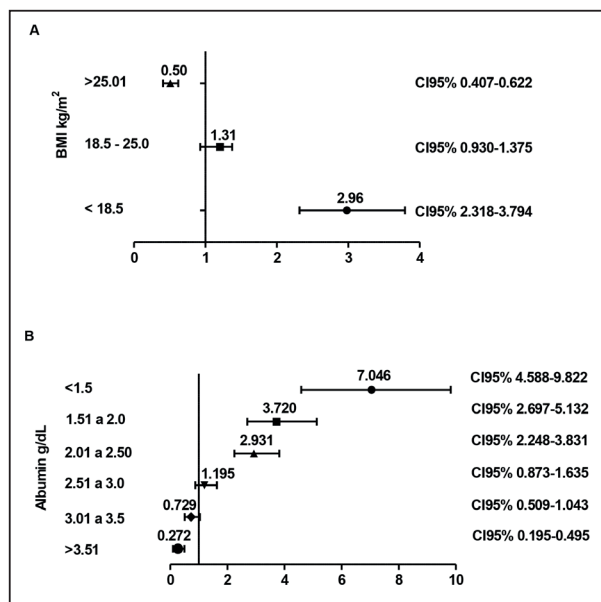


Figure 1.

Estimated risk of mortality (OR) for BMI (A) and serum albumin (B).

We analyzed the estimated risk for mortality in relation to the NRS score, and found that as the NRS score increases, the estimated mortality risk increases proportionally and significantly, particularly in patients at surgical and medical wards (Fig. 2). Noteworthy, when values were integrated in a logistic regression model, only serum albumin and NRS value ≥ 3 parameters reached significance. Results were consistent: the higher the NRS value (dummy variable), the more mortality took effect (Table VI).

Table IV. Serum albumin (g/dL) according to SGA (A) and NRS (B) in each hospital area

(A) SGA				
Hospital área	Well-nourished	Moderately (or suspicion of) malnutrition	Severe malnutrition	p
General	3.50 ± 0.02	3.06 ± 0.02	2.65 ± 0.03	0.0001*
Medicine	3.46 ± 0.02	3.08 ± 0.02	2.71 ± 0.04	0.0001*
Intensive Care Unit	2.79 ± 0.07	2.61 ± 0.06	2.45 ± 0.09	0.020*
Surgery	3.73 ± 0.03	3.02 ± 0.04	2.61 ± 0.06	0.0001*
ANOVA *p < 0.05.				
(B) NRS				
Hospital área	Without nutritional risk	With nutritional risk	p	
General	3.46 ± 0.02	2.87 ± 0.02	0.0001*	
Medicine	3.40 ± 0.02	2.92 ± 0.02	0.0001*	
Intensive Care Unit	2.85 ± 0.10	2.58 ± 0.04	0.010*	
Surgery	3.66 ± 0.03	2.93 ± 0.04	0.0001*	

Student's t test for independent samples *p < 0.05.

Table V. Univariate analysis of the relationship of nutritional parameters with mortality

Variable	OR	CI 95%	p
Weight loss > 10%	3.5	2.81-4.37	0.0001
NRS 3-4	2.36	1.96-2.82	0.0001
NRS 5-7	5.83	4.87-6.96	0.0001
Serum albumin < 2.5 g/dL	2.93	2.24-3.83	0.0001
Moderate malnutrition (SGA)	4.79	3.65-6.28	0.0001
Severe malnutrition (SGA)	13.73	10.31-18.28	0.0001

Table VI. Logistic regression model for nutritional variables and mortality

Parameter	B	p	Exp B	CI 95%
Serum albumin	0.80	0.0001	2.23	1.64-3.05
NRS 3-4	1.78	0.0001	6.04	2.72-12.41
NRS 5-7	2.33	0.0001	10.33	4.27-24.98

Cox-Snell $r^2 = 0.102$.

Table VII. Multivariate regression model for nutritional variables and LOS

Variable	Beta	t	p
Constant	27.698	11.173	0.0001
Age	-0.048	-1.979	0.048
Serum albumin	-4.219	-7.078	0.0001
NRS 3-4	3.810	3.498	0.0001
NRS 5-7	6.316	4.019	0.0001

$r^2 = 0.125$.

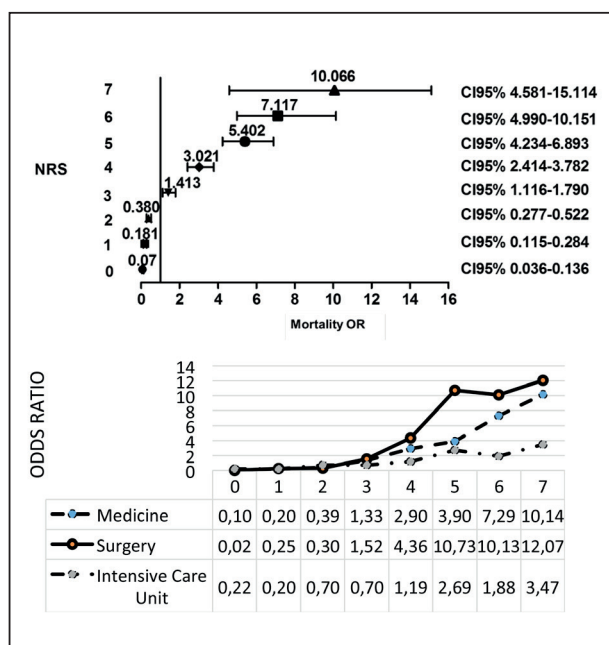


Figure 2.

Estimated risk of mortality (OR) according to NRS. Top: general. Bottom: hospital area.

LENGTH OF STAY (LOS)

The median LOS was 8 days (range: 1-185 days). Factors associated to LOS in the multivariate regression model were age, serum albumin, NRS 3-4 and NRS 5-7 (Table VII). Independently, those individuals who died at hospital had a higher LOS (median: 13 days [1-99]) when compared to patients alive (median: 8 days [1-185]) ($p = 0.0001$).

DISCUSSION

The study was performed in 47 hospitals in 12 countries. Due to the heterogeneity of the population of the participating hospitals and

countries, the study does not necessarily reflect the prevalence of hospital malnutrition in each of these countries or in Latin America as a whole. Besides, the study reveals malnutrition at admission, but not malnutrition generated during hospitalization secondary to the disease, fasting or diagnostic or therapeutic procedures (15).

All patients were evaluated as a whole group, even though they were from a private or public hospital, as there was no difference as regards malnutrition prevalence using SGA or NRS. Other authors also found no statistical differences in the nutritional status of patients evaluated in private or public general hospitals (40).

The average age in our study is below the one reported in other European studies (14,15). Patients who are malnourished or at risk should be screened in the first days after admission to the hospital, so that an objective and timely assessment can be performed and nutritional problems can be prevented or corrected (22-24). Two instruments (SGA and NRS) were used to assess the nutritional status in our study; both have been widely discussed in various reports (10,11,19-21). By SGA we found that 34% of patients were moderately malnourished and 10.9% had severe malnutrition. In a similar study by Correia, moderate and severe malnutrition prevalence was 39% and 11.2%, respectively (17).

Charney (25) emphasizes the lack of agreement on the definition of nutritional screening between international nutrition societies such as the ADA (American Diabetes Association), ASPEN (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition) and ESPEN. For this reason there is no standard reference tool for nutritional screening and/or assessment (15,23,26,27) and given the heterogeneity of the population and that hospital malnutrition is a dynamic continuum (25,28), a standard reference tool was not put into place in this study. Another finding from the study is that nutritional screening or assessment should be part of the

clinical record and enforced in the first 24 to 48 hours (24). In performing the study, it was found that only 38% of charts had a reference to the patients' nutritional status, which shows a significant underreporting conducive to late diagnosis. Also, 40% of patients refused the scheduled hospital diet and this was associated with malnutrition. This fact was associated with an increase of the nutritional risk and is added to the impact of fasting periods for diagnostic or therapeutic procedures (29). Another important point is that 19.7% of patients were not able to feed themselves, and this had a strong association with malnutrition.

The prevalence of patients at nutritional risk using NRS (36.9%) is slightly higher than reported in the PREDYCES (23.7%) and EuroOOPS (32.6%) studies probably due to differences in the populations under research (the present study was carried out in Latin America and the other two in Europe), as well as in health systems and socioeconomic status. Olivares reports a prevalence of 47.3% in Spain though (41). This is the second collaborative study performed by the FELANPE initiative. This study could be compared to the ELAN study published by Correia (17) (first collaborative study) in Latin America in a similar population; SGA was used in both. In both studies, weight registration increase (ELAN 26.5% and ENHOLA 60%) and albuminemia registration (ELAN 26.5% and ENHOLA 43.2%) were registered in the clinical chart. The prevalence of malnutrition slightly decreases (ELAN 50.2%, ENHOLA 44.9%). The only explanation for these differences is the educational influence FELANPE has had in recent years through the basic courses offered to doctors, nutritionists, nurses and pharmacists (39).

Jensen et al. (4) specified the need to evaluate the acute or chronic inflammatory condition of the patient because it is as critical as the present nutritional status to determine the patient's outcome. The NRS is the instrument that best assesses this disease condition. To our knowledge, this is the first multicenter study in Latin America using the NRS and the first evaluating intensive care patients. Consistent with this, intensive care patients are at the greatest nutritional risk followed by those of medical and surgical wards. The same was observed in the EuroOOPS (14) and the PREDYCES studies (19).

When evaluating different diseases, it is emphasized that cancer, respiratory problems, kidney disease, gastrointestinal or neurological conditions are associated with malnutrition in over 50% of cases by SGA. In non-cancer surgical pathology malnutrition prevalence was 29.1% and in trauma it was 34.2%. By using NRS, only neurological disorders, cancer, respiratory disease and trauma had a nutritional risk greater than 40%. This demonstrates the differences between the two methods.

In the univariate analysis, changes in usual weight was the most significant variable for estimated mortality risk, since those who lost more than 10% of normal weight had a 3.5 times higher risk of dying. The percentage of patients who had weight loss was higher than the one reported in other studies (29). Increased mortality was associated with a BMI < 18.5. In relation to BMI, our data showed the striking "protector" effect of overweight and obesity (BMI more than 25) for mortality. This paradoxical effect, known as inverse epidemiology, was initially described by Fleischmann in hemodialysis patients (31), and is also described in other

conditions such as heart failure (32) or chronic lung disease (33). In 2014, Prescott analyzed 14,044 obese patients who had severe sepsis concluding that obesity is associated with lower one-year mortality, with in-hospital mortality or similar to that found in our study, and that this condition increased the cost of health care (34). To our knowledge this epidemiological reverse effect had not been reported previously in a study of nutritional screening in hospitalized patients with assorted diseases.

The overall mortality rate reported for patients without nutritional risk (NRS) and well-nourished patients (SGA) is the same (0.93%). These results are consistent with those reported in other studies (14,15,38). Conversely, those with nutritional risk (NRS) have higher mortality (4.57%).

The NRS shows a progressive increase in mortality risk as the score increases, confirming that with a NRS of 0-2 patients are at no risk. Starting from 3, a significant increase in the risk of mortality is observed. This study reported a mortality risk ten times greater in patients who had risk of malnutrition with a NRS score of 5-7 (OR: 10.3, 95% CI 4.3-24.9). This suggests that considering the NRS as a continuous variable may increase the validity of the test. The NRS in surgical and medical wards also showed a significantly increased risk of mortality starting from a score of 3 and above. This increase was also observed in Intensive Care units but the mortality risk was not as high, probably because with these patients, many other variables are involved in the outcome besides nutritional status.

Length of stay (LOS) was higher in patients with moderate and severe malnutrition by SGA and in patients at nutritional risk using the NRS. These results agree with those found in the EuroOOPS (14) and PREDYCES (15) studies. Predictive factors for LOS were serum albumin, age and NRS. This is consistent with that reported by Villamayor (38), who maintains that serum albumin is known to have the capacity to predict mortality and LOS. It has been widely discussed in numerous studies that albumin is a good predictor of mortality in hospitalized patients (36,37). Another important finding of this study is that the risk of mortality increases progressively when serum albumin is below 2.5 g/dL rather than 3.5 g/dL, as traditionally considered.

One limitation of this study is the non-random selection method and the diversity of the participant population among the 12 countries, which does not represent the prevalence of malnutrition stratified by country. The effect of hospitalization on nutritional status was not assessed. Therefore, only prevalent but no incident cases of hospital malnutrition were determined. However, in our opinion, the large sample size and the heterogeneity of the studied population support the external validity of the study and, therefore, its applicability to similar populations.

In conclusion, the results of this study show that the frequency of malnutrition in the first days after admission to hospitals in 12 countries in Latin America is high, and that malnutrition is associated with a significant increase in mortality and LOS. The NRS is an adequate instrument for nutritional screening to early detect nutritional risk (which entails risk for mortality and prolonged hospital stay). NRS seems to have more impact on clinical practice when its results are used in a continuous rather than a

categorical form, as demonstrated in this study that the higher its value, the greater the risk. An NRS score greater than 5 and a serum albumin below 2.5 g/dL were the most significant variables associated with mortality and prolonged hospital stay in our study, also highlighting the protective effect of overweight and obesity.

ACKNOWLEDGMENTS

FELANPE acknowledges the researchers of each participant hospital, without their work this project would not have been possible. Argentina: Canicoba M, Mentucci M, Forciniti M. Chile: Carrasco F, Vidal J, Baeza S. Colombia: Muñoz N, Cárdenas D, Pareja D, Posadas C. Ecuador: Basconez A, Rodríguez D, Quiroga E. Guatemala: Solís B. Mexico: Díaz-Pizarro G JI, Ruy-Díaz R JA, Kimura O A, Díaz S, Flores D, Sánchez N V, López G, Gómez E, Quiroz A, Vargas J, Méndez Y, Galindo L, Rizo S, Apolinar E. Panama: Hesse S, Martínez J, Petterson K, Matos A, Vega N, Núñez X. Paraguay: Perrupato P, Ferreira A. Perú: Echenique S, Contreras G, Salas J, Rodríguez C, Suárez M, Placido J, Castillo C, Camapaza L, Apaza R. El Salvador: Novoa M, Noyola G, Gutiérrez J. Uruguay: Tihista S, Yaffé M. Venezuela: Baptista G.

REFERENCES

- Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is Subjective Global Assessment of Nutritional Status? *JPEN* 1987;11(1):8-13.
- Kyle UG, Kossovsky MP, Karsegard VL, Pichard C. Comparison of tools for nutritional assessment and screening at hospital admission: A population study. *Clin Nutr* 2006;25:409-17.
- Todorovic V, Russell C, Elia M. A guide to the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for adults. The British Association for Parenteral and Enteral Nutrition (BAPEN) 2003. Reviewed and reprinted in November 2011. ISBN 978-1-899467-71-6.
- Jensen GL, Mirtallo J, Compher C, Dhaliwal R, Forbes A, Grijalva RF, et al. Adult starvation and disease related malnutrition: A proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. *JPEN* 2010;34(2):156-159.
- Ulijaszek S, Kerr D. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* 1999;82:165-77.
- Kelly IE, Tessier S, Cahill A, Morris SE, Crumley A, McLaughlin D, et al. Still hungry in hospital: Identifying malnutrition in acute hospital admission. *J Med* 2000;93(2):93-8.
- Akner G, Cederholm T. Treatment of protein-energy malnutrition in chronic non-malignant disorders. *Am J Clin Nutr* 2001;74(1):6-24.
- Montejo JC, Culebras-Fernández J, García de Lorenzo, Mateos A. Recomendaciones para la valoración nutricional del paciente crítico. *Rev Med Chile* 2006;134:1049-56.
- Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN Guidelines for Nutrition Screening 2002. *Clin Nutr* 2003;22(4):415-21.
- Skipper A, Ferguson M, Thompson K, Castellanos V, Porcari J. Nutrition screening tools: An analysis of evidence. *JPEN* 2012;36(3):292-8.
- Amaral T, Matos L, Teixeira M, Tavares M, Alvares L, Antunes A. Undernutrition and associated factors among hospitalized patients. *Clin Nutr* 2010;29:580-5.
- Wysynski DF, Perman M, Crivelli A. Prevalence of hospital malnutrition in Argentina: Preliminary results of a population-based study. *Nutrition* 2003;19:115-9.
- Russell C, Elia M. Nutrition screening survey in the UK and the Republic of Ireland in 2011. A report by the British Association for Parenteral and Enteral Nutrition (BAPEN) 2012. <http://www.bapen.org.uk/pdfs/nsw/nsw-2011-report.pdf>
- Sorensen J, Kondrup J, Prokopowicz J, Schiesser M, Krähenühl L, Meier R, et al. EuroOOPS: An international multicentre study to implement nutritional risk screening and evaluate clinical outcome. *Clin Nutr* 2008;27:340-9.
- Álvarez J, Planas M, León M, García A, Celaya A, García P, et al. Prevalence and cost of malnutrition in hospitalized patients; the PREDyCES Study. *Nutr Hosp* 2012;27(4):1049-59.
- Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MI. Hospital malnutrition: The Brazilian national survey (IBRANUTRI); a study of 4000 patients. *Nutrition* 2001;17(7-8):573-80.
- Correia MI, Campos AC. The prevalence of hospital malnutrition in Latin America: The Multicenter ELAN Study. *Nutrition* 2003;19(19):823-5.
- Mueller C, Compher C, Druyan ME. The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) Board of Directors. ASPEN Clinical Guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention. *JPEN* 2011;35:16-24.
- Young A, Kidston S, Banks M, Mudge A, Isenring E. Malnutrition screening tools: Comparison against two validated nutrition assessment methods in older medical inpatients. *Nutrition* 2013;29(1):101-6.
- Poulia K, Yannakoulia M, Karageorgou D, Gamaletsou M, Panagiotakos D, Sipsas N, et al. Evaluation of efficacy of six nutritional screening tools to predict malnutrition in elderly. *Clin Nutr* 2012;31:378-85.
- Elia M, Stratton R. Considerations for screening tool selection and role of predictive and concurrent validity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011;14:425-33.
- Mascarenhas M, August D, DeLegge M, Gramlich L, Iyer K, Patel V, et al. Standards of practice for nutrition support physicians. *NCP* 2012;27(2):295-9.
- Giménez C, Miranda Torrinas R, Cecconello I, Waitzberg D. Selection of top 10 quality indicators for nutrition therapy. *NCP* 2012;27(2):261-7.
- National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Nutrition Support Adults. Clinical Guide 32; 2006.
- Charney P. Nutrition screening vs nutrition assessment: How do they differ? *NCP* 2008;23(4):366-72.
- Elia M, Stratton R. Consideration for screening tool selection and role of predictive and concurrent validity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011;14:425-33.
- Barbosa-Silva M, Barros A. Indication and limitation of the use of subjective global assessment in clinical practice: An update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006;9:263-9.
- Barbosa-Silva M. Subjective and objective nutritional assessment methods: What do they assess? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:248-54.
- Hiesmayr M, Schindler K, Pernicka E, Schuh C, Schoeniger-Hekele A, Bauer P, et al. Decreased food intake is a risk factor for mortality in hospitalized patients: The Nutrition Day survey 2006. *Clin Nutr* 2009;28:484-91.
- Ray DE, Matchett SC, Baker K, Wasser T, Young MJ. The effect of body mass index on patient outcomes in a Medical ICU. *Chest* 2005;127(6):2125-31.
- Fleischmann E, Teal N, Dudley J, May W, Bowe J, Salahudeen A. Influence of excess weight on mortality and hospital stay in 1,346 hemodialysis patients. *Kidney International* 1999;55:1560-7.
- Horwich T, Fonarow G, Hamilton M, MacLellan W, Woo M, Tillisch J. The relationship between obesity and mortality in patient with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2001;38(3):789-95.
- Marti S, Muñoz X, Rios J, Morell F, Ferrer J. Body weight and comorbidity predictor mortality in COPD patients treated with oxygen therapy. *Eur Respir* 2006;27:689-96.
- Prescott H, Chang V, O'Brien J, Langa K, Iwashyna T. Obesity and 1-year outcomes in older Americans with severe sepsis. *Crit Care Med* 2014;42:1766-74.
- Reinhardt G, Myscowski J, Wilkens D, Dobrin P, Mangan J, Stannard R. Incidence and mortality of hypo-albuminemic patients in hospitalized veterans. *JPEN* 1980;4(4):357-9.
- Kudsk K, Tolley E, DeWitt Ch, Janu P, Blackwell A, Yeary S, et al. Preoperative albumin and surgical site identify surgical risk for major post-operative complication. *JPEN* 2003;27(1):1-9A.
- Correia MITD, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr* 2003;22(3):235-9.
- Villamayor L, Llimera G, Vidal J, González C, Iniesta C, Mira M, et al. Valoración nutricional al ingreso hospitalario: iniciación al estudio por distintas metodologías. *Nutr Hosp* 2006;21(2):163-72.
- Waitzberg D, Correia MI, Echenique M, Ize-Lamache L, Kehr Soto J, Mijares JM, et al. Total nutritional therapy. A nutrition education program for physicians. *Nutr Hosp* 2004;19(1):28-3.
- Leandro-Mehri VA, Díez-García RW, Monaco DV, Márquez de Oliveira RM. Comparación del estado nutricional, consumo alimenticio y tiempo de hospitalización de pacientes en dos hospitales, uno público y otro privado. *Nutr Hosp* 2006;21(6):32-7.
- Olivares J, Ayala L, Salas-Salvado J, Muñoz J, Gamundí A, Martínez-Indart L, et al. Assessment of risk factors and test performance on malnutrition prevalence at admission using four different screening tools. *Nutr Hosp* 2014;29(3):674-80.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Dietary patterns are associated with calcium and vitamin D intake in an adult Mexican population

Asociación entre los patrones dietarios y el consumo de calcio y vitamina D en población adulta mexicana

Edgar Denova-Gutiérrez¹, Patricia Clark^{1,2}, Paloma Muñoz-Aguirre³, Mario Flores⁴, Juan O. Talavera⁵, Laura Gabriela Chico-Barba⁶, Rodolfo Rivas⁵, Paula Ramírez³ and Jorge Salmerón^{3,7}

¹Clinical Epidemiology Unit. Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ciudad de México, México. ²School of Medicine. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. ³Unit of Epidemiologic Research and Health Services. Instituto Mexicano del Seguro Social. Cuernavaca, Morelos, México. ⁴Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México. ⁵Unit of Medical Research on Clinical Epidemiology. Centro Médico Nacional Siglo XXI. Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México, México. ⁶Departament of Nutrition. Research on Community Intervention. Instituto Nacional de Perinatología. Ciudad de México, México. ⁷Research Centre on Population Health. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México

Abstract

Introduction: Nutrition research has traditionally promoted a nutrient-based approach; however, to evaluate population compliance with dietary recommendations, researchers have increasingly used dietary pattern analysis.

Objective: To assess the relationship between dietary patterns and vitamin D and calcium intake in an adult Mexican population.

Methods: We characterized the dietary patterns of 8,456 men and women aged 20-80 years who were participating in the Health Workers Cohort Study. Information on participants' sociodemographic conditions and physical activity was collected via self-administered questionnaires. A food frequency questionnaire was used to assess diet. In a cross-sectional analysis, we examined dietary patterns in relation to vitamin D and calcium consumption.

Results: Factor analysis revealed 3 major dietary patterns. Pattern 1, labeled as "prudent pattern", was characterized by high positive loads for the consumption of fresh vegetables, fresh fruits, whole grains, oils, and legumes. The second dietary pattern, named as "dairy and fish pattern", was positively correlated with intake of dairy foods, fish and other seafood, milk and whole grains. Finally, dietary pattern 3 was associated with higher intake of red meat, soft drinks, fats, eggs, white meat and alcoholic beverages. Of these, the "dairy and fish pattern" was positively and significantly associated with vitamin D and calcium consumption ($r = 0.42$, $p < 0.001$; and $r = 0.20$, $p < 0.001$ respectively). Conversely, the third dietary pattern was negatively associated with vitamin D and calcium intake ($r = -0.28$, $p < 0.001$; and $r = -0.41$, $p < 0.001$, respectively).

Conclusions: In summary, our findings show that dietary patterns represented by high consumption of milk, dairy products, whole grains, fish are associated with higher consumption of vitamin D and calcium in Mexican adult population. Additionally, our results highlight the importance of following an appropriate dietary pattern to achieve adequate consumption of nutrients.

Key words:

Dietary patterns.
Factor analysis.
Health workers cohort study. Calcium.
Vitamin D.

Resumen

Introducción: tradicionalmente, la investigación en nutrición ha promovido un abordaje basado en el análisis de nutrientes; sin embargo, más recientemente el análisis de patrones dietarios ha sido ampliamente utilizado para evaluar el apego de la población a las recomendaciones dietéticas.

Objetivo: evaluar la asociación entre los patrones dietarios y el consumo de calcio y vitamina D en población adulta mexicana.

Métodos: se derivaron patrones dietarios de 8.456 hombres y mujeres de 20-80 años de edad participantes de la Cohorte de Trabajadores de la Salud. La información sociodemográfica y de actividad física fue recolectada mediante cuestionarios autoadministrados. Para evaluar la información dietética, se utilizó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.

Resultados: mediante análisis factorial se derivaron tres patrones dietarios. El patrón 1, etiquetado como "patrón prudente", estuvo caracterizado por alto consumo de verduras frescas, frutas frescas, granos integrales, aceites y leguminosas. El segundo patrón, denominado "patrón de lácteos y pescado", fue positivamente correlacionado con ingesta de productos lácteos, pescado, leche y granos integrales. Finalmente, el tercer patrón dietario se asoció con alta ingesta de carnes rojas, bebidas azucaradas, grasas, huevos, pan blanco y bebidas alcohólicas. El patrón de lácteos y pescado se asoció positivamente con el consumo de vitamina D y calcio ($r = 0.42$, $p < 0.001$; $r = 0.20$, $p < 0.001$, respectivamente). Por último, el tercer patrón se asoció inversamente con el consumo de vitamina D y calcio ($r = -0.28$, $p < 0.001$; $r = -0.41$, $p < 0.001$ respectivamente).

Conclusión: nuestros hallazgos muestran que el patrón representado por un alto consumo de leche, productos lácteos, granos enteros y pescado está asociado con un mayor consumo de vitamina D y calcio en población adulta mexicana. Adicionalmente, nuestros resultados resaltan la importancia de seguir un patrón dietario apropiado para lograr un adecuado consumo de nutrientes.

Palabras clave:

Patrones dietarios.
Análisis factorial.
Cohorte de trabajadores de la salud. Calcio.
Vitamina D.

Received: 04/12/2015

Accepted: 17/02/2016

Denova-Gutiérrez E, Clark P, Muñoz-Aguirre P, Flores M, Talavera JO, Chico-Barba LG, Rivas R, Ramírez P, Salmerón J. Dietary patterns are associated with calcium and vitamin D intake in an adult Mexican population. Nutr Hosp 2016;33:663-670

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.276>

Correspondence:

Patricia Clark. Clinical Epidemiology Unit. Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ciudad de México, México
e-mail: patriciaclark@prodigy.net.mx

INTRODUCTION

Vitamin D and calcium are two important nutrients related primarily to bone health, but also with a variety of other diseases and health conditions (1). The main dietary sources of vitamin D and calcium are tuna, salmon, sardines, and dairy foods (2). Information regarding individual nutrients has been reported through the National Survey of Health and Nutrition 2006 (3,4). This survey shows that Mexican population has a suboptimal intake of calcium in all age groups. However, no information regarding vitamin D consumption is reported in the survey (3,4).

Traditionally, nutrition research has promoted a reductionist approach, focusing on intake of single nutrients as assessed with diet surveys (5,6). However, dietary pattern analyses have become more frequent in order to evaluate which populations are and are not complying with dietary recommendations (7). Dietary patterns are combinations of nutrients, foods and other dietary components which reflect a population's eating habits. Analyzing the intake of these patterns rather than single nutrients is useful because it more accurately accounts for the fact that humans eat complex meals and thus experience the interaction of multiple nutrients (8,9). This approach can also reveal relationships between diet and disease that are useful for the planning and execution of disease-prevention and healthy eating programs (10).

The relationships between dietary patterns and disease risks have been examined in many world regions, using statistical techniques such as factor analysis and cluster analysis to identify patterns (7,10,11). Prior research from Mexico has identified an association between specific dietary patterns and the presence of obesity (12,13), metabolic syndrome (9), insulin resistance (14), and gastric cancer (15). However, to date there are no reports on the relationship between dietary patterns and intake of specific nutrients, in Mexico or elsewhere. Therefore, the aim of this research is to examine the relationship between dietary patterns and vitamin D and calcium intake in an adult Mexican population.

METHODS

PARTICIPANTS AND STUDY DESIGN

A cross-sectional analysis was carried out using data from participants in the baseline assessment of the Health Workers Cohort Study (HWCS). The details of the study design and methodology and baseline characteristics of the study population have been described previously (16). Briefly, the HWCS is a cohort study focusing on lifestyle and chronic diseases. It was initiated in 2004 with the enrollment of 10,769 employees and their relatives from 3 health and academic institutions in Morelos and Mexico states in Mexico. For the present analysis we excluded: a) participants < 20 or > 80 years ($n = 1,557$); b) participants with more than 10% blank items on their food intake information ($n = 642$); and c) participants with outlier daily energy intake values (outside the 600–7,000 kcal range) ($n = 114$) as assessed with the standard

deviation method (17). A total of 8,456 participants (2,590 men and 5,866 women) were included in our final analysis.

This study was managed according to the Declaration of Helsinki guidelines. The ethics committees of all participating institutions (Comité de Ética e Investigación, Instituto Mexicano del Seguro Social, no. 12CEI0900614; Comité de Ética e Investigación, Instituto Nacional de Salud Pública, no. 13CEI1700736; Comité de Ética, Centro de Investigación en Ciencias Médicas, no. 1233008X0236) reviewed and approved the study protocol and informed consent forms.

DATA COLLECTION

After participants provided written informed consent, a self-administered questionnaire was used to collect information on participants' sociodemographic characteristics (*e.g.*, age, sex and education), medical history and lifestyle, including diet and consumption of alcohol and tobacco.

Physical activity level was determined using a survey that was also used in similar follow-up studies (18). Participants reported the amount of time they spent each week on activities such as running and walking during a typical week in the previous year. Each activity was given a value in metabolic equivalent tasks (METs) and total METs/week was computed. Details of the measurement of physical activity are published elsewhere (19).

Body weight was measured with a previously calibrated electronic scale (model BC-533; Tanita, Tokyo, Japan), with participants wearing minimal clothing and no shoes. Height was measured using a conventional stadiometer (SECA brand), on barefoot subjects standing with their shoulders in a normal position; measurements were taken with the tape in a horizontal plane perpendicular to the vertical scale, touching the top of the head at the moment of inspiration. Body mass index (BMI) was computed as a ratio of weight in kilograms divided by height in meters squared. The definition for normal weight was $BMI \geq 18.5$ and < 25.0 , participants with $BMI \geq 25.0$ - < 30.0 were classified as overweight, and those with $BMI \geq 30.0$ were classified as obese.

VITAMIN D AND CALCIUM INTAKE

A semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ) was used to assess diet, energy and nutrient intake (20). The FFQ was validated by being administered twice, at a 1-year interval, to 134 women residing in Mexico City; the results were then compared with those from a set of 4 recall tests given at 3-month intervals. The questionnaire includes data describing the frequency of consumption of 116 foods during the previous year. The frequency of consumption reported for each food was converted to portions per day. In order to calculate the consumption of energy (kcal/day), the daily frequency of consumption (portions/day) of each food was multiplied by the food's energy content (obtained from a database of food contents) (21).

Vitamin D and calcium intakes were computed by multiplying the frequency of consumption of each food by the nutrient content

of the specified portions. Composition values for dietary vitamin D and calcium were obtained using a database of food contents (21). Use of specific brands and types of multivitamins was determined by asking current users about weekly number of multivitamins taken. This information was included in the total vitamin D and calcium consumption calculation.

DIETARY PATTERN DERIVATION

Energy consumed from each food was converted into a proportion of the total consumption of energy per day and was subsequently standardized using *Z* scores (22,23). The foods and beverages on the questionnaire were categorized into 22 food groups that were used as the basis for the dietary pattern derivation. In short, the criteria for assigning a food to a particular food group were similarity of nutrient content (*e.g.*, fats, proteins, carbohydrates) or proportion of dietary fiber. Other groups were classified based on their profile of fats (*e.g.*, vegetable oils). Finally, some individual foods were considered to be groups in themselves because of their unique nutritional composition and/or because of the frequency with which they were consumed (*e.g.*, corn tortillas and Mexican foods, potatoes, eggs, tomato juice) (Supplemental information; <http://www.nutricionhospitalaria.org/nutricion-hospitalaria-vol-33-no-3-contenido-adicional/>).

In order to derive the dietary patterns and to determine the factorial loads of each of the 22 groups, a factorial analysis of the main components was used (22,23). The factors were orthogonally rotated (varimax rotation) in order to keep them uncorrelated and to improve their interpretation. Factors with an eigenvalue above 1.5 were retained after the assessment of eigenvalues, graphic analysis and interpretability. Each factor was defined by a subset of at least 5 food groups with an absolute ≥ 0.2 load factor (considering that ≥ 0.2 load factors contributed significantly to the dietary pattern) as suggested in previous analyses (9,13-15,22). The factor scores for each dietary pattern were estimated by adding the consumption of the food groups weighted by their load factor, and each participant received a factorial score for each of the identified patterns.

STATISTICAL ANALYSIS

We performed a descriptive analysis of the principal characteristics (*e.g.*, age, sex, BMI) of the study population across each of the dietary patterns grouped into tertiles. Continuous variables are presented as means and standard deviations and categorical variables as percentages and 95% confidence intervals. To investigate differences in participants' characteristics, we compared continuous variables using ANOVA tests. Finally, categorical variables were tested using Chi-square tests.

Correlations between dietary pattern scores and nutrient intake (vitamin D or calcium) were calculated with partial Pearson's correlations, including age (years), sex, total energy intake (kcal/day) and multivitamin use as covariates.

All the *p* values shown are two-tailed; a *p* value < 0.05 was considered to be statistically significant. All statistical analyses

were carried out using the statistical software Stata, version 13.0 (StataCorp, College Station, TX, USA).

RESULTS

Factor loads for the dietary patterns identified by principal component analysis, which represents correlation coefficients between food groups and dietary patterns, are shown in table I. Factor analysis revealed three major dietary patterns. Pattern 1, labeled as "prudent pattern", was characterized by high positive loads for the consumption of fresh vegetables, fresh fruits, whole grains, oils, and legumes. The second dietary pattern, named as "dairy and fish pattern", was most strongly and positively correlated with intake of dairy foods, fish and other seafood, milk and whole grains, and negatively associated with consumption of legumes and soft drinks. Finally, dietary pattern 3, which we defined as "refined foods pattern", was associated with higher intake of red meat, soft drinks, fats, eggs, white meat and alcoholic beverages, and low intake of milk and fresh fruits. Together these patterns account for 26.2% of the total variance in food intake (10.0% by dietary pattern 1, 8.2% by pattern 2, and 8.0% by dietary pattern 3).

We found a total mean daily vitamin D intake of 241 UI in men and 251 UI in women. In the whole group, the total mean daily intake of calcium was 1,071 mg/day in women and a total mean daily calcium intake of 1,052 mg/day in men (data not shown).

Individuals with higher scores on the first dietary pattern tended to be older, smoke less, and consume less energy, vitamin D, and calcium. Furthermore, compared with participants in the lowest tertile, those in the highest tertile of the prudent pattern had a higher prevalence of obesity ($p = 0.08$) and multivitamin use ($p < 0.001$). In contrast, participants with high scores in the dairy and fish dietary pattern were significantly younger, smoked less, and consumed fewer multivitamins. Compared with those in the lowest tertile, participants in the upper tertile of dairy and fish pattern had higher intake of vitamin D ($p < 0.001$) and calcium ($p < 0.001$), and were more physically active and less likely to be obese. Lastly, those subjects in the highest tertile of the refined foods pattern were younger, had higher BMIs, and a higher prevalence of obesity compared with participants in the lowest tertile of the refined foods dietary pattern. They also had lower intakes of energy, vitamin D, and calcium (Table II).

In general, compared with those in the lowest tertile, participants in the upper tertile of the dairy and fish dietary pattern had higher intakes of skim milk, yogurt, dairy foods and fish. Participants with high scores in the prudent dietary pattern had lower consumption of whole milk, skim milk, cheese and yogurt than those in the lowest tertile of the prudent dietary pattern. Participants in the upper tertile of refined foods dietary pattern had lower intakes of different kinds of milk and dairy products (cheese and yogurt) than those in the lowest tertile of the refined foods dietary pattern (Table III).

Table IV presents Pearson's correlation coefficients between dietary patterns and vitamin D and calcium consumption. After

Table I. Factor-loading matrix for three major dietary patterns* identified by principal component analysis

<i>Food groups</i>	Prudent dietary pattern	Dairy and fish dietary pattern	Refined foods dietary pattern
	<i>Factor loading</i>	<i>Factor loading</i>	<i>Factor loading</i>
Corn tortilla and Mexican food	---	-0.65	---
Whole grains	0.26	0.40	---
Refined grains	-0.55	---	---
Fresh vegetables	0.69	---	---
Tomato	0.52	-0.24	---
Potatoes	0.35	---	---
Fresh fruits	0.55	---	-0.28
Sugar and sweets	---	---	---
Soft drinks	-0.24	-0.35	0.35
Other sweetened	---	---	-0.23
Other beverages	---	---	-0.38
Alcoholic beverages	---	---	0.28
Eggs	---	---	0.34
White meat	---	---	0.20
Red meat	---	---	0.68
Processed meat	---	---	---
Fish and other sea food	---	0.39	---
Milk	---	0.32	-0.38
Dairy foods	---	0.57	---
Legumes	0.33	-0.42	---
Oils	0.41	---	---
Other fats	---	---	0.50
Eigenvalue	2.3	1.6	1.5
Variance explained (%) [†]	10.0	8.2	8.0

*Values < 0.2 were excluded for simplicity. [†]The 3 factors explained 26.2% of the total variance.

adjusting for age (years), sex, total energy intake (kcal/day), and multivitamin use (yes or no), dairy and fish dietary pattern was positively and significantly associated with vitamin D consumption ($r = 0.42$, $p < 0.001$) and calcium intake ($r = 0.20$, $p < 0.001$). Conversely, refined foods dietary pattern was negatively associated with vitamin D and calcium intake ($r = -0.28$, $p < 0.001$; and $r = -0.41$, $p < 0.001$ for vitamin D and calcium respectively).

DISCUSSION

Using factor analysis, we found three major dietary patterns in this adult Mexican population. Of these, dairy and fish dietary pattern, characterized by high consumption of skim milk, dairy products, whole grains, fish and other seafood, and low con-

sumption of soft drinks, was positively and significantly correlated with higher consumption of vitamin D and calcium. Conversely, refined foods dietary pattern, characterized by positive loads of soft drinks, alcoholic beverages, meats, eggs and fats and negative loads of milk and fresh fruits, was negatively correlated with calcium and vitamin D intake.

Interestingly, some characteristics of the dairy and fish pattern group might include them in a healthier style of life. They were in average significantly younger, with a lower percentage of smokers and a lower percentage of individuals taking multivitamins (we might infer that most of the nutrients were coming from the diet). Furthermore, in the highest tertile of this group, an association was found with less percentage of obese individuals and a higher level of physical activity. A recent study in Mexico reported that individuals younger than 45 years old had a higher perception risk of developing certain diseases, including osteoporosis, than older

Table II. Characteristics of study participant by tertile (T) categories of dietary patterns

	Prudent dietary pattern				Dairy and fish dietary pattern				Refined foods dietary pattern			
	T1	T2	T3	p [‡]	T1	T2	T3	p [‡]	T1	T2	T3	p [‡]
	n = 2,819	n = 2,819	n = 2,818		n = 2,819	n = 2,819	n = 2,818		n = 2,819	n = 2,819	n = 2,818	
Women (%; 95% CI)*	58 (56-60)	70 (68-71)	81 (79-82)	< 0.001	62 (60-64)	68 (66-70)	78 (76-79)	< 0.001	78 (76-79)	70 (68-71)	60 (59-62)	< 0.001
Age (years)	40.1 (13.3)	42.8 (13.5)	45.7 (13.8)	< 0.001	44.2 (14.2)	42.8 (13.6)	41.6 (13.3)	< 0.001	45.5 (14.6)	42.0 (13.2)	41.0 (12.9)	< 0.001
Body mass index (kg/m ²)	26.5 (4.5)	26.7 (5.4)	26.9 (4.5)	0.009	27.1 (4.5)	26.6 (4.4)	26.3 (5.5)	< 0.001	26.4 (4.3)	26.7 (5.5)	26.9 (4.6)	0.001
Overweight/obese (%; 95% CI) [†]	56 (54-58)	58 (56-60)	60 (58-61)	0.08	64 (62-66)	58 (56-60)	52 (50-54)	< 0.001	57 (55-59)	58 (56-59)	60 (58-62)	0.004
Physical activity (mets/week)	146.1 (60.2)	148.9 (63.4)	151.0 (67.9)	0.01	145.3 (65.3)	149.2 (64.1)	151.5 (62.2)	0.001	148.0 (66.4)	150.5 (63.5)	147.5 (61.8)	0.17
Smoking status (%; 95% CI)												
Current smoker	26 (24-27)	19 (18-21)	15 (14-17)	< 0.001	22 (21-24)	18 (17-20)	19 (18-21)	0.30	14 (13-15)	19 (18-21)	27 (25-29)	< 0.001
Ex-smoker	27 (25-28)	26 (24-28)	26 (24-28)	0.86	25 (24-27)	27 (25-28)	27 (25-28)	0.38	26 (24-27)	26 (24-28)	27 (25-29)	0.46
Never smoked	48 (46-50)	55 (53-57)	59 (57-61)	< 0.001	53 (51-54)	55 (53-57)	54 (52-56)	0.31	61 (59-63)	55 (53-56)	46 (44-48)	< 0.001
Multivitamin use (%; 95% CI)												
Yes	32 (30-33)	36 (34-38)	39 (37-41)	< 0.001	41 (39-42)	35 (33-36)	31 (30-33)	< 0.001	37 (35-39)	36 (34-38)	34 (32-36)	0.06
Dietary intake												
Energy (kcal/day)	2,280 (932)	2,204 (889)	2,151 (948)	< 0.001	2,107 (877)	2,291 (906)	2,238 (980)	< 0.001	2,386 (956)	2,192 (897)	2,057 (892)	< 0.001
Carbohydrate (% energy)	58.6 (8.1)	60.1 (8.2)	63.1 (9.5)	< 0.001	62.7 (7.8)	61.2 (8.5)	58.0 (9.5)	< 0.001	65.7 (8.1)	61.4 (6.6)	54.7 (8.0)	< 0.001
Protein (% energy)	14.1 (2.6)	14.5 (2.6)	14.4 (2.8)	< 0.001	13.6 (2.3)	14.0 (2.4)	15.2 (3.0)	< 0.001	13.5 (2.6)	14.0 (2.2)	15.4 (2.8)	< 0.001
Total fat (% energy)	27.3 (6.9)	25.4 (6.8)	22.5 (7.8)	< 0.001	23.6 (6.7)	24.8 (7.2)	26.8 (8.0)	< 0.001	20.8 (6.9)	24.5 (5.8)	29.8 (6.7)	< 0.001
Vitamin D (IU/day)	265 (191)	245 (163)	234 (174)	< 0.001	167 (116)	249 (148)	328 (213)	< 0.001	315 (195)	234 (149)	195 (162)	< 0.001
Calcium (mg/day)	1,119 (612)	1,055 (537)	1,023 (556)	< 0.001	921 (450)	1,094 (551)	1,183 (659)	< 0.001	1,358 (646)	1,026 (486)	813 (414)	< 0.001

*Values are mean (SD) for continuous variables and percentage (95% CI) for categorical variables; †Overweight/obese was defined as BMI ≥ 25 kg/m²; ‡ANOVA for continuous variables or Chi-square tests for categorical variables.

individuals. Younger people being more aware of disease might be one explanation for adopting a healthier lifestyle (24).

We found that our study population on average consumed less calcium and vitamin D than the recommended daily allowance (25). Thus, approximately 56% of men and women had inadequate consumption of calcium, and approximately 96% had inadequate intake of vitamin D. In addition, a recent study conducted in the central area of Mexico suggests that these findings are similar to those observed in another adult population from central Mexico, in which 43.5% of the population experienced vitamin D deficiency (< 50 nmol/L or < 20 ng/mL) (26), as well as throughout North America (27,28). For example, Bailey et al. (27) found that 95% of women and 96% of men in the US had inadequate consumption of vitamin D, while 44% of men and 70% of women aged 31-50 years had inadequate intake of calcium. The inadequate consumption of vitamin D in the diet is explained easily since vitamin D is found only in few foods, and in those it appears in low amounts.

Some limitations are inherent to the present study. Even though the food frequency questionnaire is a standard method for collecting information on dietary consumption, estimates originated from this instrument are not free from errors. However, in a recent study, Denova et al. found a reasonable comparability between the FFQ and 24-hour dietary recalls in typifying dietary patterns, supporting the utility of FFQs for assessing dietary patterns in adult Mexican populations (29). Principal component analysis, a form of exploratory factor analysis used to identify dietary patterns, has some weaknesses related to methodological variation including food grouping, number of food groups used in factor analysis, number of factors and the rotation employed, which could affect the interpretation of findings (30). In addition, dietary pattern analysis has been critiqued because, since factors are derived from the eating habits of the population under study, significant differences are observed between dietary patterns of individuals from different cultures, geographic locations and races which, in the other hand, might be as well an advantage since it reflects a particular population. In the present study, the participants in this cohort are adults from a specific segment of the Mexican population: working class, seemingly healthy individuals. While these adults cannot be considered to be representative of the Mexican adult population as a whole, they may be considered as representative of middle to low income adults from the mega polis of Mexico representing near one fourth of the Mexican population.

In conclusion, findings from this study show that the dairy and fish dietary pattern represented by high consumption of skim milk, dairy products (mainly cheese and yogurt), whole grains, fish and seafood (Table III) is associated with higher consumption of vitamin D and calcium in an adult Mexican population and with a healthier lifestyle pattern. Despite the fact that a diet high in dairy would also be high in saturated fats and thus contravene dietary recommendations (31), our data suggest that in a particular dietary pattern moderate consumption of skim milk and other dairy products could improve intake of calcium and vitamin D. Overall, our results highlight the importance of following an appropriate dietary pattern to achieve adequate consumption of nutrients.

Table III. Consumption (servings/day) of main foods serving as sources of vitamin D and calcium by tertile (T) categories of dietary patterns

	Prudent dietary pattern				Dairy and fish dietary pattern				Refined foods dietary pattern			
	T1 <i>n</i> = 2,819	T2 <i>n</i> = 2,819	T3 <i>n</i> = 2,818	<i>p</i> [†]	T1 <i>n</i> = 2,819	T2 <i>n</i> = 2,819	T3 <i>n</i> = 2,818	<i>p</i> [†]	T1 <i>n</i> = 2,819	T2 <i>n</i> = 2,819	T3 <i>n</i> = 2,818	<i>p</i> [†]
Whole milk (servings/day)*	0.68 (1.02)	0.50 (0.78)	0.34 (0.65)	< 0.001	0.36 (0.58)	0.55 (0.81)	0.66 (1.04)	< 0.001	0.76 (1.12)	0.45 (0.69)	0.30 (0.52)	< 0.001
Skim milk 2% (servings/day)	0.35 (0.80)	0.23 (0.61)	0.19 (0.51)	< 0.001	0.11 (0.36)	0.24 (0.58)	0.43 (0.87)	< 0.001	0.41 (0.87)	0.24 (0.59)	0.12 (0.35)	< 0.001
Skim milk 1% (servings/day)	0.27 (0.71)	0.29 (0.70)	0.31 (0.66)	< 0.001	0.15 (0.43)	0.28 (0.64)	0.45 (0.88)	< 0.001	0.44 (0.90)	0.28 (0.63)	0.15 (0.42)	< 0.001
Cheese (servings/day)	0.79 (1.12)	0.75 (1.07)	0.71 (0.90)	< 0.001	0.40 (0.48)	0.66 (0.64)	1.19 (1.50)	< 0.001	0.60 (0.74)	0.80 (1.13)	0.84 (1.16)	< 0.001
Yogurt (servings/day)	0.25 (0.48)	0.32 (0.48)	0.35 (0.52)	< 0.001	0.14 (0.23)	0.27 (0.35)	0.51 (0.70)	0.001	0.30 (0.47)	0.32 (0.51)	0.29 (0.51)	0.09
Fresh fish (servings/day)	0.06 (0.10)	0.08 (0.11)	0.10 (0.18)	< 0.001	0.05 (0.07)	0.10 (0.10)	0.22 (0.29)	< 0.001	0.07 (0.11)	0.08 (0.11)	0.09 (0.18)	< 0.001
Canned tuna fish (servings/day)	0.08 (0.12)	0.10 (0.13)	0.12 (0.19)	< 0.001	0.06 (0.06)	0.14 (0.19)	0.25 (0.32)	< 0.001	0.06 (0.07)	0.10 (0.13)	0.13 (0.21)	< 0.001
Sardines (servings/day)	0.02 (0.04)	0.02 (0.06)	0.04 (0.41)	< 0.001	0.01 (0.03)	0.02 (0.05)	0.06 (0.51)	< 0.001	0.02 (0.04)	0.02 (0.04)	0.04 (0.40)	< 0.001

*Values are mean (SD). †ANOVA.

Table IV. Correlation coefficients* among dietary patterns factor scores and nutrient intakes

Nutrient	Dietary patterns					
	<i>Prudent dietary pattern</i>		<i>Dairy and fish dietary pattern</i>		<i>Refined foods dietary pattern</i>	
	r	p-value	r	p-value	R	p-value
Vitamin D (IU/day)	-0.09	< 0.001	0.42	< 0.001	-0.28	< 0.001
Calcium (mg/day)	-0.07	< 0.001	0.20	< 0.001	-0.41	< 0.001

*Correlation coefficients were calculated using partial Pearson correlation analysis adjusting for: age (years), sex, total energy intake (kcal/day), and multivitamin use (yes or no).

Nutrients should come primarily from foods; however, dietary supplements or fortified foods may be useful for increasing intake of a specific vitamin or mineral, and in this case vitamin D will be a desirable fortification in the light of the epidemics of vitamin D deficiency over the world. For this reason, the food industry could increase the levels of vitamin D and calcium added to certain foods, in order to improve the consumption of these nutrients in the Mexican population.

More observational dietary patterns research, such as studies of how close the population is to meeting key dietary guidelines, is needed. Such studies are important bases for dietary recommendations, government programs, and negotiations with industry that can help Mexican people to achieve certain dietary recommendations and healthy food choices. Such research could also lay the groundwork for large scale primary prevention trials focused on dietary patterns and healthy food choices that would allow us to evaluate which aspects of the population's diet are closest to their targets and which need improvement. In this regard, funding should be increased for intervention trials involving multiple dietary changes. Additionally, research is needed to increase understanding of the implications of dietary patterns identified in our population for bone health.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (grant: 87783, and grant: 7876), Instituto Mexicano del Seguro Social, and Pfizer (unrestricted grant).

The authors are grateful to Emily Wentzell, Ph.D., for improving the manuscript with her editorial work.

REFERENCES

- Autier P, Boniol M, Pizot C, Mullie P. Vitamin D status and ill health: A systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014;2:76-89.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2011): USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. Nutrient Data Laboratory. In: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García-Guerra A, et al. Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Publica Mex* 2009;51(Suppl. 4):S540-S550.
- Baqueria S, Hernández-Barrera L, Campos-Nonato I, Espinosa J, Flores M, J AB, et al. Energy and nutrient consumption in adults: Analysis of the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Publica Mex* 2009;51(Suppl. 4):S562-S573.
- Messina M, Lampe JW, Birt DF, Appel LJ, Pivonka E, Berry B, et al. Reductionism and the narrowing nutrition perspective: Time for reevaluation and emphasis on food synergy. *J Am Diet Assoc* 2001;101:1416-9.
- Jacobs DR, Steffen LM. Nutrients, foods, and dietary patterns as exposure in research: A framework for food synergy. *Am J Clin Nutr* 2003;78(Suppl. 3):508S-513S.
- Tucker KL. Dietary patterns, approaches, and multicultural perspective. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35:211-8.
- Hu FB. Dietary pattern analysis: A new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13:3-9.
- Denova-Gutiérrez E, Castañón S, Talavera JO, Gallegos-Carrillo K, Flores M, Dosamantes-Carrasco D, et al. Dietary patterns are associated with metabolic syndrome in an urban Mexican population. *J Nutr* 2010;140:1855-63.
- Jacques PF, Tucker KL. Are dietary patterns useful for understanding the role of diet and chronic disease? *Am J Clin Nutr* 2001;73:1-2.
- Ciprián D, Navarrete-Muñoz EM, García de la Hera M, Giménez-Monzo D, González-Palacios S, Quiles J, Vioque J. Patrón de dieta mediterránea y occidental en población adulta de un área mediterránea: Un análisis clúster. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1741-9.
- Flores M, Macías N, Rivera M, Lozada A, Barquera S, Rivera-Dommarco J, et al. Dietary patterns in Mexican adults are associated with risk of being overweight or obese. *J Nutr* 2010;140:1869-73.
- Denova-Gutiérrez E, Castañón S, Talavera JO, Flores M, Macías N, Rodríguez-Ramírez S, et al. Dietary patterns are associated with different indexes of adiposity and obesity in an urban Mexican population. *J Nutr* 2011;141:921-7.
- Romero-Polvo A, Denova-Gutiérrez E, Rivera-Paredes B, Castañón S, Gallegos-Carrillo K, Halley-Castillo E, et al. Association between dietary patterns and insulin resistance in Mexican children and adolescents. *Ann Nutr Metab* 2012;61:142-50.
- Denova-Gutiérrez E, Hernández-Ramírez R, López-Carrillo L. Dietary patterns and gastric cancer risk in Mexico. *Nutr Cancer* 2014;66:366-76.
- Denova-Gutiérrez E, Huitrón-Bravo G, Talavera JO, Castañón S, Gallegos-Carrillo K, Flores Y, et al. Dietary glycemic index, dietary glycemic load, blood lipids, and coronary heart disease. *J Nutr Metab* 2010;pii:170680. DOI:10.1155/2010/170680.
- Rosner B. Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure. *Technometrics* 1983;25:165-72.
- Martínez-González MA, López-Fontana C, Varo JJ, Sánchez-Villegas A, Martínez JA. Validation of the Spanish version of the physical activity questionnaire used in the Nurses' Health Study and the Health Professionals' Follow-up Study. *Public Health Nutr* 2005;8:920-7.
- Méndez-Hernández P, Flores Y, Siani C, Lamure M, Dosamantes-Carrasco LD, Halley-Castillo E, et al. Physical activity and risk of metabolic syndrome in an urban Mexican cohort. *BMC Public Health* 2009;9:276.
- Hernández-Ávila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Ávila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud Pública Mex* 1998;40:133-40.
- Hernández-Ávila M, Resoles M, Parra S. Sistema de Evaluación de Hábitos Nutricionales y Consumo de Nutrientes (SNUT). Cuernavaca, Mexico: INSP; 2014.

22. Newby PK, Weismayer C, Akesson A, Tucker KL, Wolk A. Long-term stability of food patterns identified by use of factor analysis among Swedish women. *J Nutr* 2006;136:626-33.
23. Kim JO, Muller C. Factor analysis. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.; 1984.
24. Clark P, Lavielle P. Risk perception and knowledge about osteoporosis: Well informed but not aware? A cross-sectional study. *J Community Health*, 2014. DOI 10.1007/s10900-014-9923-x.
25. Institute of Medicine: Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
26. Chico G, Rivas R, Clark P, Vivanco N, Huitrón-Bravo G. Nonlinear relationship between 25-hydroxvitamin D and PTH levels in a sample of Mexican population. *Osteoporosis Int* 2013;24(Suppl. 1):S359.
27. Bailey RL, Dodd KW, Goldman JA, Gahche JJ, Dwyer JT, Moshfegh AJ, et al. Estimation of total usual calcium and vitamin D intakes in the United States. *J Nutr* 2010;140:817-22.
28. Poliquin S, Joseph L, Gray-Donald K. Calcium and vitamin D intakes in an adult Canadian population. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research* 2009;70:21-7.
29. Denova-Gutiérrez E, Tucker KL, Salmerón J, Flores M, Barquera S. Validity of dietary patterns in an adult Mexican population assessed by a food frequency questionnaire. PhD Thesis. Instituto Nacional de Salud Pública, Centro de Investigación en Nutrición y Salud; 2014.
30. Martínez ME, Marshall JR, Sechrest L. Factor analysis and the search for objectivity. *Am J Epidemiol* 1998;148:17-9.
31. Astrup A. Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: Epidemiologic and experimental studies. *Am J Clin Nutr* 2014;99(Suppl. 5):1235S-1242S.



Nutrición Hospitalaria



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Menús ofertados en centros de educación infantil de Sevilla: adecuación a criterios nutricionales y a las recomendaciones dietéticas

Menus offered in early childhood education centers of Seville: adaptation to the nutritional criteria and dietary recommendations

Diego Vergara¹, Rocío Ríos-Reina¹, Cristina Úbeda², M.^a Luisa Escudero-Gilete¹ y Raquel M.^a Callejón¹

¹Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. ²Instituto de Ciencias Biomédicas. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Chile. Chile

Resumen

Introducción: en la actualidad existe un déficit en la evaluación de comedores dirigidos a niños menores de 3 años, a pesar de que se han realizado numerosas intervenciones en los comedores escolares con el fin de conseguir una alimentación segura y adecuada.

Objetivo: realizar una evaluación nutricional de los menús ofertados en los centros de educación infantil de Sevilla.

Material and methods: se evaluó la frecuencia, variedad, rotación de alimentos, métodos culinarios e información de los menús de seis centros infantiles de Sevilla. Se valoró el aporte energético y nutricional mediante el programa Dietowin® y el método de pesada.

Resultados: las frutas y verduras fueron deficitarias en la mayoría de los menús, y excesivas la carne, patatas, pasta y arroz. Se observó una escasa variedad de recetas por grupo de alimentos y no se daba una información completa del menú. Sin embargo, la variedad de procesos culinarios y la rotación de alimentos fueron adecuadas. Aunque la energía y el aporte de carbohidratos (~55%) se ajustaban a las necesidades, se observó un aporte excesivo de proteínas (~19%) y deficiente de lípidos (< 30%), sobre todo de grasas insaturadas. Respecto a los micronutrientes, solo vitamina C, E y calcio estaban por debajo de lo recomendado.

Conclusiones: los centros de educación infantil están haciendo un gran esfuerzo por cumplir las recomendaciones nutricionales, pero todavía deben disminuir el aporte proteico y aumentar las grasas insaturadas de la dieta. Además, deben fomentar la oferta de frutas y verduras, ampliar la variedad de recetas, dar mayor información y disminuir el aporte de alimentos cárnicos.

Palabras clave:

Nutrición infantil.
Evaluación
nutricional.
Planificación del
menú. Ingesta
energética.
Nutrientes.

Abstract

Introduction: Today there is a lack in the evaluation of canteens aimed at children under 3 years although there have been numerous interventions in school canteens in order to achieve a safe and adequate food.

Objective: To perform a nutritional assessment of menus offered in early childhood education centres of Seville.

Material and methods: The frequency, variety, rotation of food, cooking methods and information of 6-childhood centre's menus from Seville were evaluated. Energy and nutrient intakes were assessed by Dietowin® program and weighing method.

Results: Fruits and vegetables were deficient in most menus, and meat, potatoes, pasta and rice were excessive. A poor variety of recipes by food group was observed and the menu gave no comprehensive information. However, the variety of culinary processes and food rotation were adequate. Although energy and carbohydrate intake (~55%) complied with the requirements, an excessive protein intake (~19%) and low lipid intake (< 30%), especially unsaturated fats, was observed. Regarding micronutrients, only calcium, vitamin C and E were below recommended.

Conclusions: The early childhood centres are making a great effort to meet the nutritional recommendations, but they still should reduce the protein intake and increase unsaturated fats in the diet. They should also encourage the offer of fruit and vegetables, expand the variety of recipes, provide more information and decrease meat food intake.

Key words:

Infant nutrition
sciences. Nutrition
assessment. Menu
planning. Energy
intake. Nutrients.

Recibido: 08/01/2016
Aceptado: 21/03/2016

Vergara D, Ríos-Reina R, Úbeda C, Escudero-Gilete ML, Callejón MR. Menús ofertados en centros de educación infantil de Sevilla: adecuación a criterios nutricionales y a las recomendaciones dietéticas. Nutr Hosp 2016;33:671-677

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.277>

Correspondencia:

Raquel M.^a Callejón Fernández. Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. C/ Profesor García González, 2. 41012 Sevilla
e-mail: rcallejon@us.es

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el comedor escolar es uno de los servicios escolares más demandados, tanto en centros infantiles como en centros de educación primaria y secundaria. Con la incorporación de la mujer al mundo laboral y diversos cambios sociales y económicos ocurridos en las últimas décadas, el comedor escolar se ha convertido en un servicio necesario en el día a día de muchas familias (1). Este ofrece a los niños una de las principales comidas del día, 5 días a la semana durante 9 meses, y además garantiza el almuerzo de los niños cuyas familias disponen de escasos recursos económicos. Por estos motivos, la alimentación en el comedor escolar se ha convertido hoy en día en una materia de máximo interés y repercusión (2).

El comedor escolar debe satisfacer las necesidades de energía y nutrientes de los niños, tanto cualitativa como cuantitativamente, además de contribuir a la educación nutricional infanto-juvenil. La infancia se caracteriza por ser la etapa con un mayor crecimiento físico y desarrollo psicomotor, aunque también es el momento en el que el niño es más inmaduro y vulnerable (3). Por tanto, una alimentación saludable y equilibrada, así como la instauración de unos correctos hábitos alimentarios a esas edades, son esenciales para su correcto crecimiento y desarrollo, los cuales además repercutirán directamente en la salud y en las prácticas alimentarias del adulto, ayudando a prevenir enfermedades en la edad adulta (4-7).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) insta a reforzar y establecer sistemas de vigilancia de los regímenes alimentarios. Es por ello por lo que numerosas estrategias e intervenciones han sido llevadas a cabo en los comedores escolares de todo el mundo con el fin de conseguir que el menú escolar aporte una alimentación segura y adecuada para los niños. Destacan en España el programa PERSEO (8) (Programa Piloto Escolar de Referencia para la Salud y el Ejercicio contra la Obesidad) y la estrategia NAOS (9) (Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad), cuyos objetivos son prevenir la obesidad infantil, difundir la adquisición de hábitos alimentarios saludables e impulsar la práctica regular de actividad física entre la población. Además, algunas comunidades han creado programas para ayudar a la evaluación de estos menús escolares, como es el Programa de Evaluación de Menús Escolares de Andalucía, de la Junta de Andalucía (10).

Esta corriente ha traído consigo la elaboración de numerosos estudios sobre la alimentación servida en los comedores escolares de primaria y secundaria (11-14). Sin embargo, los comedores de centros infantiles no han sido tan ampliamente evaluados. El déficit de estudios enfocados a niños de 1 a 3 años es notable tanto a la hora de establecer sistemas de vigilancia y prevención como en la creación de programas de evaluación (3,15).

Así, este estudio va enfocado a dicha población, con el objetivo de analizar los menús servidos en los centros de educación infantil de la ciudad de Sevilla, valorando la adecuación a los criterios de evaluación nutricional de los menús ofertados, la composición nutricional y el aporte energético de cada menú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado aleatoriamente un total de 6 centros de educación infantil de un total de 35 centros para niños de 0 a 3 años presentes en la ciudad de Sevilla, teniendo en cuenta que ofreciesen servicio de comedor y que por su ubicación representasen a cada uno de los distritos de la ciudad. Uno de ellos presentaba cocina propia (C1) y los cinco restantes tenían servicio de *catering* (C2-C6). Los usuarios de estos comedores comprendían edades entre 1 y 3 años. Se analizaron los menús correspondientes a los meses de febrero y marzo del curso académico 2014/2015, formados por primer plato, segundo plato y postre.

La evaluación de los menús se realizó basándose en las directrices recogidas en el programa Perseo (8). Así, se efectuó una valoración del grado de cumplimiento de las recomendaciones en cuanto a las raciones mensuales ofertadas por grupos de alimentos. El manual del Programa de Evaluación de Menús Escolares de Andalucía (10) ha sido otro instrumento básico utilizado para el análisis de los menús a partir de la valoración de ciertos criterios de evaluación nutricional recogidos en dicho manual. Estos criterios fueron: variedad de recetas por grupo de alimentos, rotación mensual de alimentos, variedad de técnicas culinarias e información proporcionada por el menú.

Por otro lado, las fichas técnicas proporcionadas de los menús daban a conocer los ingredientes utilizados en los distintos platos del menú. Para registrar la cantidad de alimento ingerida por los niños se utilizó el método de pesada. Para ello se pesaron las raciones servidas antes del consumo y se restó el valor de la cantidad sobrante tras el almuerzo. El análisis de la información recogida se llevó a cabo mediante el programa informático Dietowin® 8.0 (16), que permitió la conversión de la ingesta media de alimentos a cifras de energía, macronutrientes y micronutrientes. Así, se valoró el equilibrio nutricional de cada menú, comparando sus valores con los recomendados y teniendo en cuenta que el almuerzo debe aportar un 30-35% de la energía total diaria.

RESULTADOS

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LOS MENÚS

La tabla I muestra el número de raciones mensuales ofertadas por los distintos comedores para cada uno de los principales grupos de alimentos (frutas, verduras y hortalizas, pan, patatas, pasta y arroz, legumbres, carnes y derivados, pescados y moluscos, huevos y lácteos), junto con las raciones recomendadas según la guía de comedores escolares del programa Perseo (8). Solo tres grupos de alimentos (pan, legumbres y huevo) fueron ofertados según la recomendación mensual en la mayoría de comedores. Respecto al resto de alimentos, podemos destacar de manera general un déficit en la oferta de frutas, verduras y hortalizas, y un exceso de carne, patatas, pasta y arroz.

Además, se realizó una evaluación del grado de cumplimiento de los criterios descritos en el Programa de Evaluación de Menús Escolares de Andalucía (10). Estos criterios fueron: recetas dife-

Tabla I. Número de raciones mensuales ofertadas para cada grupo de alimentos en seis centros de educación infantil de Sevilla

	Fruta	Verduras y hortalizas	Pan	Patatas	Pasta y arroz	Legumbres	Carne	Pescado	Huevo	Lácteos
G1	16	11,5	20	6	8,5	8	12	6	3	4
G2	12	18,5	20	9,5	10	5	11,5	9	4	8
G3	12	18,5	20	9,5	10	5	11,5	9	4	8
G4	20	10,5	20	9,5	10	7	11	10,5	6	4
G5	18	20,5	20	7	9	7	12,5	8,5	4,5	4
G6	12	20,5	20	9	8	7	12,5	12,5	4	9
R*	20/mes	20/mes	20/mes	4-8/mes	6-8/mes	6-8/mes	5-8/mes	5-8/mes	4-7/mes	0-4/mes

R*: referencia según guía de comedores del programa Perseo (8). Se considera un mes de 20 días lectivos.

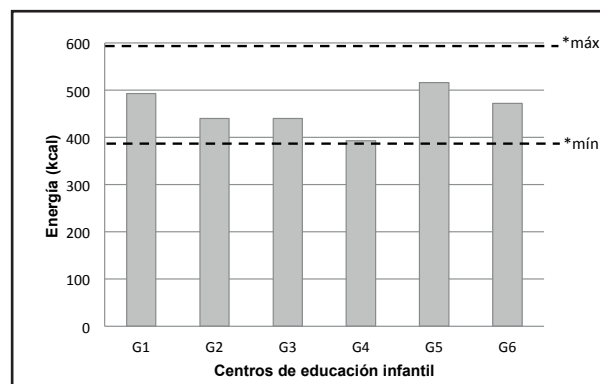
rentes por grupo de alimento, rotación mensual de los alimentos, variedad culinaria e información proporcionada por el menú. Cabe destacar que solo uno de los criterios, el referente a la variedad de procesos culinarios, se cumplió en todos los menús evaluados, no repitiendo la misma técnica culinaria en el menú mensual para un mismo grupo de alimentos. Asimismo, la mayoría ofertaban una rotación de alimentos mensual adecuada. Sin embargo, todos los menús evaluados, excepto uno (G6), ofertaban una variedad de recetas por grupo de alimentos inadecuada, repitiéndose en la mayoría la misma receta para la guarnición. De igual modo, solo dos de los centros (G4 y G5) daban una información completa y detallada del menú a los padres.

COMPOSICIÓN ENERGÉTICA Y NUTRICIONAL DE LOS MENÚS

La composición energética y nutricional de los menús mensuales de cada centro de educación infantil fue analizada teniendo en cuenta la cantidad de alimento servida en los comedores, ya que resulta difícil conocer la ración real ingerida por los niños. Esto es debido a que la ingesta depende tanto de la labor de los vigilantes del comedor como de la cantidad y tipo de alimento ofertado. De hecho, en nuestro estudio se observó que sirviendo la misma receta en todos los centros, la ración ingerida por los niños difería. Así, se observó que los niños de los centros G1 y G6 ingerían mayores cantidades que los del resto de centros estudiados. Esto es debido a que en estos centros los vigilantes de comedor estaban más implicados a la hora del almuerzo, no solo vigilando, sino también usando juegos y canciones para ayudar a que los niños comiesen. Además, el tipo de servicio de comedor también influye en la ingesta del niño, observándose que en el centro con cocina propia (G1) los platos resultaron ser más apetitosos que los servidos por *catering*. Por otro lado, en los centros cuyo *catering* proporcionaba la comida fría y tenía que ser calentada antes del almuerzo, los platos eran peor aceptados por los niños que aquellos que mantenían la temperatura.

Independientemente de estos factores, en general se observó que los mayores porcentajes de ingesta se obtuvieron cuando el plato consistía en pasta, arroz o productos lácteos, mientras que los menores porcentajes de ingesta correspondieron a verduras y pescado. En concreto, se observó que un 90% del total de niños estudiados terminaban el plato cuando se servían macarrones con tomate o salchichas, mientras que solo un 25% terminaba el plato si este consistía en crema de verduras o pescado.

Se evaluó el aporte energético mensual de cada menú (Fig. 1) y la distribución de macronutrientes (glúcidos, lípidos y proteínas) en comparación con los valores de referencia (8) (Figs. 2 y 3). Todos los menús aportaron la energía adecuada para el almuerzo de niños de entre 1 y 3 años (~30,6%). A pesar de que la distribución de macronutrientes se deba evaluar para la ingesta calórica total diaria, se observó un aporte excesivo de proteínas (18-19%) en el almuerzo ofertado por todos los menús. Por otro lado, todos satisfacían adecuadamente los requerimientos de carbohidratos (~55%); sin embargo, el porcentaje calórico correspondiente a los lípidos fue más bajo de lo recomendado (< 30%), observándose

**Figura 1.**

Porcentaje de energía aportada por los menús de seis centros de educación infantil evaluados de la ciudad de Sevilla. *kcal máximas y mínimas recomendadas para el almuerzo en niños de 1-3 años (31).

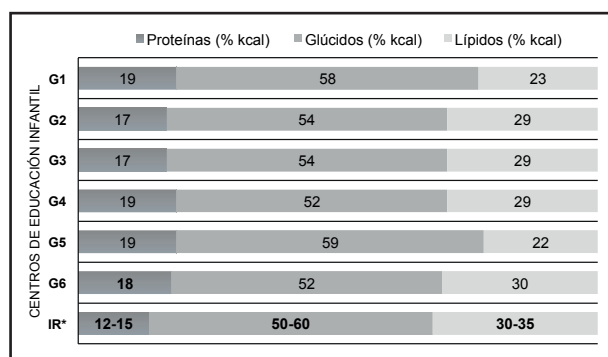


Figura 2.

Distribución de macronutrientes (% kcal) aportados por los menús de seis centros de educación infantil de Sevilla con respecto a las recomendaciones. IR*: ingesta recomendada (8).

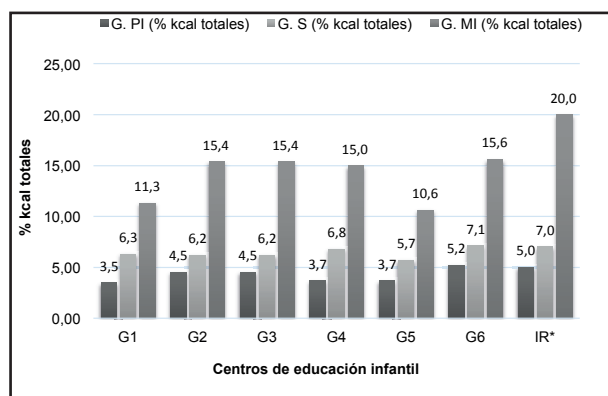


Figura 3.

Distribución calórica (%) de los lípidos en los menús ofertados en los centros de educación infantil de la ciudad Sevilla. IR*: ingesta recomendada (8).

además un bajo aporte de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas (Fig. 3). También se evaluaron el aporte de fibra y colesterol, cuyos valores estaban dentro de lo recomendado ($9,4 \pm 2,2$ g y 75 ± 10 mg, respectivamente). Finalmente, la tabla II recoge las cantidades medias de vitaminas y minerales aportadas por los menús a lo largo de un mes, en los cuales se observa un aporte bajo de vitamina C y E, zinc y calcio, mientras que el aporte de vitaminas del grupo B, A y el hierro fue adecuado. No obstante, la cantidad de potasio y selenio, así como de vitamina D, superaron la ingesta recomendada para el menú escolar.

DISCUSIÓN

El comedor escolar debe satisfacer cuantitativa y cualitativamente las necesidades diarias de energía y nutrientes de la población infanto-juvenil, asegurando con ello un correcto crecimiento y desarrollo. La adquisición y fomento de hábitos alimentarios

saludables son especialmente importantes en la infancia, ya que además de afectar a la salud de los más pequeños, constituirán los pilares básicos para el mantenimiento de estos hábitos saludables en la edad adulta (15). En la actualidad son pocos los estudios realizados sobre la alimentación que se oferta en centros de educación infantil (17) en comparación con los que encontramos para comedores escolares de centros de primaria y secundaria (1,4,14,18-21). Es por esto que los datos obtenidos en este trabajo aportan una información relevante, teniendo en cuenta la importancia de instaurar una alimentación saludable desde edades tempranas.

El programa Perseo (8) incide en la importancia de que la composición y variedad del menú sea la correcta, ya que una dieta variada da lugar a una dieta equilibrada, además de garantizar el aporte de todos los nutrientes imprescindibles para el crecimiento y desarrollo de los niños en edades tempranas. Según estas recomendaciones, ciertos grupos de alimentos deben aparecer diariamente en el menú. Entre ellos encontramos el grupo de las verduras, el cual debe aparecer en el menú todos los días, ya sea como primer plato o formando parte de la guarnición. Sin embargo, solo dos de los seis centros ofertaban estos alimentos según lo recomendado. Lo mismo ocurre con el grupo de las frutas (Tabla I). Estas deben apa-

Tabla II. Contenido medio de vitaminas y minerales de los menús evaluados de los centros de educación infantil de Sevilla

		Media $\pm$ De	Máx.	Mín.	Idr*
Vitaminas	VIT A (μ g)	205,83 $\pm$ 34,40	249	161	400
	VIT B1 (mg)	0,43 $\pm$ 0,11	0,57	0,33	0,5
	VIT B2 (mg)	0,33 $\pm$ 0,05	0,41	0,28	0,8
	VIT B3 (mg)	3,71 $\pm$ 0,87	4,91	2,86	8
	VIT B5 (mg)	1,22 $\pm$ 0,18	1,41	0,95	2
	VIT B6 (mg)	0,50 $\pm$ 0,07	0,59	0,43	0,6
	VIT B12 (μ g)	0,92 $\pm$ 0,29	1,13	0,38	1,1
	VIT C (mg)	23,88 $\pm$ 2,79	29,5	22,5	55
	VIT D (μ g)	35,17 $\pm$ 0,75	36	34	15
	VIT E (mg)	0,07 $\pm$ 0,01	0,08	0,07	7
	VIT K (μ g)	25,17 $\pm$ 4,82	34,6	22,1	30
Minerales	Calcio (mg)	140 $\pm$ 16,77	166	126	500
	Cobre (mg)	0,47 $\pm$ 0,07	0,57	0,41	0,4
	Fósforo (mg)	309,50 $\pm$ 45,17	366	256	400
	Hierro (mg)	4,74 $\pm$ 0,94	5,94	3,81	7
	Magnesio (mg)	79,83 $\pm$ 13,27	98	69	80
	Manganeso (mg)	1,06 $\pm$ 0,20	1,32	0,88	1,2
	Potasio (mg)	832,67 $\pm$ 87,84	940	734	800
	Selenio (μ g)	26,28 $\pm$ 3,04	31,5	23,6	20
	Zinc (mg)	2,40 $\pm$ 0,42	2,96	1,95	10

*Idr: ingesta diaria recomendada de vitaminas y minerales para la población española de 1 a 3 años de edad (37).

recer diariamente en el menú, ya que son una fuente fundamental de vitaminas y minerales y contribuyen a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer (22). Sin embargo, además de no ofertarse en la frecuencia recomendada, la fruta se suele servir en forma de compota (es más aceptada por el niño), cuyo contenido en azúcares simples, como la sacarosa, es mayor. Este aporte deficitario de vegetales y frutas se ha detectado igualmente en numerosos comedores escolares del mundo, tanto de centros infantiles (17) como de primaria y secundaria (14,22-25), y es por ello por lo que se están desarrollando programas y campañas para fomentar el consumo de frutas y verduras (26,27). Pese a este esfuerzo, aún no se incluye la cantidad suficiente de estos alimentos en el menú escolar. Uno de los motivos es que existe un alto rechazo a estos alimentos por parte de los niños, debido a factores como el sabor, el color y la falta de disponibilidad (4,24,25,28). Además, existe una tendencia a sustituir la presencia de fruta en el postre por productos lácteos, ya que estos son más apetecibles para los niños en estas edades (5). Esto explica la presencia excesiva de lácteos en el menú mensual del 50% de los centros evaluados. Respecto a los demás grupos de alimentos, es importante destacar también que todos los menús ofertaban un exceso de alimentos cárnicos. Esta tendencia coincide con los resultados obtenidos en otras evaluaciones, como la realizada por Castro y cols. (14) en los comedores escolares de colegios de Sevilla. El grupo de las patatas, pasta y arroz, y el de pescado, mostraron valores de frecuencia ligeramente superiores a lo recomendado (8).

Según el manual de ejecución del Programa de Evaluación de Menús Escolares de Andalucía (10), ninguno de los menús cumple completamente los criterios descritos en el manual. En dicha evaluación se puso de manifiesto que la mayoría de los menús, a excepción de G6, repiten excesivamente las recetas para un mismo grupo de alimentos, sobre todo aquellos que son usados como guarnición. Por otra parte, la rotación de los alimentos dentro de cada grupo fue adecuada en los menús de todos los centros, excepto en el centro G1, que presentaba solo merluza dentro del grupo del pescado. Estos criterios son importantes, ya que el comedor escolar proporciona una excelente oportunidad para ampliar el repertorio de alimentos del niño en su vida diaria, que al estar en compañía de sus compañeros, acepta de manera más fácil nuevos platos, consiguiendo una dieta más variada y equilibrada (24,29). Por otro lado, la mayoría de los comedores utilizaban una correcta variedad de técnicas culinarias, fomentando el empleo de hervidos y horneados en detrimento de los fritos. Este hecho contrasta con la tendencia de utilizar la fritura por comodidad a la hora de cocinar en numerosas familias (5).

Por último, es esencial que el menú sea lo más detallado posible para que la familia conozca el contenido de la propuesta alimentaria ofertada en el comedor, y pueda complementar correctamente la dieta del niño en casa. Sin embargo, en este estudio este criterio solo lo cumplieron dos de los centros (G4 y G5), coincidiendo con los resultados obtenidos en otros comedores (2,30). El resto de los centros ofrecían una información incompleta en la que no se especificaban los tipos de fruta ni los componentes de la guarnición y utilizaban nombres demasiado generales para las recetas.

El almuerzo, como comida principal del día, debe aportar un 30-35% del aporte energético total diario y una cantidad y calidad adecuada de nutrientes (8). De ahí la importancia de adecuar la energía aportada por el menú escolar mediante platos que, además de resultar agradables para los niños, no olviden los criterios nutritivos, prefiriendo aquellos que sean densos en nutrientes y menos calóricos. Los niños de edades entre 1 y 3 años tienen un requerimiento energético diario de 1.300-2.000 kcal, de las cuales un 30-35% debe provenir del almuerzo (31). Al igual que en otros centros evaluados (17,19,26,32), el ingreso calórico medio de los menús ofertados se encontraba dentro de lo recomendado para este grupo de edad (~30,6%) (Fig. 1).

Con respecto a la distribución de macronutrientes (Fig. 2), el 50-60% de la energía total debe proceder de hidratos de carbono, un 12-15% de proteínas y entre un 30-35% de lípidos (8). Los resultados muestran cómo el aporte glucídico fue adecuado en todos los menús, siendo la mayor parte carbohidratos complejos, procedentes de alimentos como pasta, arroz o pan. Además, cabe destacar que el aporte de fibra también se adecuaba a los valores recomendados para este grupo de edad, aprox. 8 g/día (0,5 g/kg peso niño), fundamental para la promoción de un buen funcionamiento intestinal. Sin embargo, el aporte proteico fue excesivo en la totalidad de los menús. Esto puede ser debido a la elevada frecuencia de aparición en los menús de alimentos ricos en proteínas como carnes, pescado y lácteos. Resultados similares se encontraron en las evaluaciones realizadas por Micó y cols. (26) de comedores escolares valencianos, así como en las de Martínez y cols. (1), Zuleta y cols. (17) y Campos y cols. (20), donde el aporte de alimentos proteicos era excesivo en detrimento de los carbohidratos.

Las grasas totales se encontraron por debajo de los valores recomendados, destacando los de los centros G1 (23%) y G5 (22%). El tipo de grasa ingerida es más importante que la grasa total, ya que las grasas insaturadas desempeñan un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (33,34), mientras que se asocia un efecto perjudicial a las grasas saturadas, ya que aumentan el colesterol LDL plasmático (33). Así, de las grasas totales, un 15-20% debe corresponder a grasas monoinsaturadas, un 5% a poliinsaturadas y menos de un 7% a grasas saturadas. Sin embargo, los resultados muestran valores deficitarios de las grasas insaturadas (monoinsaturadas y poliinsaturadas), a pesar de ser adecuados los de grasas saturadas (< 7%) (Fig. 3), coincidiendo con lo encontrado en la bibliografía (18,19). Además, se observó un aporte adecuado de colesterol en todos los menús evaluados, el cual es también un importante factor de riesgo cardiovascular.

Respecto a las cantidades de micronutrientes aportados en los menús (Tabla II), los resultados obtenidos también presentaron similitudes con estudios previos. Así, los valores de vitaminas A, B₁, B₂, B₃, B₆ y B₁₂ fueron adecuados, e incluso algunos por encima de lo recomendado (17,35), especialmente la vitamina D; mientras que los valores de vitamina C y E, esenciales para el desarrollo óptimo infantil, aparecieron en cantidades muy inferiores a las recomendadas (1,18). Con respecto a los minerales,

cabe destacar el alto aporte de potasio y selenio, y el bajo aporte de calcio ($140 \pm 16,7$ mg), siendo este la mitad de lo recomendado para el almuerzo (300 mg), aunque podría ser el correcto si es compensado adecuadamente con los lácteos presentes en el resto de las comidas del día, sobre todo en el desayuno y merienda (36). Además, la ingesta de fósforo es elevada, contribuyendo al desajuste de la relación óptima de calcio/fósforo (2:1), importante para el crecimiento. Las necesidades de hierro son elevadas en periodos de gran crecimiento, por lo cual es imprescindible un buen aporte de este mineral (7 mg/día). La mayoría de los menús aportaban la cantidad adecuada ($4,74 \pm 0,94$ mg) (37).

CONCLUSIONES

Una alimentación saludable y equilibrada desde edades tempranas es fundamental para asegurar un correcto crecimiento y desarrollo del niño, así como para promocionar la salud del adulto. El comedor escolar, eje principal del día a día de muchas familias, debe ser un marco en el que los niños adquieran unos hábitos alimentarios saludables y, además, debe satisfacer las necesidades de energía y nutrientes de la población infanto-juvenil. El desarrollo de un buen programa de alimentación y nutrición en el ámbito infantil es un gran reto. Pese a ello, existen muy pocos estudios sobre la alimentación servida en los centros de educación infantil.

Se observa que los centros infantiles han mostrado gran interés en adecuarse a las recomendaciones nutricionales. Sin embargo, a pesar de que todos los menús aportaron la energía recomendada y el contenido porcentual de carbohidratos fue el adecuado, se necesita promover la disminución del aporte proteico y aumentar ligeramente el aporte lipídico, en concreto el de grasas insaturadas. Respecto a los micronutrientes, es necesario adecuar el aporte de calcio, potasio, selenio y zinc, y el de vitamina C, E y D.

Como propuesta de mejora es necesario fomentar la frecuencia de aparición de frutas y verduras en el menú, así como disminuir el aporte de alimentos cárnicos.

Por otro lado, se observan resultados positivos respecto a la variedad de técnicas culinarias empleadas, mientras que se necesita ampliar la variedad de recetas y la información proporcionada por el menú, con la finalidad de que los padres complementen adecuadamente la dieta del niño.

BIBLIOGRAFÍA

- Martínez AB, Caballero-Plasencia A, Mariscal-Arcas M, Velasco J, Rivas A, Olea-Serrano F. Estudio de los menús escolares servidos en colegios de Granada. *Nutr Hosp* 2010;25:394-9. DOI:10.3305/nh.2010.25.3.4294.
- Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Dalmau Serra J, Gil Hernández A, Lama More MA, Martín Mateos V, et al. El comedor escolar: situación actual y guía de recomendaciones. *An Pediatr* 2008;69:72-88. DOI:10.1157/13124224.
- Recomendaciones para la alimentación en la primera infancia. Dirección General de Salud Pública del Departamento de Salud. Agencia de Protección de la Salud. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya. 2008 [Consultado 22 Oct 2015]. Disponible en: http://canalsalut.gencat.cat/web/.content/home_canal_salut/ciudadania/vida_saludable/alimentacio/consells_generals/documents/gencat_alimentacion_0-3.pdf
- Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem L, Delgado Rubio A. Hábitos alimentarios de los alumnos usuarios de comedores escolares en España. Estudio «Dime Cómo Comes». *Aten Primaria* 2004;33:131-9. DOI:10.1016/S0212-6567(04)79373-7.
- De Arpe Muñoz C, Villarino Marín A. La nutrición y el comedor: su influencia sobre la salud actual y futura de los escolares. En: Martínez Álvarez JM, editor. *Nutrición y Alimentación en el ámbito escolar*. Madrid: Ergon; 2012. ISBN: 978-84-8473-972-2.
- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Estudio Aladino. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España. 2011 [Consultado 20 de Oct del 2015]. Disponible en: http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/docs/docs/documentos/estudio_ALADINO.pdf
- Serra-Majem L, García-Closas R, Ribas L, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J. Food patterns of Spanish schoolchildren and adolescents: The enKid Study. *Public Health Nutr* 2001;4:1433-8. DOI:10.1079/PHN2001234.
- Guía de comedores escolares. Programa PERSEO. Ministerio de Sanidad y Consumo. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Educación y Ciencia. Centro de Investigación y Documentación Educativa. 2008 [Consultado 15 Oct 2015]. Disponible en: http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/publicaciones_estudios/nutricion/guia_comedores_escolares.pdf
- La alimentación de tus niños y niñas. Nutrición saludable de la infancia a la adolescencia. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Madrid. 2010.
- Evalución de menús escolares de Andalucía: manual de ejecución del programa de evaluación. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. 2010 [Consultado 20 de enero del 2015]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/andaluciaessalud/docs/144/Libro%20men%C3%BAs.pdf>
- González-González A, Falero-Gallego MP, Redondo-González O, Muñoz-Serrano A. Patrón dietético de la población escolar del Área de La Mancha-Centro (Ciudad Real). *An Pediatr (Barc)* 2015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.06.001>
- Walton J, Hannon EM, Flynn A. Nutritional quality of the school-day diet in Irish children (5-12 years). *J Hum Nutr Diet* 2015;28:73-82. DOI:10.1111/jhn.12211.
- Arriscado Alsina D, Muros Molina JJ, Zabala Díaz M, Dalmau Torres JM. ¿Influye la promoción de la salud escolar en los hábitos de los alumnos? *An Pediatr (Barc)* 2015;83:11-8. DOI:10.1016/j.anpedi.2014.07.013.
- Castro M, Ríos-Reina R, Úbeda C, Callejón RM. Evaluación de menús ofertados en comedores escolares: comparación entre colegios públicos, privados y concertados. *Rev Nutr* 2016 (in press).
- Guía para la promoción de la alimentación equilibrada en niños y niñas menores de tres años. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. 2006 [Acceso 15 Oct 2015]. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/cs salud/contenidos/Informacion_General/c_3_c_1_vida_sana/alimentacion_equilibrada_actividad_fisica/guia_alimentacion_menores_3años
- Dietowin® 8.0. ©1991-2015 Dietowin SL, Barcelona, España.
- Seiquer I, Haro A, Cabrera-Vique C, Muñoz-Hoyos A, Galdó G. Evaluación nutricional de los menús servidos en las escuelas infantiles municipales de Granada. *An Pediatr (Bar)* 2015. DOI:10.1016/j.anpedi.2015.07.020.
- Campos Díaz J, Rodríguez Álvarez C, Calvo Pacheco M, Arévalo Morales MP, Sierra López A, Arias Rodríguez A. Valoración nutricional de los menús escolares de los colegios públicos de la isla de Tenerife. *Nutr Hosp* 2008;23:41-5.
- Del Pozo S, Cuadrado C, Rodríguez M, Quintanilla L, Ávila JM, Moreira O. Planificación nutricional de los menús escolares para los centros públicos de la comunidad de Madrid. *Nutr Hosp* 2006;21:667-72.
- Royo-Bordonada MA, Gorgojo L, De Oya M, Garcés C, Rodríguez-Artalejo F, Rubio R, et al. Variedad y diversidad de la dieta de los niños españoles: Estudio Cuatro Provincias. *Med Clin (Barc)* 2003;120:167-71. DOI:10.1016/S0025-7753(03)73638-0.
- Zulueta B, Xarles I, Oliver P, García Z, Vitoria JC. Perfil nutricional de los menús e ingesta dietética en comedores escolares de Vizcaya. *Nutr Hosp* 2011;26:1183-7.
- Upton D, Upton P, Taylor C. Fruit and vegetable intake of primary school children: a study of school meals. *J Hum Nutr Diet* 2012;25:557-62. DOI:10.1111/j.1365-277X.2012.01270.x.
- Galego CR, D'Ávila GL, Vasconcelos FAG. Factors associated with the consumption of fruits and vegetables in schoolchildren aged 7 to 14 years of Florianópolis, South of Brazil. *Rev Nutr* 2014;27(4):413-22. Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/1415-52732014000400003>
- Beltrán de Miguel B, Caballero Treviño C, Cuadrado Vives C. Influencia de un programa local de comedores escolares: Evolución de la oferta de verduras y hortalizas en los menús (2004-2008). *Nutr Clin Diet Hosp* 2011;31:20-7.

25. Ureña M. Razones de Consumo de Frutas y Vegetales en Escolares Costarricenses de una Zona Urbana. *Rev Costarric Salud Pública* 2009;18:15-21.
26. Micó Pascual L, Mañes Vinuesa J, Soriano del Castillo JM. Validación de los menús escolares de acuerdo a los estándares recomendados. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2013;19:159-65.
27. Wansink B, Just DR, Hanks AS, Smith LE. Pre-Sliced Fruit in School Cafeterias: children's selection and intake. *Am J Prev Med* 2013;44:477-80. DOI:10.1016/j.amepre.2013.02.003.
28. Gase LN, McCarthy WJ, Robles B, Kuo T. Student receptivity to new school meal offerings: Assessing fruit and vegetable waste among middle school students in the Los Angeles Unified School District. *Prev Med (Baltim)* 2014;67:S28-S33. DOI:10.1016/j.ypmed.2014.04.013.
29. Leis Trabazo R, Méndez Bustelo MJ, Tojo Sierra R. Alimentación en guarderías y colegios. En: Muñoz MT, Suárez L, editores. *Manual práctico de Nutrición en Pediatría*. Madrid: Ergon; 2007. p. 147-65.
30. Morán Fagúndez L, Rivera Torres A, Irlés Rocamora JA, Jiménez Licera E, González Sánchez ME, Esteban Gascón A, et al. La planificación del menú escolar; resultado de un sistema de asesoría dietética para la adecuación a las recomendaciones nutricionales. *Nutr Hosp* 2013;28:1145-50. DOI:10.3305/nh.2013.28.4.6613.
31. Guía de Alimentación y Salud. Alimentación en las etapas de la vida: Infancia. UNED. [Consultado 23 Oct 2015]. Disponible en: http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/etapas/infancia/loque_necesidades_de_.htm
32. Pitsi T, Liebert T, Vokk R. Calculations on the energy and nutrient content of kindergarten menus in Estonia. *Scand J Nutr* 2003;47:188-93. DOI:10.1080/11026480310020895.
33. Carrillo Fernández L, Dalmau Serra J, Martínez Álvarez JR, Solà Alberich R, Pérez Jiménez F. Grasas de la dieta y salud cardiovascular. *An Pediatr* 2011;74:192.e1-16. DOI:10.1016/j.anpedi.2010.12.005.
34. López Farré A, Macaya C. Efectos antitrombóticos y antiinflamatorios de los ácidos grasos omega-3. *Rev Española Cardiol Supl* 2006;6(D):31-7. DOI:10.1016/S1131-3587(06)74824-5.
35. Erinosho T, Dixon LB, Young C, Brotman LM, Hayman LL. Nutrition Practices and Children's Dietary Intakes at 40 Child-Care Centers in New York City. *J Am Diet Assoc* 2011;111(9):1391-7. DOI:10.1016/j.jada.2011.06.001.
36. Fernández Estívariz C, López del Val T, Martínez de Icaya Ortiz de Urbina P, Jaunsolo Barrenechea MA, De Cos Blanco AI, Cilleruelo Pascual ML, et al. Consumo de lácteos y su contribución al aporte de nutrientes en la dieta de los escolares de la Comunidad de Madrid. *An Esp Pediatr* 1996;44(3):214-8.
37. Ortega RM, Requejo AM, Navia B, López-Sobaler AM. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española. En: Ortega RM, López-Sobaler AM, Requejo AM, Andrés P, editores. *La composición de los alimentos. Herramienta básica para la valoración nutricional*. Madrid: Editorial Complutense; 2016. p. 82-5.



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Factors associated with dietary supplementation among Brazilian athletes

Factores asociados con la suplementación de la dieta entre los atletas brasileños

Hellen Clair Garcêz Nabuco¹, Vanessa Behrends Rodrigues², Vânia Letícia Souza Fernandes², Fabrício César de Paula Ravagnani¹, Carlos Alexandre Fett², Mariano Martínez Espinosa² and Christianne de Faria Coelho Ravagnani²

¹Mato Grosso Federal Institute of Education, Science and Technology. Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. ²Federal University of Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso, Brazil

Abstract

Background: Many factors can influence an athlete to consume dietary supplements, such as age, sex and sports, among others. Few studies regarding the prevalence and associated factors are available for athletes, especially in developing countries.

Objective: The aim of the study was to determine the factors associated with the consumption of dietary supplements among Brazilian athletes.

Material and methods: This is a cross-sectional study involving 182 athletes of both sexes. The athletes answered a questionnaire containing sociodemographic and sports information, current consumption of supplements, consumption of pharmacological substances and information on body image disorder (Body Shape Questionnaire) and muscle dysmorphia (Muscle Appearance Satisfaction Scale). Analyses were performed using Pearson's Chi-squared test, the crude prevalence ratio (PR) and Poisson regression with robust variance.

Results: In the bivariate analysis, the male gender, age between 25-29 years, engaging in a remunerated activity, consumption of pharmacological substances, body image disorder, risk of muscle dysmorphia, power modality athletes and lack of medical care were factors associated with supplement intake. After the regression analysis, the consumption of supplements was associated with the male gender (PR: 1.68; 95% CI: 1.01; 2.78; $p = 0.044$), use of pharmacological substances (PR: 1.77; 95% CI: 1.37; 2.27; $p < 0.001$) and the risk of muscle dysmorphia (PR: 1.75; 95% CI: 1.37; 2.23; $p < 0.001$).

Conclusions: The results of this research clearly demonstrate the importance of professionals working closely with athletes to continuously monitor their use of supplements, since it was an alimentary behavior associated with other risk behavior (pharmacological use) as well as image disorders (muscle dysmorphia).

Key words:

Dietary supplements.
Athletes. Body
dysmorphic disorders.

Resumen

Introducción: muchos factores, tales como edad, sexo, deporte, entre otros, llevan al atleta a consumir suplementos alimenticios. Existen pocos estudios sobre prevalencia y factores asociados en atletas, especialmente en países en desarrollo.

Objetivo: el objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y los factores asociados al consumo de suplementos alimenticios entre atletas brasileños.

Material y métodos: se trata de un estudio de corte transversal realizado con 182 atletas de ambos sexos. Los atletas respondieron a un cuestionario que contenía información sociodemográfica y deportiva, consumo actual de suplementos, consumo de sustancias farmacológicas, y también sobre distorsión de la imagen corporal (BSQ) y dismorfia muscular (MASS).

Resultados: en el análisis bivariado, el sexo masculino, la edad entre 25 a 29 años, ejercer actividad remunerada, el consumo de sustancias farmacológicas, la distorsión de la imagen corporal, el riesgo de dismorfia muscular, la modalidad de fuerza y la ausencia de asistencia médica fueron los factores asociados al consumo de suplementos. Después del análisis de regresión, el consumo de suplementos fue asociado al sexo masculino (RPA: 1,68; IC 95%: 1,01; 2,78; $p = 0,044$), consumo de sustancias farmacológicas (RPA: 1,77; IC 95%: 1,37; 2,27; $p < 0,001$) y riesgo de dismorfia muscular (RPA: 1,75; IC 95%: 1,37; 2,23; $p < 0,001$).

Conclusiones: los resultados de este estudio mostraron claramente la importancia de los profesionales que trabajan junto a los atletas para monitorizar continuamente el uso de suplementos, puesto que se trataba de un comportamiento alimentario asociado a otros comportamientos de riesgo (uso farmacológico) o a trastornos de la imagen (dismorfia muscular).

Palabras clave:

Suplementos
dietéticos. Atletas.
Trastorno dismórfico
corporal.

Received: 10/11/2015
Accepted: 08/04/2016

Garcêz Nabuco HC, Behrends Rodrigues V, Souza Fernandes VL, de Paula Ravagnani FC, Fett CA, Martínez Espinosa M, Coelho Ravagnani CF. Factors associated with dietary supplementation among Brazilian athletes. Nutr Hosp 2016;33:678-684

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.278>

Correspondence:

Hellen Clair Garcêz Nabuco. Mato Grosso Federal
Institute of Education, Science and Technology. Cuiabá,
Mato Grosso, Brazil
e-mail: hellencgarcez@gmail.com

INTRODUCTION

According to the Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA) a dietary supplement is defined as a product to supply a diet and contains one or more of the following ingredients thereof: vitamins, minerals, herbal products, amino acids, and substances such as enzymes and metabolites, or a concentrate, metabolite, constituent, extract or combination of any of those mentioned above. These products can be found in several forms, such as tablets, capsules, softgels, liquids, or powders (1).

Dietary supplements consumption is common among both professional (2,3) and recreational athletes (4,5). These products may play an important role in the athletes' nutrition, such as fulfilling energy, carbohydrate, protein and other nutrient requirements, maintaining or optimizing the immune function as well as growth and muscle repair (6,7). Moreover, supplementation may be of benefit to athletes with pre-existing nutritional deficiencies, who are on dietary restriction or travelling for prolonged periods to regions with inadequate or limited food supplies. Furthermore, supplements may be a good and fast source of energy and electrolyte reposition (2,8). On the other hand, the interaction between nutrients in the supplements or between supplements and medicines may affect the absorption of nutrients (7,9). In addition, the use of supplements could be associated with a positive doping test, as they may contain substances not mentioned on the labels and this is a predictive factor for illicit substance use (10).

However, most athletes take supplements based on the belief that their performance will improve, without proven scientific evidence (11). The decision to use these products is not always rational (8) and may be influenced by intrinsic and extrinsic factors, such as age (12), sex (13-15), type of sport (13,14), training volume (13,14,16), performance level (14), motivation (13,17), an athlete's knowledge on supplementation and the constant charges of coaches, sponsors and media for better results (18,19).

In recent decades, surveillance studies regarding dietary supplements used by athletes have increased, particularly descriptive studies on the prevalence, nevertheless, few papers focus on analyzing the factors which influence an athlete's supplementation choices (2,3,14). The present study focused on little studied issues, such as body image disorders, the risk of muscle dysmorphia (MD), pharmacological substance and alcohol use, and also the medical care provided by the athlete's team. In addition, the majority of studies is conducted in developed countries and may not reflect the reality for Brazilian athletes. Therefore, there is a paucity of data concerning athletes from developing countries. It is worth highlighting that in recent years Brazil has been inserted in the world sports agenda, hosting major events such as the football World Cup and the Olympic and Paralympic Games. This is a unique moment for the human and scientific development of the country in the framework of sport.

Considering the abovementioned aspects, it is very important to track dietary supplement consumption and comprehend the factors associated with this behavior in order to expand the body of knowledge on the nutritional aspects of athletes and to propose interventions involving health issues and nutritional education on

the indiscriminate use of these products. Therefore, the aim of this study was to determine the factors associated with dietary supplement consumption among Brazilian athletes.

METHODS

This study is part of the research Validation of Food Frequency Questionnaire for Athletes, which was a cross-sectional study conducted in NAFIMES (Physical Fitness, Metabolism and Health Center), from December 2013 to October 2014, aiming to assess the health, performance and nutritional and sports aspects of Brazilian professional athletes. In this study 182 athletes participated, aged 14 to 59 years, of both genders, and from 20 different sports.

Athletes were contacted directly through phone or e-mail and through indications from coaches or sporting federations. All athletes participated voluntarily; their identity was preserved, and received feedback on their evaluation. After receiving information about the study purposes, all athletes, or a responsible adult in the case of athletes under 18 years, signed a free and informed consent form. The research was approved by the Ethics Committee in research involving Human Beings of the Hospital Universitário Julio Müller.

QUESTIONNAIRE AND ASSESSMENTS

A questionnaire was developed to evaluate the current dietary supplement consumption among athletes. The first section included questions on sociodemographic factors such as age, gender, education, sport type, training phase and training hours. The second section consisted of questions about dietary supplements and pharmacological substances used. In this section, the athletes reported the name of the supplements, frequency and time of use in a table. To test the accuracy of the questionnaire, a 24-hour recall was applied in two different days. In this recalls, athletes were asked whether they had used any dietary supplements. The agreement between the questionnaire and the recalls was measured by Kappa coefficient. For the purpose of this study, supplements were defined according to the 1994 Dietary Supplement Health and Education Act (1) and Kreider et al. (6).

To assess the consumption of pharmacological substances the athlete was asked whether in the last 6 months he had consumed any of the listed substances, which were anabolic steroids, diuretics, stimulants, fat burners, and their examples. It was also allowed that the athlete would add the name of any other type of substances. The third and final section contained two questionnaires to evaluate body image (Body Shape Questionnaire, BSQ) (20) and muscle dysmorphia (Muscle Appearance Satisfaction Scale, MASS) (21). The questionnaire was filled by the athletes in our laboratory with supervision of a nutritionist, and the 24-h recalls were administered by trained undergraduates in Nutrition under registered nutritionist supervision.

Body weight and height were measured using a scale with graduation of 0.1 kg and a portable stadiometer accurate to

0.1 cm. To calculate the body mass index (BMI), the World Health Organization (WHO) classification (22) was adopted. Next, the estimation of body fat was performed through tetrapolar bioelectric impedance, brand InBody S10®. Body-composition measurements were performed with subjects barefoot, in light clothing and having avoided alcohol consumption and participation in intensive exercise in the previous 24 hours. In this paper, the dependent variable or outcome was "consumption of dietary supplements" and the independent variables investigated, together with their categories, are presented in table I.

Data processing was performed in Microsoft Excel (Microsoft Corporation TM, Redmond, Washington, USA), and the Statistical Package for Social Sciences (SPSS, version 17) and Stata (version 13) software were used for the statistical analysis. To verify associations between the outcome and each independent variable, the Pearson's Chi-squared test was used, and to identify statistically significant categories in each variable the crude prevalence ratio was estimated.

Variables that demonstrated associations with scores $p < 0.10$, using the Chi-square test, were selected for the adjusted Poisson multiple regression model with robust variance. Adjusted prevalence ratios with p -value < 0.05 remained in the final model. In all the prevalence ratios a 95% confidence interval (CI) and significance level of 5% ($p < 0.05$) were considered.

RESULTS

Of the 182 athletes participating in this study, the majority were male ($n = 151$, 83%) and with more than six years of sports career ($n = 107$, 59%). The greatest number of athletes participated in intermittent sports ($n = 77$, 42%) and combat sports ($n = 49$, 27%), compared to endurance sport ($n = 23$, 13%), power sport ($n = 18$, 10%) and others sports ($n = 15$, 8%). The power sport category included bodybuilders exclusively. The categorization for performance level revealed that 47% of the athletes competed at the municipal level, 32% competed at state level, 33% competed at the national level, 9% competed at the international level and only 2% declined to answer. Most of the athletes were in pre-competition period ($n = 123$). Others characteristics of the participants and sports distribution are shown in tables II and III.

The bivariate analysis (Table IV) shows that supplement consumption was higher in males ($PR = 1.76$, 95% CI: 1.01; 3.12, $p = 0.026$), aged 25 to 29 years ($PR = 2.19$, 95% CI: 1.45; 3.32, $p < 0.001$) and in those who work ($PR = 1.55$, 95% CI: 1.14; 2.11, $p = 0.005$). The prevalence of dietary supplement use increased by 48% among athletes who did not have medical care ($PR = 1.48$, 95% CI: 1.06; 2.08, $p = 0.015$). In addition, all power athletes were taking supplements. The prevalence of muscle dysmorphia was twice as high among athletes who consumed supplements ($PR = 2.0$, 95% CI: 1.62; 2.68, $p < 0.001$). Athletes with mild image disorder tended to consume more supplements ($PR = 1.62$; 95% CI: 1.17; 2.23, $p = 0.020$).

Athletes who took dietary supplements used more pharmacological substances ($PR = 2.28$; 95% CI: 1.79; 2.91, $p < 0.001$).

Table I. Definition of variables and categories adopted for data analysis

Independent variables	Categorization	Criteria
Gender	Male	Auto-response
	Female	
Age	14-19	Auto-response and classified according to Kim et al.
	20-24	
	25-29	
	> 30	
Education in years	≤ 8 years	Studying: elementary school, high school; higher education or post-graduation
	> 8 years	
Job	Yes	Performs compensated function
	No	
BMI	Malnutrition	Classification based on the criteria proposed by WHO
	Overweight	
	Obesity	
	Normal	
Consumption of pharmacological substances	Yes	Use of anabolic steroids, diuretics, stimulants, fat burners and other, for at least the previous 6 months
	No	
Consumption of alcohol	Yes	Consumption at least once in the last 30 days
	No	
BSQ	Mild concern	Score above 80 points characterizes image disorder
	Moderate concern	
	Severe concern	
	Normal	
MASS	Risk of MD	Score above 48 points characterizes risk of muscle dysmorphia
	Normal	
Modality	Endurance	Differentiation of modalities followed the criteria of Lun et al. and Braun et al.
	Power	
	Combat	
	Other sports	
	Intermittent	
Have health care provided by the team	Yes	Auto response
	No	
Phase the athlete was at the time of collection	Pre-competition	Auto response
	Post-competition	
	Competition	

BMI: Body-mass index; BSQ: Body Shape Questionnaire; WHO: World Health Organization; MASS: Muscle Appearance Satisfaction Scale; MD: Muscle dysmorphia.

Table II. Anthropometric characteristics and average training time of the participants (n = 182)

Age group	Gender	n	Age	Weight	Height	BMI	Body fat (%)	Practice (min/day)
			(years)	(kg)	(cm)	(kg/m ²)		
14-19	Male	46	17.2 ± 1.3	68.4 ± 10.4	175.7 ± 6.6	21.9 ± 2.4	10.9 ± 4.7	182.6 ± 73.4
	Female	17	15.5 ± 1.5	55.5 ± 4.2	159.1 ± 6.8	20.3 ± 2.3	19.1 ± 10.4	171.1 ± 59.7
20-24	Male	41	21.9 ± 1.6	80.6 ± 9.5	178.7 ± 6.7	25.2 ± 2.4	14.2 ± 5.5	198.0 ± 81.7
	Female	6	21.3 ± 1.5	52.0 ± 6.7	157.3 ± 4.2	21.5 ± 1.9	22.7 ± 7.6	170.0 ± 70.1
25-29	Male	39	26.9 ± 1.3	80.8 ± 11.6	177.7 ± 6.6	25.8 ± 3.6	15.3 ± 5.3	178.4 ± 83.0
	Female	4	26.3 ± 1.6	53.2 ± 2.8	168.0 ± 5.2	22.3 ± 1.5	21.8 ± 3.8	60.0 ± 53.6
≥ 30	Male	25	36.6 ± 4.5	85.7 ± 14.8	175.9 ± 7.3	27.6 ± 4.7	13.5 ± 12.0	146.4 ± 83.2
	Female	4	36.3 ± 8.6	63.3 ± 7.5	160.0 ± 2.2	21.5 ± 1.4	22.0 ± 10.8	195.0 ± 133.3
Overall		182	23.6 ± 7.2	73.8 ± 15.0	174.0 ± 9.2	24.0 ± 4.2	15.89 ± 7.0	180.8 ± 124.6

BMI: Body-mass index.

Table III. Distribution of sports among the sports categories

Endurance	22	Power	19	Intermittent	77	Combat	49	Other Sports	15
Triathlon	4	Bodybuilding	19	Volleyball	8	Taekwondo	6	Athletics	8
Cycling	2			Soccer	53	Karate	8	Shooting Sports	7
Swimming	16			Futsal	6	Judo	10		
				Beach volleyball	2	Kung Fu	7		
				Tennis	1	Jiu Jitsu	10		
				American Football	7	MMA	6		
						Boxing	1		
						Muay Thai	1		

All users of anabolic steroids and fat reducers took dietary supplements. With regard to users of stimulants and diuretics, 93% and 72.7%, respectively, also took supplements. There was no association between the use of supplements and BMI, education, alcohol consumption or training phase.

After adjusting for all variables included in the multivariate analysis model, the variables that remained associated with the use of supplements were male gender (PR = 1.68; 95% CI: 1.01; 2.78, $p = 0.044$), consumption of pharmacological substances (PR = 1.77; 95% CI: 1.37; 2.27, $p < 0.001$) and muscle dysmorphia (PR = 1.75; 95% CI: 1.37; 2.23, $p < 0.001$). The variable "have medical care provided by the team" remained in the final model as an adjustment variable (Table V).

DISCUSSION

In this study, consumption of supplements was associated with socio-demographic (gender, age, work), behavioral (use of phar-

macological substances), psychological (body image and muscle dysmorphia) and sport specific (power modes, having medical care) factors. In the multivariate analysis, the following remained associated with dietary supplement consumption: male sex, having muscle dysmorphia and using pharmacological substances.

In line with other studies in athletes (13,14), our findings showed that men are more likely to consume dietary supplements. Giannopoulou et al. (14) suggested that this differentiation is due to the primary source of information for the purchase of supplements. According to this author, men sought advice from their coaches while women asked the doctor, who may have given more cautious advice regarding the use these products. Indeed, in the bivariate analysis of the present study, having medical care was considered as a protective factor against supplement consumption among athletes. Perhaps without a support of qualified professionals, athletes tend to seek information from sources that are not always specialized in supplementation (3,13,16), such as the media, friends and coaches. Brazilian female tennis players who received counseling from a nutritionist did so through their

Table IV. Prevalence of supplement consumption among athletes, crude prevalence ratio, 95% confidence interval and p value

Independent variables	Prevalence % (n)	Crude PR	CI 95%	p
<i>Gender</i>				
Female	29.0 (09)	1		
Male	51.0 (77)	1.76	(1.01; 3.12)	0.026*
<i>Age</i>				
14-19	31.7 (20)	1		
20-24	48.9 (23)	1.54	(0.97; 2.45)	0.068
25-29	69.8 (30)	2.19	(1.45; 3.32)	< 0.001*
>30	44.8 (13)	1.41	(0.82; 2.43)	0.224
<i>Education in years</i>				
> 8 years	49.4 (79)	1		
≤ 8 years	33.3 (07)	0.67	(0.36; 1.26)	0.166
<i>Job</i>				
No	38.2 (39)	1		
Yes	59.5 (47)	1.55	(1.14; 2.11)	0.005
<i>BMI</i>				
Normal	43.6 (51)	1		
Malnutrition	20.0 (01)	0.46	(0.08; 2.68)	0.392
Overweight	53.2 (25)	1.22	(0.87; 1.71)	0.265
Obese	69.2 (09)	1.59	(1.05; 2.41)	0.079
<i>Consumption of pharmacological substances</i>				
No	38.5 (55)	1		
Yes	87.9 (29)	2.28	(1.79; 2.91)	< 0.001*
<i>Alcohol consumption</i>				
No	44.6 (50)	1		
Yes	54.7 (35)	1.22	(0.90; 1.66)	0.200
<i>BSQ</i>				
Normal	45.5 (70)	1		
Mild disorder	73.7 (14)	1.62	(1.17; 2.23)	0.020*
Moderate disorder	25.0 (01)	0.55	(0.10; 0.30)	0.628
Severe disorder	0 (0)	-	-	-
<i>MASS</i>				
Normal	40.0 (60)	1		
MD risk	83.3 (25)	2	(1.62; 2.68)	<0.001*
<i>Modality</i>				
Intermittent	40.3 (31)	1		
Endurance	56.5 (13)	1.4	(0.89; 2.20)	0.168
Force	100.0 (18)	-	-	< 0.001*
Combat	36.7 (18)	0.91	(0.58; 1.44)	0.692
Other sports	28.6 (02)	0.71	(0.21; 2.36)	0.699
<i>Medical care provided by staff</i>				
Yes	37.7 (29)	1		
No	56.0 (56)	1.48	(1.06; 2.08)	0.015*
<i>Phase</i>				
Pre-competition	48.0 (59)	1		
Post-competition	64.7 (11)	1.35	(0.91; 2.00)	0.196
Competition	40.0 (16)	0.83	(0.55; 1.27)	0.380

*p-value < 0.05; PR: Prevalence ratio; CI: Confidence interval; BMI: Body-mass index; BSQ: Body Shape Questionnaire; MASS: Muscle Appearance Satisfaction Scale; MD: Muscle dysmorphia.

Table V. Adjusted prevalence ratio and confidence intervals of factor associated with the consumption of dietary supplements

Independent variables	Adjusted PR	CI 95%	p
Gender			
Female	1.67	1	0.043*
Male		(1.02; 2.75)	
Consumption of pharmacological substances			
No	1.79	1	< 0.001*
Yes		(1.37; 2.35)	
Muscle Appearance Satisfaction Scale			
Normal	1.68	1	< 0.001*
MD risk		(1.30; 2.18)	
Medical care provided by staff			
Yes	1.17	1	0.369
No		(0.83; 1.65)	

*p-value < 0.05; PR: Prevalence ratio; CI: Confidence interval; MD: Muscle dysmorphia.

own will and not due to encouragement from their team (23). A study on Canadian athletes showed that they would prefer to have an individual consultation with a professional nutritionist (3).

Along the same lines as that reported in the literature (24-26), the findings of the present study revealed that dietary supplement users present an increased risk of using pharmacological substances. The aforementioned finding are also in agreement with the study by Backhouse et al. (24), who reported that dietary supplement users presented more positive attitudes toward doping because these athletes demonstrate a greater willingness to use a substance in order to change aesthetic appearance (e.g., increased muscle mass and/or weight loss). In the present study, the prevalence of banned substance use by the World Anti-Doping Agency (WADA) (27) was 18% (9.3% for anabolic steroids, 6% for diuretics, 7.7% for stimulants and 6.7% for fat burners). These values are higher than those found by Froiland et al. (25) (14.6%); however, the athletes that participated in the above-mentioned study were athletes of the first NCAA Division (National Collegiate Athletic Association), which has a strict anti-doping control, while bodybuilding athletes, who tend to use more of these substances, were included in the present study.

Within the classification of sports, bodybuilding was grouped in the power modality, which may explain the high percentage of consumption. The second most prevalent sport was intermittent sports (40.3%); this result contradicts previous studies, in which intermittent sports presented the least consumption of supplements (12,16). This difference may be due to the grouping of modalities as well as contradictory definitions of dietary supplements.

In the present study, the prevalence of dietary supplement use was higher in athletes with mild body image disorder. Regarding

muscle dysmorphia, dietary supplement users were demonstrated to be twice as likely to develop this disorder. Muscle dysmorphia is a body disorder characterized by excessive concern with body appearance, in which a person does not feel sufficiently strong and muscular (28).

This disorder is related to specific dietary patterns that include hyper protein diets and supplement use, and is also a gateway to the use of illicit substances (29). Athletes with muscle dysmorphia are usually involved in stressful sports or those that require strength, such as football, bodybuilding and weightlifting (30). In the present study 100% of the strength athletes were using dietary supplements, in line with the literature (3,31). Being that men mostly desire a progressive muscular hypertrophy (21,32), it is not surprising that dietary supplement use is related to a triad (male sex, use of pharmacological substances and muscle dysmorphia).

To our knowledge, this study is unique in demonstrating the association between supplementation consumption and image disorder as well as being one of the first studies conducted in Brazil that simultaneously focused on athletes from different modalities, and investigated the factors that may influence supplements consumption by athletes. However, some limitations of this study must be considered. The athletes who participated came from one region in Brazil, which may not report the true reality in the country. Another limitation is the use of a self-questionnaire, in which the athlete can omit or under/overestimate information. Nevertheless, this is a widely used tool in studies in this area (2,3,13,17). Furthermore, the *kappa* coefficient of 0.72 showed a substantial agreement of supplement use assessed by the questionnaire and the 24-hour recalls, applied to the athletes of this study on two non-consecutive days in the same week of the questionnaire (33).

The definition of dietary supplements is another limiting factor, considering that it can interfere with the results and confuse the comparison between studies. One final factor that may have influenced our results is the sample difference between men (83%) and women (17%).

Nonetheless, the results of this research clearly demonstrate the importance of nutritionists, coaches and other professionals working closely with athletes being aware of the use of supplements, since it is an alimentary behavior, which is possibly associated with other risky behaviors, not only to the health but also to the sporting career of these athletes, such as involuntary doping. In addition, it is advisable to consider the medical and psychological care of the athletes in order to identify the use of harmful substances or those banned by the World Anti-Doping Agency, and also to diagnose and treat image disorders, since many athletes use dietary supplements as an escape valve for achieving body satisfaction. More robust research designs are required to establish causal relationships between the use of supplements and various aspects of health and physical training of athletes. To conclude, male gender, the risk of muscle dysmorphia and the use of pharmacological substances are factors associated with the consumption of supplements by athletes and, therefore, should be considered in nutritional interventions. These results point to the possibility of a male athlete triad involving the use of nutritional supplements, pharmacological substances and image disorders.

Future research is needed to confirm this hypothesis in a larger group of athletes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was designed by HCGN and CFCR; data were collected and analyzed by HCGN, VBR, VLSF and MME; data interpretation and manuscript preparation were undertaken by HCGN, CAF, FCPR and CFCR. All authors approved the final version of the paper.

FUNDING

This research received a financial contribution from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil) and the National Council of Technological and Scientific Development (CNPq/Brazil) through research scholarships awarded to the participants of the research collection team.

REFERENCES

1. Act. U. S. Government Printing. DSHA: Congress passed the Dietary Supplement Health and Education. Mar 1994. p. 103-417.
2. Dietz P, Ulrich R, Niess A, Best R, Simon P, Striegel H. Prediction profiles for nutritional supplement use among young German elite athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2014;24:623-31.
3. Wiens K, Erdman KA, Stadnyk M, Parnell JA. Dietary supplement usage, motivation, and education in young, Canadian athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2014;24:614-23.
4. Tsitsimpikou C, Chrisostomou N, Papalexis P, Tsarouhas K, Tsatsakis A, Jamurtas A. The use of nutritional supplements among recreational athletes in Athens, Greece. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011;21(5):377-84.
5. Salgado JVV, Lollo PCB, Amaya-Farfan J, Chacon-Mikahil MPT. Dietary supplement usage and motivation in Brazilian road runners. *J Int Soc Sports Nutr* 2014;11(1):41.
6. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise. Sport nutrition review: Research. Recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* 2010;7(1):7.
7. Maughan R. The athlete's diet: Nutritional goals and dietary strategies. *Proc Nutr Soc* 2007;61(01):87-96.
8. Maughan RJ, King DS, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci* 2004;22(1):95-113.
9. Lawson KA, Wright ME, Subar A, Mouw T, Hollenbeck A, Schatzkin A, et al. Multivitamin use and risk of prostate cancer in the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study. *J Natl Cancer Inst* 2013;99(10):754-64.
10. Geyer H, Parr M, Koehler K. Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *J Mass Spectrom* 2008;43:892-902.
11. Maughan RJ. Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. *J Nutr* 2013;143(11):1843S.
12. De Silva A, Samarasinghe Y, Senanayake D, Lanerolle P. Dietary supplement intake in national-level Sri Lankan athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20(1):15-20.
13. Diehl K, Thiel A, Zipfel S, Mayer J, Schnell A, Schneider S. Elite adolescent athletes' use of dietary supplements: Characteristics, opinions, and sources of supply and information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012;22(3):165-74.
14. Giannopoulou I, Noutsos K, Apostolidis N, Bayios I, Nassis GP. Performance level affects the dietary supplement intake of both individual and team sports athletes. *J Sport Sci Med* 2013;12(1):190-6.
15. Kim J, Kang S, Jung H, Chun Y, Trilk J, Jung SH. Dietary supplementation patterns of Korean olympic athletes participating in the Beijing 2008 Summer Olympic Games. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011;21(2):166-74.
16. Lun V, Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012;22(1):31-7.
17. Walsh M, Cartwright L, Corish C, Sugrue S, Wood-Martin R. The body composition, nutritional knowledge, attitudes, behaviors, and future education needs of senior schoolboy rugby players in Ireland. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011;21(5):365-76.
18. Rubio K, Nunes AV. Comportamento de risco entre atletas: Os recursos ergogênicos e o doping no Século XXI. *Rev Bras Psicol do Esporte* 2010;3(4):147-60.
19. Molinero O, Márquez S. Use of nutritional supplements in sports: Risks, knowledge, and behavioural-related factors. *Nutr Hosp* 2009;24(2):128-34.
20. Di Pietro M, Da Silveira DX. Internal validity, dimensionality and performance of the Body Shape Questionnaire in a group of Brazilian college students. *Rev Bras Psiquiatr* 2009;31(1):21-4.
21. Pope HG, Gruber AJ, Choi P, Olivardia R, Phillips KA. Muscle dysmorphia. An underrecognized form of body dysmorphic disorder. *Psychosomatics* 1997;38(6):548-57.
22. World Health Organization. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995;854:1-452.
23. Coelho GMD, De Farias MLF, De Mendonça LMC, De Mello DB, Lanzillotti HS, Ribeiro BG, et al. The prevalence of disordered eating and possible health consequences in adolescent female tennis players from Rio de Janeiro, Brazil. *Appetite* 2013;64:39-47.
24. Backhouse SH, Whitaker L, Petróczi A. Gateway to doping? Supplement use in the context of preferred competitive situations, doping attitude, beliefs, and norms. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23(2):244-52.
25. Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L. Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2004;104-20.
26. Papadopoulos FC, Skalkidis I, Parkkari J, Petridou E. Doping use among tertiary education students in six developed countries. *Eur J Epidemiol* 2006;21(4):307-13.
27. World Anti-Doping Agency. *World Anti-doping Code* 2015. 2015;1-156.
28. Assunção SSM. Dismorfia muscular. *Rev Bras Psiquiatr* 2002;24:80-4.
29. Azevedo AP, Ferreira AC, Da Silva PP, Caminha I de O, De Freitas CM. Dismorfia muscular: A busca pelo corpo hiper musculoso. *Motricidade* 2012;8(1):53-66.
30. Leone JE, Sedory EJ, Gray KA. Recognition and treatment of muscle dysmorphia and related body image disorders. *Journal of Athletic Training* 2005;352-9.
31. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci* 2007;25(Suppl. 1):S103-13.
32. McCreary DR, Hildebrandt TB, Heinberg LJ, Boroughs M, Thompson JK. A review of body image influences on men's fitness goals and supplement use. *Am J Mens Health* 2007;1(4):307-16.
33. Byrt T. How good is that agreement? *Epidemiology* 1996;7(5):561.



Trabajo Original

Otros

Efecto de esteroides vegetales en la reducción del colesterol plasmático: ensayo clínico, controlado, aleatorizado, cruzado y doble ciego

Effect of plant sterols in reducing plasma cholesterol: crossover double-blind randomized clinical trial

Ismael San Mauro-Martín^{1,6}, Luis Collado-Yurrita¹, Javier Andrés Blumenfeld-Olivares², María Ángeles Cuadrado-Cenzual³, María Elisa Calle-Purón⁴, Marta Hernández-Cabria⁵, Elena Garicano-Vilar⁶, Eva Pérez-Arruche², Esperanza Arce-Delgado² y María José Ciudad-Cabañas¹

¹Departamento de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ²Hospital Universitario El Escorial. Madrid. ³Unidad de Análisis Clínicos. Hospital Universitario Clínico San Carlos. Madrid. ⁴Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ⁵Departamento de Nutrición. Corporación Alimentaria Peñasanta S.A. Asturias. ⁶Centros de Investigación en Nutrición y Salud S.L. Madrid

Resumen

Introducción: la hipercolesterolemia es uno de los principales factores de riesgo en la enfermedad cardiovascular. Los esteroides vegetales se han postulado como agentes reguladores y beneficiosos para el control de esta.

Objetivo: analizar el efecto de los esteroides vegetales añadidos en una leche en la reducción del colesterol plasmático en adultos jóvenes.

Métodos: ensayo clínico, controlado, aleatorizado, doble ciego y cruzado. Los esteroides (2,24 g diarios) fueron administrados en dos tomas de 350 ml de una leche comercial desnatada, durante dos periodos de 3 semanas, separados por una "fase de lavado" de 2 semanas, en el grupo experimental. Al grupo control se le administró la misma cantidad de leche desnatada, sin esteroides. Tanto al inicio como al final de cada periodo de intervención se extrajeron muestras sanguíneas. Se analizaron la composición corporal, hábitos de salud y los siguientes marcadores sanguíneos: perfil lipídico, hematológico, inflamación, etc.

Resultados: se incluyeron 54 personas en el estudio con una edad media de $38,8 \pm 7,3$ años. La diferencia porcentual entre los marcadores basales y finales para el colesterol total, colesterol-LDL, colesterol-HDL, triglicéridos y colesterol no-HDL fueron del 9,73%, 12,5%, 1,9%, 3,15% y 13,2%, respectivamente. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control, para todos los marcadores analizados excepto para los triglicéridos.

Conclusión: los esteroides vegetales suministrados en un alimento de consumo habitual, como la leche, pueden ser una estrategia terapéutica no farmacológica para el control de la hipercolesterolemia de alto interés sanitario.

Palabras clave:

Colesterol. Riesgo cardiovascular. Esteroides vegetales. Lipoproteínas de baja densidad (LDL).

Abstract

Introduction: Hypercholesterolemia is one of the most relevant risk factors in cardiovascular disease, and plant sterols have been postulated as beneficial regulator agents for the control of the disease.

Objective: Analyze the effect of added plant sterols in milk in reducing plasma cholesterol in young adults.

Methods: A randomized, clinical controlled trial, double-blind crossover study. Sterols (2.24 g per day) were administered in two doses of 350 ml of commercial skimmed milk, during two phases of three weeks respectively separated by a washout period of 2 weeks, in the experimental group. The same amount of skimmed milk was administered to the control group, but with no sterols. At the beginning and end of each phase blood draws were performed. Anthropometric data and health habits were analyzed and the following blood laboratory markers: lipid profile, hematology, inflammation, etc. were collected.

Results: Fifty four people were included in the study with an average age of 38.8 ± 7.3 years. Differences between baseline and final scores percentage were 9.73 %, 12.5 %, 1.9 %, 3.15 % y 13.2 % for total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, triglycerides and No HDL-cholesterol, respectively. Statistically significant differences were found between the experimental group and the control group for all biomarkers analyzed except for triglycerides.

Conclusion: Plant sterols supplied in commonly consumed food, such as milk, may be a non- pharmacological therapeutic strategy of hypercholesterolemia with high health interest.

Key words:

Cholesterol. Cardiovascular risk. Plant sterols. Low density lipoproteins (LDL).

Recibido: 16/09/2015

Aceptado: 27/10/2015

San Mauro-Martín I, Collado-Yurrita L, Blumenfeld-Olivares LA, Cuadrado-Cenzual MA, Calle-Purón ME, Hernández-Cabria M, Garicano-Vilar E, Pérez-Arruche E, Arce-Delgado E, Ciudad-Cabañas MJ. Efecto de esteroides vegetales en la reducción del colesterol plasmático: ensayo clínico, controlado, aleatorizado, cruzado y doble ciego. Nutr Hosp 2016;33:685-691

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.279>

Correspondencia:

Ismael San Mauro Martín. Departamento de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Plaza de Ramón y Cajal s/n. 28030 Madrid
e-mail: ismasmm@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un concepto genérico que agrupa patologías que afectan al corazón y al sistema vascular (1).

Actualmente las ECV son la principal causa de fallecimiento en el mundo, representando el 30% de todas las muertes (2), también en España (3).

La prevención y el manejo de la placa de ateroma, producido por el aumento de las concentraciones séricas de lipoproteínas de baja densidad de colesterol (LDL-c), se ha referido como uno de los principales factores de riesgo (4), y el uso de esteroides vegetales (EV) se ha postulado como una de las posibles estrategias de prevención (4-6).

Los EV son componentes bioactivos con funciones similares a la del colesterol en mamíferos. Son alcaloides esteroidales que difieren del colesterol en la cadena lateral. Las principales fuentes alimenticias de EV son aceites vegetales, margarinas, pan, cereales, frutas, hortalizas y frutos secos (7). Los más abundantes son el sitosterol y el campesterol, que representan un 80% de la ingesta de EV (8).

Los fitosteroides son conocidos por reducir el nivel de las LDL-c en suero sin modificar el de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) o triglicéridos (TG) (9,10). El consumo diario de alimentos enriquecidos con fitosteroides se utiliza ampliamente como una opción terapéutica para reducir el nivel de LDL-c en plasma y, por tanto, el riesgo de la enfermedad aterosclerótica (9).

Los expertos de la European Food Safety Authority (EFSA) confirman que el colesterol en sangre puede reducirse en un promedio de 7 a 10,5% si una persona consume de 1,5 a 2,4 g de EV/día; efecto observado generalmente dentro de las primeras 2-3 semanas. Los estudios a medio y largo plazo, de hasta 85 semanas, muestran que el efecto podría sostenerse durante todo ese período (11).

El efecto reductor de los EV sobre los niveles de colesterolemia se cree que ocurre, al menos en parte, por un mecanismo de competencia entre el colesterol biliar y el de la dieta, en las micelas mixtas (9). Esta competencia reduce la absorción intestinal entre un 20 y un 80% (4).

En las células del intestino, los EV se incorporan a las micelas mixtas. En la membrana del borde en cepillo, los esteroides se liberan de las micelas y se transportan dentro de la célula a través del transportador Niemann-Pick C1-like1. Una vez absorbidos, se metabolizan de diferentes maneras. La mayor parte de los EV sin colesterol internalizado retornan al lumen intestinal a través del ABCG5/ABCG8. Sin embargo, una proporción significativa del colesterol internalizado se somete a esterificación. El colesterol esterificado, junto con cantidades más pequeñas de EV sin colesterol esterificado, se incorporan a los quilomicrones emergentes que entran en el sistema linfático y en la circulación (8). Los alimentos con cantidades adicionales de EV causan una inhibición significativa de la absorción de colesterol, probablemente a través de la interrupción de la etapa de solubilización intraluminal (9,12).

Algunos metaanálisis (13-17) sostienen cómo el consumo de EV en alimentos enriquecidos reduce eficazmente las concentraciones en plasma de LDL-c y colesterol total (CT), manteniendo además los niveles de HDL-c.

OBJETIVO

Analizar el efecto de los esteroides vegetales añadidos en una leche en la reducción del colesterol plasmático en adultos jóvenes.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO

Ensayo clínico, controlado, aleatorizado, doble ciego y cruzado, realizado en dos hospitales de la Comunidad de Madrid, Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid y el Hospital del Escorial de Madrid. Previo al inicio, fue presentado y aprobado por sus respectivos comités de bioética. Antes del estudio, los participantes recibieron la información sobre la finalidad del mismo y firmaron el consentimiento informado. Se realizaron dos fases de tres semanas cada una, separadas por un periodo de lavado de 2 semanas, pasando cada participante por ambas fases. Al inicio y al final de cada fase se realizaron extracciones de sangre. Durante un periodo de 3 semanas los sujetos ingirieron 2 vasos diarios de leche de 350 ml, administrando en ellos una cantidad de 2,24 g de EV diarios, para aquellos sujetos en el grupo experimental; y la misma cantidad de leche desnatada sin EV, al grupo control. Los EV fueron ingeridos con la leche comercial Naturcol (suministrada por la empresa Corporación Alimentaria Peñasanta S.A.), disponible en el mercado durante todo el estudio. Las leches fueron envasadas en blanco sin conocer ni sujetos ni investigadores el tipo de leche, diferenciadas únicamente por el color del tapón. Se usaron tablas de aleatorización por números para la asignación de grupos.

Los criterios de inclusión fueron: hombre y mujer, edad 18-50 años, CT > 200 mg/dl y/o TG > 150 mg/dl. Los criterios de exclusión: CT < 200 mg/dl, patología cardíaca (ictus, infarto de miocardio, angina de pecho), intolerancia a la lactosa, alergia a la proteína de leche de vaca, alergia a EV, obesidad (índice de masa corporal [IMC] > 30) o tratamiento farmacológico para el control del colesterol o TG: fibratos, estatinas, etc.

TAMAÑO MUESTRAL

El cálculo de los participantes se hizo para una diferencia $\pm$ 15% del CT, teniendo en cuenta una desviación estándar de 35 mg/dl, para un intervalo de confianza del 95% y una potencia del 90%, y una tasa de pérdida del 10%.

ANÁLISIS CLÍNICOS

La extracción de muestras para las pruebas analíticas se llevaron a cabo por personal sanitario, tras 12 horas de ayuno, en la Unidad de Análisis Clínicos del Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid y del Hospital del Escorial y el Centro de Especialidades San Carlos de San Lorenzo del Escorial, siguiendo el protocolo estándar (18-20).

VARIABLES Y FACTORES DE ESTUDIO

Los cuestionarios y el estudio antropométrico fueron realizados por un único investigador, entrenado, estandarizando previamente unos criterios de uniformidad y metodología a seguir. Las variables de estudio se incluyeron en un cuestionario *ad hoc*: género, edad, historial clínico y farmacológico, calidad de sueño, hábitos de salud, hábitos tóxicos como tabaco y alcohol, hábito intestinal, frecuencia de consumo de alimentos y actividad física. Además se midió el peso, la talla, perímetro de la cintura, IMC, % de grasa, % de grasa visceral, masa libre de grasa (kg) y % de agua. El peso, el IMC y la composición corporal se determinaron a través de una bioimpedancia eléctrica, tetrapolar, multifrecuencia (20 y 100 kHz), InBody Modelo 230. Para la medición se siguió el protocolo habitual estándar y las recomendaciones del fabricante. Para el perímetro de cintura se usó una cinta métrica flexible, no elástica, metálica y de anchura inferior a 0,1 mm-150 cm.

Los marcadores analíticos fueron: perfil lipídico (CT, HDL-c, LDL-c, TG, hematología [recuento de series blanca y roja]), glucosa e insulina, proteína C reactiva.

Además, se tuvieron en cuenta factores de confusión con una tabla de afinidad al cumplimiento de la ingesta (> 95%), y con un registro de frecuencias de consumo de alimentos para controlar la ingesta de alimentos que pueden influir en el metabolismo del colesterol al alza y a la baja; y control sobre la no modificación de los hábitos basales durante el ensayo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS 21.0. En primer lugar se realizó un análisis descriptivo de los datos sociodemográficos, antropométricos y de los valores lipídicos basales y finales bajo la ingesta de Naturcol y placebo. También se estudió la normalidad de los valores lipídicos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para analizar la eficacia de las ingestas de Naturcol y placebo se calculó la diferencia en los valores lipídicos antes y después de la ingesta, aplicándose la prueba T de Student para muestras relacionadas o la prueba de rangos con signo de Wilcoxon en función del cumplimiento del supuesto de normalidad de las variables dependientes. La eficacia de la intervención se ha comprobado mediante la comparación de las diferencias (final-basal) de las ingestas de la leche con EV y placebo, aplicándose para ello la prueba T de Student para mues-

tras relacionadas o la prueba de rangos con signo de Wilcoxon en función del cumplimiento del supuesto de normalidad de los incrementos lipídicos. Se calculó el tamaño del efecto como el cociente de la diferencia de medias con la desviación típica basal o leche con EV en su caso. El nivel de significación aplicado fue del 5%.

Este estudio siguió los principios éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki, las recomendaciones de la buena práctica clínica, la actual legislación española que regula la investigación clínica en humanos, protección de datos personales y bioéticos (Decreto Real 561/1993 sobre ensayos clínicos y 14/2007, 3 Julio para la investigación biomédica).

RESULTADOS

De los 59 participantes iniciales, 3 fueron excluidos por incumplimiento del tratamiento o de la metodología empleada, y 2 no completaron el ensayo, por lo que no se pudieron incluir en los resultados finales. Finalmente, 54 personas culminaron el estudio, 30 mujeres y 24 hombres, con una edad media de 38,8 ($\pm$ 7,3) años. Se comprobó la normalidad de las variables y que no presentaban diferencias significativas entre edad, peso, talla, género e IMC. Las características descriptivas de los sujetos se refleja en la tabla I.

Tras la ingesta de las dos fases, observamos diferencias significativas entre la leche con EV y la leche placebo (Fig. 1). En la tabla II se representan los valores de los marcadores en el momento inicial y final de cada periodo.

Teniendo en cuenta la fase de 3 semanas de ingesta de la leche con EV, la diferencia entre los marcadores basales y finales son de 23,7 $\pm$ 23,04 mg/dl, 21,7 $\pm$ 22,84 mg/dl, 1,4 $\pm$ 10,07 mg/dl, 6,8 $\pm$ 54,07 mg/dl y 23,9 $\pm$ 22,43 para el CT, el LDL-c, el HDL-c, los TG y el colesterol no HDL, respectivamente. Esto supone una reducción del 9,73%, 12,5%, 3,15% y 13,2% para el CT, LDL-c, TG y colesterol no HDL, respectivamente (Tabla III). Sin sufrir cam-

Tabla I. Estadísticos descriptivos de la muestra

	Hombres (n = 24) M ($\pm$ DE)	Mujeres (n = 30) M ($\pm$ DE)
Edad (años)	38,8 (7,3)	
Peso (kg)	76,8 (11,5)	61,5 (7,7)
Talla (m)	1,76 (0,5)	1,64 (0,7)
IMC	24,7 (3,3)	22,8 (2,6)
Grasa total (%)	20,5 (6,4)	29,7 (6,2)
Grasa visceral (kg)	7,8 (4,4)	6,5 (4,3)
Músculo (kg)	40,9 (13,4)	29,4 (10,9)

Las medias (M), con su desviación estándar (DE), de las variables antropométricas según el género. Muestra, peso, talla, IMC, grasa total, grasa visceral y músculo.

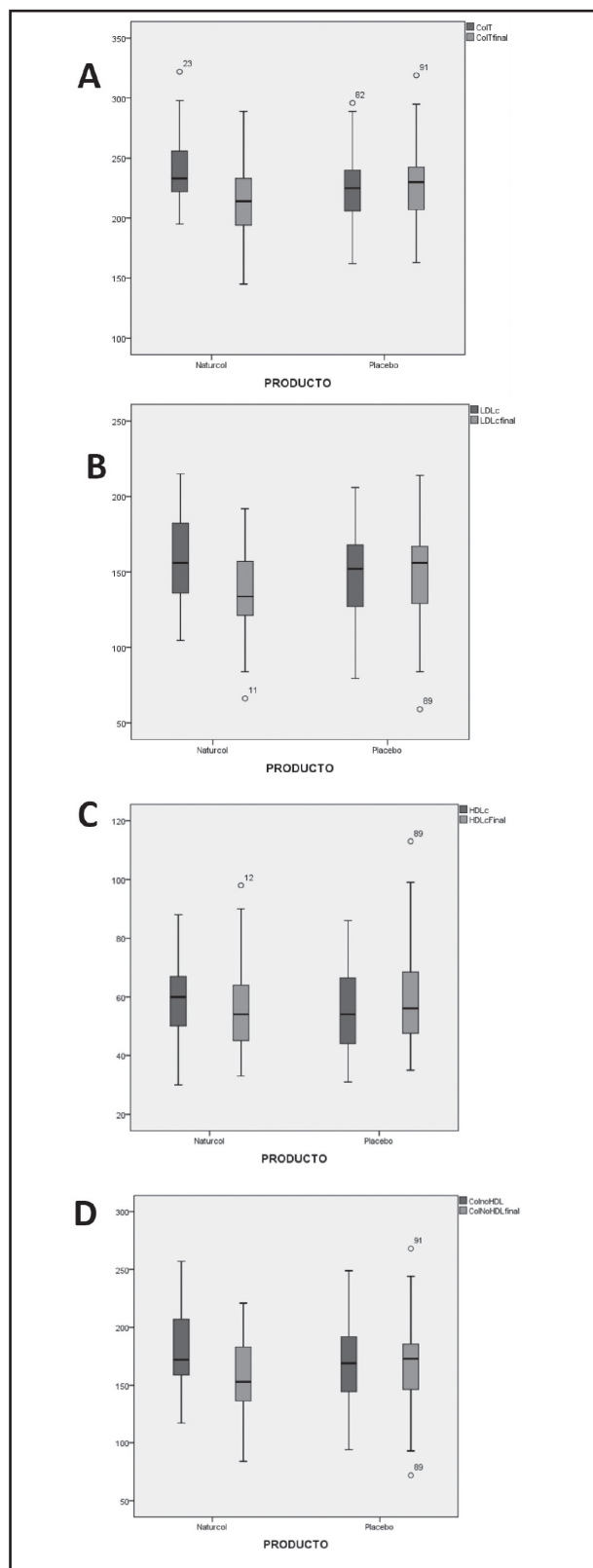


Figura 1.

Diferencias entre la medida inicial, en gris oscuro, y la final, en gris claro, para CT (A), LDL-c (B), HDL-c (C), y colesterol no HDL (D) entre el tratamiento con Naturcol (leche con EV) y placebo.

Tabla II. Comparación de los valores basales y finales de los grupos Naturcol y placebo

	Naturcol		Placebo	
	Basal M (DE)	Final M (DE)	Basal M (DE)	Final M (DE)
CT mg/dL	236,8 (26,6)	213,6 (28,6)	225,9 (31,6)	228,6 (31,4)
LDL-c mg/dL	158,8 (29,2)	137,1 (26,6)	148,2 (31,4)	148,5 (32,6)
HDL-c mg/dL	57,9 (13,9)	56,5 (14,6)	56,2 (14,2)	59,1 (16,4)
TG mg/dL	99,4 (43,9)	92,6 (39,2)	98,6 (45,3)	97,8 (47,1)
Colesterol no HDL	179,5 (31,4)	155,6 (32,0)	168,7 (34,9)	168,9 (39,1)

Las medias (M), con su desviación estándar (DE), de las variables CT, LDL-c, HDL-c, TG, CT no HDL, expresadas en miligramos por decilitro, para la leche con EV y el placebo.

Tabla III. Diferencias en el porcentaje de reducción de cada marcador durante el tratamiento

	Tratamiento		p ANOVA
	Naturcol % (DE)	Placebo % (DE)	
Colesterol total	9,73 (9,7)	-1,46 (10,8)	< 0,001
LDL-c	12,5 (13,5)	-1,88 (18,09)	< 0,001
HDL-c	1,9 (8,2)	-3,4 (9,97)	0,02
TG	3,15 (29,3)	-0,613 (31,0)	0,547
Colesterol no HDL	13,2 (12,5)	-0,56 (16,59)	< 0,001

Las medias del porcentaje (%), con su desviación estándar (DE), de las diferencias (inicial-final), de las variables CT, LDL-c, HDL-c, TG, colesterol no HDL, para la leche con EV y el placebo.

bios considerables en las fracciones de HDL-c, $1,4 \pm 10,07$ mg/dl para Naturcol, y un aumento de 3,9 mg/dl en el placebo (3,4%).

Los TG no siguieron una distribución normal y, por tanto, para comparar las medias de los grupos de tratamiento durante el estudio se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para 2 muestras relacionadas. Los resultados obtenidos mostraron que no había diferencia estadísticamente significativa entre los rangos de la variable TG al inicio y al final del estudio en cualquiera de los dos grupos de tratamiento. Tampoco hubo diferencias significativas entre los rangos de cada grupo de tratamiento al inicio y al final del estudio. Por tanto, el tratamiento con EV no produjo una reducción en los niveles de TG significativamente diferente con respecto al grupo placebo.

Se desarrolló un diseño cruzado, por lo que al tratarse de los mismos sujetos, no se deberían encontrar diferencias significativas entre las medias basales de los dos grupos de tratamiento si el periodo de lavado ha sido lo suficientemente largo como para partir de unas condiciones basales, en la segunda fase del

estudio, similares a las condiciones del inicio del estudio. Esto es debido a que las diferencias entre sujetos hiporrespondedores, normorrespondedores e hiperrespondedores, desaparecen. Sin embargo, se realizó la prueba T de Student para muestras relacionadas y se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los resultados de colesterol total de los dos grupos al inicio del estudio. Lo mismo sucedió con LDL-c y colesterol no-HDL. Por tanto, se debe investigar si estas diferencias se deben al efecto de arrastre del tratamiento asignado en la primera fase.

DISCUSIÓN

Revisada la literatura científica de los últimos años, observamos que hay importantes estudios valorando el beneficio del consumo de EV sobre los marcadores del riesgo cardiovascular, como ya concluía un metaanálisis de más de 40 ensayos clínicos (21).

Rocha M y cols. (2011) (22) exponen cómo la mayoría de los estudios consiguen una reducción del 8-14% de LDL-c, siendo las mejores dosis entre 2 y 2,5 g, sin encontrarse mayor beneficio al superar estas dosis, siendo necesario al menos 0,8-1 g/día para que se obtenga una mínima reducción de LDL-c. Por ello, la Food and Drug Administration y la European Food Safety Authority (EFSA) recomiendan no superar dosis de 3 g/día, ya que dosis superiores no presentan ninguna ventaja. Tan solo se recomienda el control de la ingesta de EV a personas que padecen sitosterolemia (23). Parte de la variabilidad de los resultados se debe entre otros motivos al uso de distintos esteroides, a los distintos tiempos de ingesta, distintos niveles basales de colesterol, a la existencia o no de control de dieta complementaria y a cambios de hábitos durante el ensayo, a la matriz usada, el momento de ingesta y a la dosis administrada. Esta variabilidad va desde el 5 al 25% de descenso de LDL-c (22).

Actualmente los productos funcionales incluyen una dosis única de 2 g/día, por lo que parte de los ensayos más recientes arrojan eficacia en este formato. Otros trabajos (24) han basado su objetivo en comparar la eficacia dependiente de la dosis, concluyendo que una dosis única era igual de eficaz que 3 dosis/día.

Los alimentos enriquecidos en EV poseen un efecto reductor del LDL-c bien documentado (25), además de una reducción eficaz de las concentraciones de CT, y un aumento de las concentraciones de EV en plasma (26).

Clifton PM y cols. (2004) (27), que analizaron las diferencias del uso de los EV en distintas matrices, concluyeron que la matriz del alimento donde se incluyen puede ser determinante en los resultados. Así, los niveles de CT y LDL-c en suero se redujeron significativamente por el consumo de alimentos enriquecidos en fitoesteroides: con leche (8,7 y 15,9%, respectivamente) y con yogur (5,6 y 8,6%, respectivamente). Los niveles de LDL-c en suero disminuyeron significativamente un 6,5% con el pan y un 5,4% con el cereal. Ambos fueron significativamente menos eficaces que la leche enriquecida con EV ($p < 0,001$). Las matrices en las que se obtiene mejor efecto en la reducción del LDL-c, por orden, son: la leche, el yogur, el pan y los cereales.

San Mauro Martín I y cols. (2014) (6) determinaron la eficacia de una leche enriquecida en fitoesteroides (2,24 g/día) para la disminución de marcadores de ECV, en un diseño clínico, doble ciego y cruzado de 2 fases de intervención de 3 semanas respectivamente y separadas por un periodo de lavado de 2 semanas. Las diferencias entre los marcadores basales y finales para el LDL-c, CT y TG fueron de $19,47 \pm 29,10$ mg/dl ($p = 0,009$), $24,47 \pm 30,68$ mg/dl ($p = 0,003$), respectivamente.

Casas-Agustench P y cols. (2012) (28) examinaron los efectos de la leche desnatada (LD) con EV (0,1% de grasa láctea) y la leche semidesnatada (LS) con grasa vegetal (GV) (0,1% de grasa láctea más 1,5% de grasa vegetal) sobre los lípidos y los esteroides séricos en individuos hipercolesterolémicos. Cuarenta y tres sujetos con LDL-c $> 1,300$ mg/l fueron asignados aleatoriamente a 3 periodos de tratamiento (control LD, LD-EV y LS-GV), de 4 semanas, con 500 ml de leche con o sin 3-4 g de ésteres de EV (2 g de EV libres). Comparado con el control, el LDL-c se redujo en un 8 y 7,4% ($p < 0,015$, ambos) en los periodos de LD-EV y LS-GV, respectivamente. El ratio de latosterol:colesterol sérico aumentó un 11-25%, mientras que los ratios sitosterol:colesterol y campesterol:colesterol aumentaron un 70-120% con ambas leches fortificadas.

Sin embargo, la eficacia relativa de los EV como suplementos (cápsulas), en comparación con otras formas dietéticas, todavía necesita ser determinada. El análisis detallado de Amir Shaghghi y cols. (2013) (25) no mostró diferencias significativas entre el efecto reductor del LDL-c de los suplementos de EV (-12 mg/dl; 95% IC -0,39 a -0,24; $p < 0,0001$) vs. los alimentos enriquecidos con EV (-12 mg/dl; 95% IC -0,35 a -0,27; $p < 0,0001$). Pero el consumo de suplementos sí disminuyó las concentraciones de LDL-c en 12 mg/dl (IC del 95%: -0,39 a -0,23; $p < 0,000$) en comparación con el placebo.

Un estudio (29) de diseño y resultados similares al nuestro, con 19 sujetos y 2 periodos de administración de EV, de 15 y 30 días, obtuvo una disminución parecida, en ambos periodos, de los niveles de LDL-c iniciales y finales, obteniéndose unas reducciones de un 9,61% y un 6,69%, respectivamente. En otro estudio (30) con un grupo de dieta y un grupo con suplemento de EV (2 g/día) se evidenció en este último una disminución significativa en el CT (6,4%) y LDL-c (9,9%).

Al igual que otros autores (31,32), hemos analizado si la eficacia de los EV es dependiente de los niveles basales de los sujetos, encontrando mayor descenso de LDL-c cuanto mayor es el nivel basal al inicio del tratamiento.

En el metaanálisis de Ras RT y cols. (2014) (33) se incluyeron 124 estudios. Se administraron EV y estanoles vegetales en 129 y 59 estratos, respectivamente; los restantes utilizaron una mezcla de ambos. La dosis media de fitoesteroides fue de 2,1 g/día. La toma de 0,6 a 3,3 g/día de fitoesteroides redujo gradualmente, en promedio, un 6-12% las concentraciones de LDL-c. Cuando se analizaron por separado los EV y estanoles vegetales se observaron relaciones claras y comparables dosis-respuesta.

Musa-Veloso K y cols. (2011) (34) observaron que las reducciones máximas de LDL-c por los EV (16,4%) y el éster de estanol vegetal (17,1%) fueron significativamente mayores que las reduc-

ciones máximas de LDL-c obtenidas por los EV (8,3%) y el éster de esteroles vegetal (8,4%).

Hasta hace poco se creía que los EV tenían poco o ningún impacto sobre TG en sangre. Sin embargo, los estudios realizados individualmente carecían posiblemente del poder estadístico para detectar las modestas disminuciones de TG. Nuestros resultados no exponen diferencias significativas al respecto. Sin embargo, un análisis en profundidad sobre el tema es el de los doce ensayos aleatorios controlados, analizados por Demonty I y cols. (2013) (35).

Con respecto al posible efecto de arrastre y el posible efecto de comienzo en el grupo control o en el de estudio, se tuvo en cuenta que el proceso de metabolismo, excreción y, por tanto, funcionalidad del esteroles en el humano no es superior a 2 días (36); además de implantar un sistema de lavado de 2 semanas, acorde con otras experiencias similares con buenos resultados (6,37,38).

CONCLUSIÓN

Según los resultados, se puede afirmar que una dosis diaria de 2,24 g de EV suministrados en leche, pueden representar una estrategia terapéutica, no farmacológica, de control y manejo de la hipercolesterolemia.

AGRADECIMIENTOS

A CAPSA por su colaboración. A la Unidad de Análisis Clínicos del Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid. Al Departamento de Medicina, UCM, al Hospital el Escorial y centro de especialidades San Carlos del Escorial. A Microcaya S.A.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Este estudio siguió los principios éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki (revisado Hong-Kong en Septiembre, 1989 y en Edimburgo, Escocia en 2000), las recomendaciones de la buena práctica clínica EEC (documento 111/3976/88, Julio 1990), la actual legislación española que regula la investigación clínica y biomédica en humanos, protección de datos personales y bioéticos (Decreto Real 561/1993 sobre ensayos clínicos y 14/2007, 3 Julio para la investigación biomédica).

BIBLIOGRAFÍA

- World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). Actualizado: enero de 2015. Citado 10 marzo 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>
- World Health Organization. Global status report on non communicable diseases. Geneva; 2010. Citado 10 marzo 2015. Disponible en: http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf
- De Oya M. Colesterol-HDL y mortalidad cardiovascular en España. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51:988-90.
- San Mauro Martín I, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ, Cuadrado Cenual MA, Hernández Cabria M, Calle Purón ME. Manejo del riesgo de enfermedad cardiovascular con leche enriquecida en esteroles en población joven adulta; ensayo clínico controlado aleatorizado y cruzado. *Nutr Hosp* 2014;30(4):945-51.
- National Institutes of Health. 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). 2002. Available at: <http://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/resources/heart/atp3full.pdf>
- Alonso Karlezi RA, Mata Pariente N, Mata López P. Control de las hiperlipemias en la práctica clínica. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006;6(G):24-35.
- Peñalvo JL, Oliva B, Sotos-Prieto M, Uzhova I, Moreno-Franco B, León-Latre M, et al. La mayor adherencia a un patrón de dieta mediterránea se asocia a una mejora del perfil lipídico plasmático: la cohorte del *Aragon Health Workers Study*. *Rev Esp Cardiol* 2015;68:290-7.
- Gylling H, Plat J, Turley S, Ginsberg HN, Ellegård L, Jessup W, et al. Plant sterols and plant stanols in the management of dyslipidaemia and prevention of cardiovascular disease. *Atherosclerosis* 2014;232(2):346-60.
- Matthan NR, Zhu L, Pencina M, D'Agostino RB, Schaefer EJ, Lichtenstein AH. Sex-specific differences in the predictive value of cholesterol homeostasis markers and 10-year cardiovascular disease event rate in Framingham offspring study participants. *J Am Heart Assoc* 2013;2(1):e005066.
- Rocha M, Banuls C, Bellod L, Jover A, Victor VM, Hernandez-Mijares A. A review on the role of phytosterols: new insights into cardiovascular risk. *Curr Pharm Des* 2011;17(36):4061-75.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to plant sterols and plant stanols and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 549, 550, 567, 713, 1234, 1235, 1466, 1634, 1984, 2909, 3140), and maintenance of normal prostate size and normal urination (ID 714, 1467, 1635) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal* 2010;8(10):1813.
- Ros E. Doble inhibición del colesterol: papel de la regulación intestinal y hepática. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006;6(G):52-62.
- Ras RT, Hiemstra H, Lin Y, Vermeer MA, Duchateau GS, Trautwein EA. Consumption of plant sterol-enriched foods and effects on plasma plant sterol concentrations--a meta-analysis of randomized controlled studies. *Atherosclerosis* 2013;230(2):336-46.
- Ras RT, Geleijnse JM, Trautwein EA. LDL-cholesterol-lowering effect of plant sterols and stanols across different dose ranges: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Br J Nutr* 2014;112(2):214-9.
- Genser B, Silbernagel G, De Backer G, Bruckert E, Carmena R, Chapman MJ, et al. Plant sterols and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J* 2012;33(4):444-51.
- Demonty I, Ras RT, van der Knaap HC, Meijer L, Zock PL, Geleijnse JM, et al. The effect of plant sterols on serum triglyceride concentrations is dependent on baseline concentrations: a pooled analysis of 12 randomised controlled trials. *Eur J Nutr* 2013;52(1):153-60.
- San Mauro Martín I, Collado Yurrita L, Cuadrado Cenual MA, Ciudad Cabañas MJ, Mendive Dubourdieu P. Role of ApoA1 on High-Density Lipoprotein: an intervention with plant sterols in patients with hypercholesterolemia. *Nutr Hosp* 2015;31(1):494-9.
- Sugiuchi H, Uji Y, Okabe H, Irie T, Uekama K, Kayahara N, et al. Direct measurement of high-density lipoprotein cholesterol in serum with polyethylene glycol-modified enzymes and sulfated alpha-cyclodextrin. *Clin Chem* 1995;41(5):717-23.
- Bucolo G, David H. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 1973;19(5):476-82.
- Allain CC, Poon LS, Chan CS, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 1974;20(4):470-5.
- Katan MB, Grundy SM, Jones P, Law M, Miettinen T, Paoletti R. Stresa Workshop Participants. Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels. *Mayo Clin Proc* 2003;78(8):965-78.
- Rocha M, Banuls C, Bellod L, Jover A, Victor VM, Hernandez-Mijares A. A review on the role of phytosterols: new insights into cardiovascular risk. *Curr Pharm Des* 2011;17(36):4061-75.
- Berge KE. Sitosterolemia: a gateway to new knowledge about cholesterol metabolism. *Ann Med* 2003;35(7):502-11.
- Plat J, van Onselen RN, van Heugten M, Mensink RP. Effects on serum lipids, lipoproteins, and fat soluble antioxidant concentrations of consumption frequency of margarines and shortenings enriched with plant stanol esters. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:671-7.
- Amir Shaghagh M, Abumweis SS, Jones PJ. Cholesterol-lowering efficacy of plant sterols/stanols provided in capsule and tablet formats: results of a systematic review and meta-analysis. *J Acad Nutr Diet* 2013;113(11):1494-503.

26. Ras RT, Hiemstra H, Lin Y, Vermeer MA, Duchateau GS, Trautwein EA. Consumption of plant sterol-enriched foods and effects on plasma plant sterol concentrations--a meta-analysis of randomized controlled studies. *Atherosclerosis* 2013;230(2):336-46.
27. Clifton PM, Noakes M, Sullivan D, Erichsen N, Ross D, Annison G, et al. Cholesterol-lowering effects of plant sterol esters differ in milk, yoghurt, bread and cereal. *Eur J Clin Nutr* 2004;58(3):503-9.
28. Casas-Agustench P, Serra M, Perez-Heras A, Cofan M, Pinto X, Trautwein EA, et al. Effects of plant sterol esters in skimmed milk and vegetable-fat-enriched milk on serum lipids and non-cholesterol sterols in hypercholesterolaemic subjects: a randomised, placebo-controlled, crossover study. *British Journal of Nutrition* 2012;107:1766-75.
29. Gonçalves S, Maria AV, Silva AS, Martins-Silva J, Saldanha C. Phytosterols in milk as a depressor of plasma cholesterol levels: experimental evidence with hypercholesterolemic Portuguese subjects. *Clin Hemorheol Microcirc* 2006;35(1-2):251-5.
30. Bañuls C, Martínez-Triguero ML, López-Ruiz A, Morillas C, Lacomba R, Víctor VM, et al. Evaluation of cardiovascular risk and oxidative stress parameters in hypercholesterolemic subjects on a standard healthy diet including low-fat milk enriched with plant sterols. *J Nutr Biochem* 2010;21(9):881-6.
31. Abumweis SS, Barake R, Jones PJ. Plant sterols/stanols as cholesterol lowering agents: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Nutr Res* 2008;52.
32. Naumann E, Plat J, Kester AD, Mensink RP. The baseline serum lipoprotein profile is related to plant stanol induced changes in serum lipoprotein cholesterol and triacylglycerol concentrations. *J Am Coll Nutr* 2008;27(1):117-26.
33. Ras RT, Geleijnse JM, Trautwein EA. LDL-cholesterol-lowering effect of plant sterols and stanols across different dose ranges: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Br J Nutr* 2014;112(2):214-9.
34. Musa-Veloso K, Poon TH, Elliot JA, Chung C. A comparison of the LDL-cholesterol lowering efficacy of plant stanols and plant sterols over a continuous dose range: results of a meta-analysis of randomized, placebo-controlled trials. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2011;85(1):9-28.
35. Demonty I, Ras RT, van der Knaap HC, Meijer L, Zock PL, Geleijnse JM, et al. The effect of plant sterols on serum triglyceride concentrations is dependent on baseline concentrations: a pooled analysis of 12 randomised controlled trials. *Eur J Nutr* 2013;52(1):153-60.
36. Ling WH, Jones PJ. Dietary phytosterols: a review of metabolism, benefits and side effects. *Life Sci* 1995;57(3):195-206.
37. Casas-Agustench P, Serra M, Pérez-Heras A, Cofán M, Pintó X, Trautwein EA, et al. Effects of plant sterol esters in skimmed milk and vegetable-fat-enriched milk on serum lipids and non-cholesterol sterols in hypercholesterolaemic subjects: a randomised, placebo-controlled, crossover study. *Br J Nutr* 2012;107(12):1766-75.
38. Cleghorn CL, Skeaff CM, Mann J, Chisholm A. Plant sterol-enriched spread enhances the cholesterol-lowering potential of a fat-reduced diet. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(1):170-6.



Trabajo Original

Otros

GT1M, GT3X and ActiTrainer counts comparison during standardized activities in young, adults and older adults

Comparación de los actígrafos GT1M, GT3X y Actitrainer durante diversas actividades estandarizadas en jóvenes, adultos y adultos mayores

Alejandro Santos-Lozano^{1,2}, Fernanda Santín-Medeiros¹, Carlos Cristi-Montero^{3,4}, Raúl Jaén-Jiménez⁵, José Antonio Casajús^{6,7} and Nuria Garatachea^{2,6,7}

¹Departament of Health Sciences. Universidad Europea Miguel de Cervantes. Valladolid, Spain. ²Instituto de Investigación. Hospital 12 de Octubre. Madrid, Spain. ³Grupo IRyS. Escuela de Educación Física. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. ⁴Universidad Autónoma de Chile. Santiago, Chile. ⁵Universidad de Castilla La Mancha. Spain. ⁶Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, Spain. ⁷GENUD. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain

Abstract

Objective: The present study aims to compare the vertical counts registered by GT1M, GT3X and ActiTrainer.

Methods: Treadmill activities, repeated sit-stands and rest were completed by 31 young, 31 adults and 35 older adults while wearing the accelerometers (GT1M, GT3X and ActiTrainer) on their right hips. Independent sample t-test analyses were performed to determine differences between counts in each age group and activities along with the Bland & Altman analysis to determine the degree of agreement. In order to determine the correction factor for the ActiTrainer counts, the linear regression forward analysis was used to minimize differences with the GT3X and the GT1M counts.

Results: Differences among ActiTrainer, GT1M, and GT3X were revealed in all activities except in rest. The counts for ActiTrainer were significantly lower than those of GT3X and GT1M. The correction factor for ActiTrainer with GT1M (GT1M counts = 3185.564 + 649.647; *ActiTrainer counts - 36.163; *weight [kg] - 7.545 *age [years] r = 0.864; r² = 0.746; r² corrected = 0.745; SEE = 1451) and GT3X (GT3X counts = 3501.977 + 705.662 *ActiTrainer counts - 40.523 *weight [kg] - 11.864 *age [years] r = 0.901; r² = 0.812; r² corrected = 0.811; SEE = 310.160) reduced these differences.

Conclusion: The GT1M and GT3X vertical counts may be compared. However, a correction factor to decrease differences to compare ActiTrainer counts with those of GT1M or GT3X counts must be applied.

Key words:

Activity monitor.
Counts.
Accelerometer.
Accelerometry.

Resumen

Objetivo: el presente estudio tiene como objetivo comparar los *counts* verticales registrados por los actígrafos GT1M, GT3X y ActiTrainer durante diversas actividades físicas estandarizadas y en reposo.

Métodos: participaron 31 jóvenes, 31 adultos y 35 adultos mayores, quienes llevaron puesto el acelerómetro en la cadera derecha. Se realizó un análisis de muestras independientes (t-test) para determinar las diferencias entre los *counts* de cada grupo según edad y actividad física realizada (caminar, correr, sentarse y levantarse, reposo). Además, se llevó a cabo el análisis de Bland y Altman para determinar el grado de concordancia. Con el fin de determinar el factor de corrección para los recuentos ActiTrainer, se utilizó el análisis de regresión lineal para reducir al mínimo las diferencias con los *counts* de los actígrafos GT3X y GT1M.

Resultados: las diferencias entre ActiTrainer, GT1M y GT3X se manifestaron en todas las actividades, excepto en reposo. Los *counts* de ActiTrainer fueron significativamente más bajos que los de GT3X y GT1M. El factor de corrección para ActiTrainer con GT1M (GT1M *counts* = 3185.564 + 649.647; *ActiTrainer *counts* - 36.163; *peso [kg] - 7.545; *edad [años] r = 0,864; r² = 0,746; r² corregido = 0,745; SEE = 1451) y con GT3X (GT3X *counts* = 3501.977 + 705.662; *ActiTrainer *counts* - 40.523; *peso [kg] - 11,864; *edad [años] r = 0,901; r² = 0,812; r² corregida = 0,811; SEE = 310.160).

Conclusión: los *counts* verticales de GT1M y GT3X son comparables, sin embargo, debería aplicarse un factor de corrección para disminuir las diferencias de los *counts* entre ActiTrainer y los actígrafos GT1M y GT3X.

Palabras clave:

Monitor de actividad física. *Counts*.
Acelerómetros.
Acelerometría.

Received: 05/10/2015
Accepted: 02/11/2015

Santos-Lozano A, Santín-Medeiros F, Cristi-Montero C, Jaén-Jiménez R, Casajús JA, Garatachea N. GT1M, GT3X and ActiTrainer counts comparison during standardized activities in young, adults and older adults. Nutr Hosp 2016;33:692-697

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.280>

Correspondence:

Carlos Cristi-Montero. Grupo IRyS. Escuela de Educación Física. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Avda. El Bosque, 1290. Casilla 4059. Viña del Mar, Chile
e-mail: carlos.cristi.montero@gmail.com

INTRODUCTION

Since public health guidelines recommended regular physical activity (PA) for health, the interest for assessing PA nature and pattern has increased (1,2). Accelerometers have become the most accurate, feasible and widely used activity monitor device (3,4) because they provide an objective measure of frequency, intensity and duration of PA. Currently, there are many accelerometer manufacturers and models, but ActiGraph (Pensacola, FL) accelerometers are one of the most used monitors for assessing PA (5).

In 2005, ActiGraph released the GT1M model, based on uniaxial measurements from the vertical axis (VT) of the 7164 model. Three years later, the GT1M was upgraded offering a dual-axes device capable of unlocking the antero-posterior (AP) axis. Users could obtain activity counts from the VT, AP, and a composite vector magnitude of these two GT1M axes (VM2) (6). In 2007, ActiGraph launched to the market an accelerometer which could additionally record heart rate (using a Polar chest strap), and included an organic LED (OLED) screen, called ActiTrainer. The first versions of this monitor recorded acceleration only in one axis (uniaxial), while the latest version did it in the three axes. This was followed in early 2009 by the release of another model, GT3X, which offered users expanded assessment options by allowing triaxial data collection (1). Finally, the last triaxial accelerometer presented by ActiGraph is GT3X+.

If all monitors were truly accelerometers, they could be used in a relative interchangeable way to provide data on body acceleration; however, internal processing leads to different count outputs that cannot be directly compared (7). Thus, the use of different monitor models limits comparability between studies (8) and prevents the retrospective comparison with longitudinal accelerometer data (9). Nowadays, several research groups have different accelerometer models that cannot be used in the same study as they do not provide the same count output, or because the similarity between models is not confirmed yet. The price of each accelerometer is relatively high, $\pm$ \$249 or €200. If the interchangeable use of different accelerometer models was possible, it would be easier to reduce costs and increase study samples. Recently, some researchers have used different accelerometer models in the same study (10,11). Comparisons between different output models are necessary to establish whether it is possible to use them in the same study interchangeably, a notion that is becoming increasingly recognised (12,13).

To date, there are several studies comparing counts from different ActiGraph generations. Researches had focused on comparing the 7164 with the GT1M, the GT1M with the GT3X, and also with the GT3X+, in adults and children under both controlled and free-living conditions (1,8,9,14-18). However, no study had assessed the alignment between counts from ActiTrainer and GT1M, or ActiTrainer and GT3X, in young, adults and older adults under the same conditions. For these reasons, the present study aims to compare the vertical counts registered by ActiTrainer, GT1M and GT3X under controlled laboratory activities.

MATERIALS AND METHODS

The study was approved by the University's Human Ethics Committee and was performed according to the declaration of Helsinki.

PARTICIPANTS

All subjects provided written consent to participate in the study. The subjects' sample comprised 31 young (12 girls) aged 12-16 years (15 ± 6); 31 adults (15 women) aged 40-55 years (47 ± 38); and 35 older adults (22 women) aged 65-80 years (72 ± 6).

Exclusion criteria included having any musculoskeletal or cardiovascular diseases. Previously to the test, all participants completed the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q).

Subjects, with the exception of older adults, who did not exceed 5 km/h^{-1} , performed six different activities: four different intensities on a Quasar Med 4.0 h/p/cosmos treadmill (Nussdorf-Traunstein, Germany) (3, 5, 7 and 9 km/h^{-1} without gradient), repeated sit-stands ($30 \text{ times/min}^{-1}$) and rest. Each activity lasted 10 minutes with a 5-minute rest between them. All participants wore the accelerometers on their right hip during tests.

ACCELEROMETERS

Three different generations of ActiGraph accelerometers (Pensacola, FL, USA), such as the GT3X (4.1.0 firmware version), the GT1M (6.1.0 firmware) and the ActiTrainer (7.1.0 firmware), were used to record acceleration. One monitor of each model was positioned simultaneously and securely on each participant using an elastic belt on the right hip. The position of all monitor devices was checked before and after each activity by two researchers. All monitors were simultaneously initialized via a computer interface. The right hip was selected to minimize differences between monitor placements (19-22).

The ActiGraph GT1M (mass, 27 g; $3.8 \times 3.7 \times 1.8 \text{ cm}$) uses an omnidirectional accelerometer to sense vertical accelerations, which ranges between 0.05 and 2.0 Gs; however, in its latest version (V3) it is possible to obtain counts from two axes. The accelerometer output is digitized by a twelve-bit Analog to Digital Converter (ADC) at a rate of 30 Hz.

The ActiGraph GT3X monitor device (27 g, $3.8 \times 3.7 \times 1.8 \text{ cm}$) uses a solid-state tri-axial accelerometer to collect motion data on three axes. It measures and records time varying accelerations ranging in magnitude from ~ 0.05 to 2.5 Gs. The accelerometer output is digitized by a twelve-bit ADC at a rate of 30 Hz. Once digitized, the signal goes through a digital filter that band-limits the accelerometer to a 0.25 to 2.5 Hz frequency range.

The ActiGraph ActiTrainer is 53 g, $8.6 \times 3.3 \times 1.5 \text{ cm}$ and its triaxial accelerometer is a solid-state accelerometer. It measures and records time-varying accelerations ranging in magnitude from $\pm 3 \text{ Gs}$, allowing a sample rate of 30 Hz. Moreover, the monitor has an OLED display.

STATISTICAL ANALYSIS

Activity counts of the Y-axis from each activity monitor (GT1M, GT3X and ActiTrainer) were obtained by the averaging of the Y-axis counts of the four central minutes of each condition (resting, walking at 3 km/h⁻¹, walking at 5 km/h⁻¹, walking or running at 7 km/h⁻¹, running at 9 km/h⁻¹, and repeated sit-stands).

Independent sample t-test analyses were conducted to determine whether the counts from each accelerometer were different in each age group. The Bland & Altman analysis were performed (23) in order to determine the degree of agreement (BIAS), standard deviation of BIAS (SD) and 95% limits of agreement (LOA) between GT1M counts and GT3X counts.

The linear regression forward analysis was used to determine the correction factor for the ActiTrainer counts/min⁻¹ to minimize differences with the GT3X and the GT1M counts/min⁻¹. Height (cm), body mass (kg), age (years) and sex were the independent variables, and only the statistically significant associated were finally included in the model. The BIAS, SD of BIAS and 95% LOA were determined between activity counts (ActiTrainer after applying the correction factor, GT3X and GT1M) using the Bland & Altman analysis (23). A leave-one-out cross validation was performed for assessing if equations could be generalized to an independent data set.

Finally, the association between the difference and the magnitude of the measurement (i.e., heteroscedasticity) was exam-

ined by regression analysis, entering: a) the difference among the ActiTrainer counts after applying the correction factor and the GT3X as dependent variable and the averaged count value as independent variable; and b) the difference between the ActiTrainer counts after applying the correction factor and the GT1M as dependent variable and the averaged count value as independent variable.

All statistical analyses were performed using PASW (Predictive Analytics SoftWare, v. 18.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD), unless otherwise stated. Significance level was set at $p \leq 0.05$.

RESULTS

Counts (cpm) from GT1M, GT3X and ActiTrainer in each activity for young, adults and older adults are shown in table I, II and III, respectively. Differences between ActiTrainer and GT1M and with respect to GT3X were revealed in all activities except in rest; counts from ActiTrainer were significantly lower than those from GT3X and GT1M (see tables).

Differences between GT1M and GT3X were shown in young at rest, at 5 and 7 km/h⁻¹, while in older adults they were found at 5 Km/h⁻¹ and at sit-stands. No differences between GT1M and GT3X counts were found in adults.

Table I. Counts (cmp) from GT1M, GT3X and ActiTrainer in each activity for young

	GT1M		GT3X		ActiTrainer	
	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)
Rest	0.73	2.32	1.42 [#]	3.99	0.19	0.99
3 km/h ⁻¹	918.7	399.56	972.61	306.44	1.09*	0.82
5 km/h ⁻¹	3,476.71	996.68	3,649.25	501.19	4.04*	1.65
7 km/h ⁻¹	5,951.4	1,590.2	6,247.72 [#]	1,682.51	7.09*	3.35
9 km/h ⁻¹	7,993.91	2,191.2	8,845.25 [#]	1,464.03	9.23*	3.86
Sit-stands	2,407.94	842.12	2,473.19	1,344.09	2.63*	1.66

*Significantly different between ActiTrainer counts and GT1M and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$. [#]Significantly different between GT1M counts and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$.

Table II. Counts (cpm) from GT1M, GT3X and ActiTrainer in each activity for adults

	GT1M		GT3X		ActiTrainer	
	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)
Rest	25.81	94.86	37.42	200.27	0.06	0.32
3 km/h ⁻¹	1,108.85	583.04	1,073.68	627.53	1.18*	0.61
5 km/h ⁻¹	3,602.67	587.45	3,590.93	832.89	4.92*	1.95
7 km/h ⁻¹	6,204.99	1,367.78	6,154.78	1,631.28	7.73*	2.76
9 km/h ⁻¹	8,806.18	1,566.75	8,955.48	1,721.32	10.78*	2.81
Sit-stands	2,215.29	612.56	2,214.9	1,408.16	3.09*	2.22

*Significantly different between ActiTrainer counts and GT1M and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$. [#]Significantly different between GT1M counts and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$.

Bland and Altman Plots analysis between GT1M and GT3X counts revealed a good agreement between models (Fig. 1). The BIAS was -59.88, the SD of BIAS was 823.0 and the 95% LOA were from -1,673 to 1,553.

The correction factor for the ActiTrainer counts/min⁻¹ to minimize differences with the GT1M counts/min⁻¹ was GT1M counts = 3185.564 + 649.647; *ActiTrainer counts - 36.163; *weight (kg) - 7.545; *age (years) ($r = 0.864$; $r^2 = 0.746$; r^2 corrected = 0.745; SEE = 1451).

The ActiTrainer GT3X correction factor was GT3X counts = 3501.977 + 705.662; *ActiTrainer counts - 40.523; *weight (kg) - 11.864; *age (years) ($r = 0.901$; $r^2 = 0.812$; r^2 corrected = 0.811; SEE = 310.160).

Differences between the ActiTrainer counts after applying the correction factor and the GT1M and GT3X counts are shown in figure 2. The Bland & Altman analysis (Fig. 3) between the ActiTrainer GT1M correction factor and GT1M revealed a BIAS of -8.33, SD of BIAS of 1,496, and 95% LOA from -2,940 to 2,923. Also a BIAS of -37.87, SD of 1,362 and 95% LOA from -2,707 to 2,631 were found for the ActiTrainer GT3X correction factor and GT3X.

The heteroscedasticity analysis showed a significant positive association ($r = 0.273$, $p = 0.00$) between the difference and the average of the ActiTrainer GT1M correction factor and GT1M. A significant positive association was found in ActiTrainer GT3X correction factor and GT3X ($r = 0.264$, $p = 0.00$).

DISCUSSION

Results showed differences between counts from the GT1M and the GT3X in certain activities in young (Table I). Differences were shown in older adults only at 5 km/h⁻¹ and sit-stand; however, adults did not show any difference between counts from GT1M and GT3X (Tables II and III). Moreover, the Bland & Altman analysis (Fig. 1) showed a good agreement between GT1M

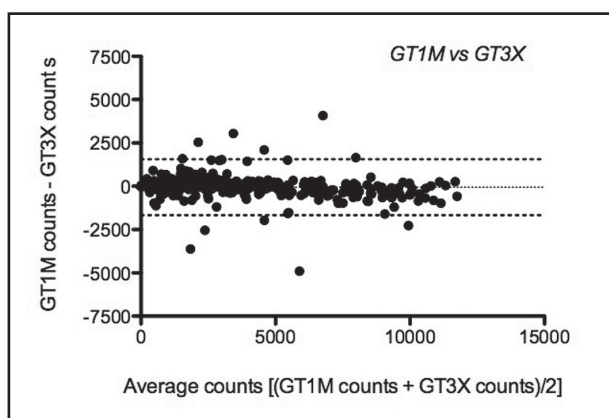


Figure 1.

Bland and Altman Plots analysis assessing the agreement between GT1M and GT3X counts.

and GT3X counts with a small BIAS of -59.88 in all participants. Results agree with the previous literature because vertical counts from both monitors could be compared (6).

Kamiski and Ozemek (2012) compared GT1M and GT3X counts in adults, too (1). Their protocol involved activities in real free-living condition and standardized activities, concluding it could be reasonable to compare vertical counts from GT1M and GT3X in this population. Hånggi et al. (2013) assessed the BIAS between vertical counts from both monitors (GT1M vs GT3X) in children during semi-structured activities (lying, sitting, standing, Nintendo

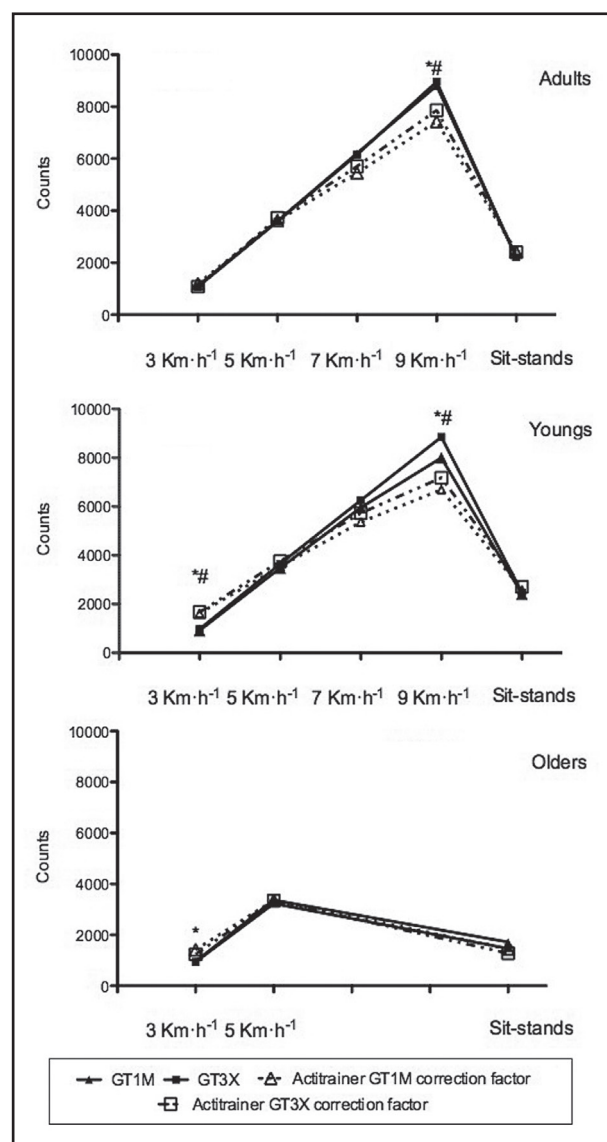


Figure 2.

Differences between ActiTrainer counts after apply the correction factor and GT3X and GT1M counts. *Significantly different between the ActiTrainer GT1M correction factor counts and GT1M counts in the same activity; $p < 0.05$. #Significantly different between the ActiTrainer GT3X correction factor counts and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$.

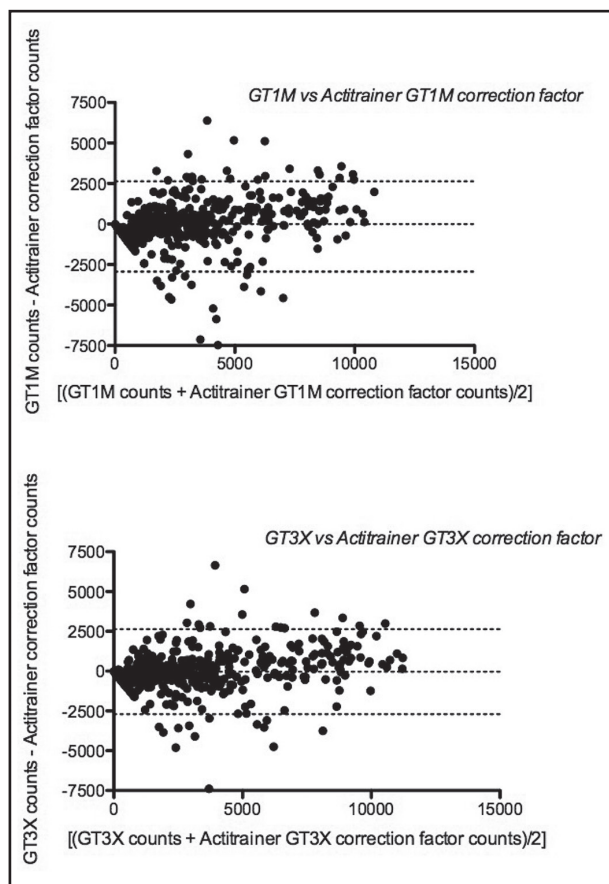


Figure 3.

Bland and Altman Plots analysis assessing the agreement between the ActiTrainer counts after apply the correction factor and GT3X and GT1M counts.

Wii boxing, walking and running) (8). They found that the GT3X vertical counts were significantly higher than those of the vertical GT1M for Nintendo Wii boxing, slow running and medium running, but they were similar for slow walking and brisk walking.

Finally, Vanhelst et al. (2012) defined a good agreement between these two monitors in young healthy adults under free-living conditions (14). However, Sasaky et al. (2011) compared counts from GT1M and GT3X in young adults during treadmill activities and rest (6). They found no significant differences in activity counts from vertical axis between monitors. However, they concluded that if data are collected in more than just the vertical axis, a direct comparison between GT1M and GT3X must be avoided due to the differences shown among the output monitors in certain activities from the antero-posterior and the vector magnitude (two axes) counts. Thus, although there is evidence that vertical counts from both monitors may show differences during certain activities and population, it could be reasonable to compare counts from GT1M and GT3X. The affirmation by Actigraph where the signal processing specifications of GT1M and GT3X are identical and there are no intra-axis differences in activity counts from these two activity monitors is confirmed (personal communication with John Schneider, ActiGraph Vice-President for Research and Development, November 2009).

Although the ActiTrainer triaxial accelerometer is the same triaxial accelerometer used in GT3X (24), a similar vertical sensor as GT1M, ActiTrainer counts were significantly lower than those of GT1M and GT3X (Tables I, II and III). The ActiTrainer is surrounded by a metal shield and packaged into a plastic enclosure (5 x 4 x 1.5 cm); there is a chance that sensor sensitivity may be reduced by this envelope. To the best of our knowledge, there is no study assessing the concurrence between ActiTrainer and GT1M or with GT3X. Straker and Campbell (2012) established translation equations to compare GT3X and Actical counts; they tried as well improving the coincidence between these two models of different trademarks using a correction factor (13). Ten subjects (five women) of variable height, weight, body mass index and age participated in their study. A similar procedure could be used with ActiTrainer counts to improve the agreement with GT1M and GT3X. The correction factor provided in this study (see results) decreased the number of differences between monitors. Straker and Campbell (2012) obtained an $r = 0.865$ in their correction factor, while we obtained a similar value for the ActiTrainer GT1M correction factor (0.864) and a higher value (0.901) for the Acti-

Table III. Counts (cpm) from GT1M, GT3X and ActiTrainer in each activity for older adults

	GT1M		GT3X		ActiTrainer	
	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)	Mean	SD ($\pm$)
Rest	0.1	0.51	0.34	2.04	0.62	2.2
3 km/h ⁻¹	960.96	656.46	943.28	570.32	1.89*	1.84
5 km/h ⁻¹	3,366.44	851.53	3,231.11#	888.05	4.87*	2.95
7 km/h ⁻¹	-	-	-	-	-	-
9 km/h ⁻¹	-	-	-	-	-	-
Sit-stands	1,718	625.58	1,469.21#	618.02	1.89*	1.11

*Significantly different between ActiTrainer counts and GT1M and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$. #Significantly different between GT1M counts and GT3X counts in the same activity; $p < 0.05$.

Trainer GT3X correction factor (13). The use of this correction factor to compare counts between ActiTrainer counts and GT1M and GT3X counts must be used only when counts are different from 0 to avoid overestimation.

In conclusion, GT1M and GT3X vertical counts may be compared and could be used interchangeably. Also, to compare ActiTrainer counts with GT1M or GT3X counts a correction factor has to be applied to reduce differences.

REFERENCES

1. Kaminsky LA, Ozemek C. A comparison of the Actigraph GT1M and GT3X accelerometers under standardized and free-living conditions. *Physiol Meas* 2012;33:1869-76.
2. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: How much is enough? *Am J Clin Nutr* 2004;79:913S-920S.
3. Troiano RP, Freedson PS. Promises and pitfalls of emerging measures of physical activity and the environment. *Am J Prev Med* 2010;38:682-3.
4. Esliger DW, Tremblay MS. Establishing a profile of physical activity and inactivity: The next generation. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;39:S217-30.
5. Chen KY, Bassett DR Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: Current and future. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:S490-500.
6. Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport* 2011;14:411-6.
7. Welk GJ, McClain J, Ainsworth BE. Protocols for evaluating equivalency of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:S39-49.
8. Hägggi JM, Phillips LR, Rowlands AV. Validation of the GT3X ActiGraph in children and comparison with the GT1M ActiGraph. *J Sci Med Sport* 2013;16:40-4.
9. Ried-Larsen M, Brond JC, Brage S, Hansen BH, Grydeland M, Andersen LB, et al. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012;12:9:113.
10. Rowlands AV, Thomas PW, Eston RG, Topping R. Validation of the RT3 triaxial accelerometer for the assessment of physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:518-24.
11. Thompson AM, Campagna PD, Rehman LA, Murphy RJ, Rasmussen RL, Ness GW. Physical activity and body mass index in grade 3, 7, and 11 Nova Scotia students. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1902-8.
12. Feito Y, Bassett DR, Tjo B, Thompson DL. Effects of body mass index and tilt angle on output of two wearable activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:861-6.
13. Straker L, Campbell A. Translation equations to compare ActiGraph GT3X and Actical accelerometers activity counts. *BMC Med Res Methodol* 2012;12:54.
14. Vanhelst J, Mikulovic J, Bui-Xuan G, Dieu O, Blondeau T, Fardy P, et al. Comparison of two ActiGraph accelerometer generations in the assessment of physical activity in free living conditions. *BMC Res Notes* 2012;5:187.
15. Kozey SL, Staudenmayer JW, Troiano RP, Freedson PS. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:971-6.
16. John D, Tjo B, Bassett DR. Comparison of four ActiGraph accelerometers during walking and running. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:368-74.
17. Rothney MP, Apker GA, Song Y, Chen KY. Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. *J Appl Physiol* (1985) 2008;105:1091-7.
18. Corder K, Brage S, Ramachandran A, Snehalatha C, Wareham N, Ekelund U. Comparison of two Actigraph models for assessing free-living physical activity in Indian adolescents. *J Sports Sci* 2007;25:1607-11.
19. Welk GJ, Blair SN, Wood K, Jones S, Thompson RW. A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:S489-97.
20. Welk GJ. Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:S501-11.
21. Guidi I, Giovannelli T, Paci M. Effects of Wii exercises on balance in people with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2013;19:965.
22. Santos-Lozano A, Marin PJ, Torres-Luque G, Ruiz JR, Lucia A, Garatachea N. Intermonitor variability of Actigraph GT3X activity monitor during typical physical activity. *Int J Sports Med* 2012;33:994.
23. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
24. Yang CC, Hsu YL. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors (Basel)* 2010;10:7772-88.



Trabajo Original

Characteristic and protection of rare and endangered *Taxus chinensis* var. *mairei* in the Taihang Mountains

Características y protección de la especie en peligro de extinción Taxus chinensis var. *mairei* en las montañas de Taihang

Jian Zaiyou^{1,2}, Meng Li¹, Wang Ning³, Xu Guifang¹, Yu Jingbo⁴, Dai Lei¹ and Shi Yanhong¹

¹Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China. ²Collaborative Innovation Center of Modern Biological Breeding, Xinxiang, China. ³Tongbai County Seed Management Station, Tongbai, China. ⁴Kangmei Pharmaceutical CO. LTD. Puning, China

Abstract

The endangered causes of *Taxus chinensis* var. *mairei* in the Taihang Mountains are analyzed in three sides in connection with the situation that is resources increasing attenuation.

The first is biological factors such as pollination barriers, deeply dormancy seed, cannot vegetative propagation under natural conditions, poor adaptability of seedling to environment and slow growth. The second is environmental factors such as very limited distribution environment and position in community. The third is interference of persons and other animals.

According to these factors, we provide three measures to protect *Taxus chinensis* var. *mairei* in three sides that protect existing resources, breed subsequent resources and find new pathway of producing taxol.

Key words:

Taxus chinensis var. *mairei*. Endangered plant. Protection.

Resumen

Las razones por las que la especie *Taxus chinensis* var. *mairei* está en peligro de extinción en las montañas de Taihang giran en torno a tres ejes distintos en relación a la disminución de ejemplares.

En primer lugar contamos con factores biológicos, como las barreras de polinización, el alto grado de inactividad de sus semillas, la imposibilidad de propagación vegetal por medios naturales, la escasa adaptación de los vástagos al medio y su lento crecimiento. El segundo factor es de carácter ambiental: medio de distribución y posición en la comunidad muy limitados. Por último, la tercera causa es la interferencia de personas y animales.

De acuerdo con estos factores, proponemos tres medidas para proteger la especie *Taxus chinensis* var. *mairei* con el fin de conservar los ejemplares existentes, cultivar nuevos ejemplares y encontrar nuevas vías para producir taxol.

Palabras clave:

Taxus chinensis var. *mairei*. Planta en peligro de extinción. Protección.

Received: 13/10/2015

Accepted: 02/11/2015

Zaiyou J, Li M, Ning W, Guifang X, Jingbo Y, Lei D, Yanhong S. Characteristic and protection of rare and endangered *Taxus chinensis* var. *mairei* in the Taihang Mountains. Nutr Hosp 2016;33:698-702

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.281>

Correspondence:

Jian Zaiyou. Henan Institution of Science and Technology. Hualan Road. Xinxiang, Henan. China
e-mail: jian19732004@126.com

INTRODUCTION

The *Taxus chinensis* var. *mairei* distributes in the south, east, central, southwest, Henan, Shaanxi, Shanxi and other places of China. It is a precious medicinal woody plant and is considered as important for the pharmaceutical industry as there is anti-cancer taxol in its bark, branches and leaves. *Taxus* is also a precious and rare species used as an ornamental plant because it is ever-green and beautiful (1,2). The wild *taxus* in the Taihang Mountains is identified as *Taxus chinensis* var. *mairei* in morphology. There are *Taxus chinensis* var. *mairei* mainly in Jiyuan, Jiaozuo, Xiuwu, Huixian of Henan province, Lingchuan of Shanxi province and other places in the Taihang Mountains (4,5). The Taihang Mountains are the northern boundary of *Taxus chinensis* var. *mairei* distribution in China. In recent years, the resources of *taxus* in the Taihang Mountains have been seriously damaged by people and it is in endangered status. The resource of *taxus* in the Taihang Mountains should be immediately protected. There are lots of reports about the distribution, ecology of population, breed and usage of *Taxus chinensis* var. *mairei*. But the report about resource protection, introduction and domestication of *taxus* in the Taihang Mountains is seldom reported. The endangered status of this species and its causes are discussed in this paper. The programs and strategies of introduction and domestication are also proposed based on the study carried out for years to provide a theoretical basis of this resource restoration and domestication.

OVERVIEW OF TAXUS RESOURCE IN THE TAIHANG MOUNTAINS

The *Taxus chinensis* var. *mairei* most widely distributes in *taxus* in China. Most of them grow in the hillside, valley or banks of the streams in the middle-low mountain, in which there is sufficient water and the elevation is 750 m to 1,000 m. The soil where the *Taxus chinensis* var. *mairei* grows is mainly mountain cinnamon soil. The Taihang Mountains are the northern boundary of *Taxus chinensis* var. *mairei* distribution in China. The wild *taxus* mainly distributes in Jiyuan, Jiaozuo, Xiuwu, Huixian of Henan province, Lingchuan of Shanxi province and other places in the Taihang Mountains. The range of *taxus* distribution in the Taihang Mountains is 110°31'-114°24'E and 34°45'-36°21'N. In this area, the highest peak is 1,929.6 m in elevation, the hills are very steep, with slopes above 30°, and there are many cliffs and deep canyons. There is thin soil and exposed stone in this area. The average temperature is about 13 °C in a year, 4 °C in the coldest month or 20 °C in July, and the lowest temperature is -20 °C in a year. The forest-free period is about 200 d. The annual accumulated temperature is about 2,500-2,990 °C. The rainfall is about 610.9 mm in a year. The PH of the soil is about 6.1 (4,5). The *taxus* in the Taihang Mountains in Shanxi distributes mainly in Mohe town, Duohuo town and Mgedang town of Liuquan town in Linchuan county, Huguangqiao town and Xiaotihe town of Huguang county, and so on. Among these places, the *taxus* densely distributes in Mohe town and Huguangqiao town (6,7).

In the past, the *Taxus chinensis* var. *mairei* very generally distributed in the Taihang Mountains and was called as Zi Bai. There are four places named as this name in Jiyuan, namely Zi Bai Zhuang in Wangwu Mountain, Zi Bai Gou beside the river Manghe, Zi Bai Tan and Zi Bai Po, beside the river Qinhe. These data show the number and distribution of *taxus* in the Taihang Mountains (4,5).

POPULATION DISTRIBUTION OF TAXUS IN THE TAIHANG MOUNTAINS

HEILONGGOU POPULATION IN JIYUAN

There are about 72 plants disperse in the bottom about 800 m in long in the northwest of Heilonggou, which is located in Huanglianshu forest in Jiyuan. These plants are all above 30 years old. The oldest one is more than 300 years in age, and its diameter at breast height is 58 cm. This *taxus* population belongs to recession type, which lies in the second or third layer in arboreal. Most of these plants grow poorly, have weak competitiveness and renew slowly (8,9).

XIGOU TAXUS POPULATION IN HUIXIAN

There is a *taxus* population in the Xigou valley about 10 km in long at the junction of Huixian city and Xiuwu county. The valley appears as northwest to southwest trend. The *taxus* distributes on both river banks at the bottom and on the second level. These *taxus* grow well. There are all kinds of *taxus* in age. The biggest *taxus* is about 10 m in high and 42 cm in diameter at breast height. The youngest one is about 10 cm in high. There are lots of seedlings in there. This *taxus* population belongs to the developmental type, whose age composition is reasonable and renew ability is fine (8,9). This *taxus* population is the biggest in the area, the largest in number and the best in growth in the Henan province. But some plants have been cut in recent years.

BALIGOU TAXUS POPULATION IN HUIXIAN

Baligou is a famous scenic in Huixian. The resource of *taxus* in Baligou was seriously damaged due to the development of tourism in recent years. *Taxus* sporadically distribute on the cliffs in Baligou, Baodugou and Xilian (8,9). The seedlings of *taxus* have been completely dug out by local residents and tourists. The rest are all big trees above 50 years in age which grow unhealthy. This *taxus* population will disappear unless it is protected.

HUANGWEI TAXUS POPULATION IN LINCHUAN

The *taxus* in the south of the Taihang Mountains in Shanxi distribute mainly in Mohe town, Duohuo town and Mgedang town of Liuquan town in the Linchuan county, Huguangqiao town and

Xiaotihe town of the Huguan county, and so on. Among these places, the taxus densely distributes in Mohe town and Huguan-qiao town. Here the climate is moderate, the rain is sufficient and there are lush forest and cinnamon (6,7). Most of taxus in this area grow in the hillside, valley or stream banks in the middle-low mountain, where there is sufficient water and the elevation is 750-1,000 m. There are plenty of adult plants and seedlings. The age composition of this taxus population is reasonable and stable. But several adult taxus plants have been cut and some taxus seedlings have been dug to develop tourism projects. This taxus population should be protected.

WHY IS TAXUS ENDANGERED IN THE TAIHANG MOUNTAINS?

According to our investigation, the taxus in the Taihang Mountains mainly distribute in the south. The number of taxus here is very limited and its population has been endangered. Many factors have contributed to this for a long time.

BIOLOGY FACTOR

Pollination obstacle

According to the reports, taxus seeds after 30-40 years of age and have plenty seeds only in one year every 6-7 years. Our investigation shows that most taxus in the Taihang Mountains are above 30 years old and are adults. But these taxus have very few seeds. Even there have not been seeds in many years. The pollination obstacle is a key cause for the result according to our analysis. The taxus is dioecious and has no bright flowers or fragrance. Taxus pollen is spherical, small and light, and therefore it can be carried away, so the taxus is a typical wind pollinated plant (11). Generally, wind pollinated plants in nature are characterized by focus distribution, and there few barrier in their surround. However, the hills in the Taihang Mountains are very steep, 300-1,600 m in elevation, and present three levels cliffs, with heights about 150-250 m. In this population, most wild disperse at the bottom of the valley and lie at the second or third layers in arbores. Long way of pollination, poor ventilation, hill and forest stop the pollination and fertilization of taxus. We also find in our investigation that the ratio of female plants to male ones is not coordinate. Most of the taxus of the Xigou and Heilonggou populations are female plants. Thus, the female plants lack enough pollens to pollinate normally (6,9).

Characteristic of seeds germination

Taxus chinensis var. *mairei* seeds have long dormancy. Seeds germinate in the third year after getting through two winters and a summer in nature (12,13). We did experiment with *Taxus chinensis* var. *mairei* seeds in 2004. The biological incubator and refrigerator were used in the experiment to simulate the temperature, humidity

and other ecological conditions of *Taxus chinensis* var. *mairei* seeds germination in the Taihang Mountains in the Henan province. Stratifications with variable temperature and hormone (GA3 + 6BA) were used also in the experiment. The accumulated ratio of germinated seeds is only 10% after half a year. The climate in wild environment is complex. The weather is dry and windy in spring in the Taihang Mountains. The humidity of the soil and the air are also low in spring. Therefore, conditions for taxus germination are not good enough and so the seeds loss their vitality because of decay. All of these hinder the development of taxus population (6-10).

Lack of vegetative propagation in nature

There are two ways for taxus to renew in nature. One is propagation by seed and another is shooting. Huang Yuqing et al. found in their investigation on *Taxus chinensis* var. *mairei* population in the Yuanbao Mountains, in the autonomous region of Guangxi, that there were not seedlings from seeds; most of the young plants come from the branches of trunks. The branches generate adventitious roots and the adventitious roots grow down. Thus the branch becomes a taxus tree and the population develops (14). But we did not find this phenomenon in our research on taxus in the Taihang Mountains. All of the cuttings or layering done by local workers in nature did not succeed. Cuttings with 1-2 years old branches of taxus in the Taihang Mountains done by us in our laboratory succeeded. The rooting rate was about 70% in three months after cutting. Conditions such as temperature and air and soil humidity are not good enough for taxus vegetative propagation in the Taihang Mountains. Therefore, single seed propagation of taxus in the Taihang Mountains limited the development of this population.

Characteristic of growth

We found in our investigation that young taxus are few although there are plenty of seedlings below female taxus. We think that one reason is that young plants need moist and a very appropriate surrounding, and they grow very slowly. There are ten taxus in the Huanglianshu forest in Jiyuan cultivated by workers. Their average height is about 42.5 cm, namely they grew 8.41 cm in height every year. The average diameter of their trunk is about 0.88 cm, namely they grew 1.76 mm in diameter every year. The long term of seedling and poor resistance make the risk of seedling eliminated by environment increase. Another cause is the sun. The seedling needs enough sun to ensure its normal growth (6-9). After comparing the growth of ten taxus plants on a sunny slope with those growing on a shady slope with the same diameter at breast height, we found that the taxus in the sunny slope grew better than the one growing on the shady slope. The limited environment determines the number of population in a common plant community. The slow growth of taxus and different demand on sun of taxus with different age make taxus inferior to other species in contesting for space and sun. Lots of taxus seedlings die from this situation. And the growth of taxus population is limited from development.

ENVIRONMENTAL FACTOR

Distribution location

According to the relation of species origin and systematic evolution, climate and landscape in a certain region not only play an important role in maintaining the existence and reproduction of species, but also limit largely the development of species in space, particularly of these species distributed in a limited region or endemic species. According to our investigation, the characteristic of the distribution region of taxus in the Taihang Mountains are deep and narrow valleys, continuous flow of water, widths of valley bottoms of about 100 m, widths of upper valleys only of about 200-300 m and valleys heights of about 300-400 m. The sun cannot reach easily the bottom of deep and narrow valleys and they are filled with large arbor. Therefore, the vapor in the bottom of the valley loss little and forms an environment with high air humidity and high soil humidity in the lower part of these valley. Most of the taxus grow on the shady banks of these valleys or on the second levels. We can find in literature that the taxus seed needs shady and damp surround in its dormancy, germinating and growth. But the climate in the Taihang Mountains is dry in the whole. Most of the rivers in the Taihang Mountains are seasonal and easy to stop. Therefore, the environment that can meet the needs of taxus in the Taihang Mountains is reduced. All of these limit the distribution of taxus in the Taihang Mountains (8,9).

Community characteristic

The characteristic vertical distribution of communities containing taxus in the Taihang Mountains is obvious. The large arbors such as *Sinowilsonia henryi*, *Acer mono*, *Cornus macrophylla* and *Acer davidii* are 10-15 m in height, 15-20 cm in diameter of trunk and grow well. Also, there are *Hovenia acerba*, *Diospyros lotus*, *Cerasus tomentosa*, *Cornus officinalis*, *Fraxinus chinensis*, and *Carpinus cordata*, among others, in the community. The rate of young trees and adult trees of these arbors is reasonable in the community. Large adult trees are big, grow well, reproduce rapidly and have powerful competitiveness. Therefore they take the dominance in the population competition and community succession (8,9). *Taxus chinensis* var. *mairei* lies in the second or third layers in arbore in the community. The sun they can receive is limited. Although the literature shows that taxus is shade and slow-growth botany, the limited sun and temperature are threatening the taxus growth according to our investigation. The taxus with ages between 30 and 50 years growing in shady areas are 3-5 m in height and 9-15 cm in diameter at breast height. Their branches are few and scattered. They grow weakly with little increment on new branches. Their flower buds cannot develop normally and so their reproduction is seriously affected. All of these show that the composition of forest and the vertical location of taxus in community seriously affect the development of taxus population.

INTERFERENCE BY MAN AND OTHER FACTORS

Taxus was formerly unknown by people in the Taihang Mountains in the cities of Huixian and Jiyuan and it was often taken as hardwood cut as stick or firewood. Recently, people is gradually getting familiar with its medicinal and economical value, which causes taxus seedlings are dug to be sold or planted in courtyards as ornamental plants (3,15). But people did not know the habits of taxus, so the survival rate of taxus was very low. In addition, cultivation and management procedures did not suit taxus. Therefore, most of the taxus seedlings dug died. Otherwise, a large number of taxus seedlings are trampled and grazed by cows and sheep when grazing in the forest in which taxus grow. Grazing affects the renewal of taxus population seriously (16). The mature fruit of the taxus is red and sweet. Birds and other animals like to eat it. Although it was reported that seeds excreted by bird could germinate easily, seeds germination is affected by the kind of bird and the surrounding. Moreover, the seed structure is damaged by the animal during grazing. Therefore, the renewal of taxus in the Taihang Mountains is affected when birds or other animals eat its seeds.

PROTECTION METHOD

Due to the endanger status of taxus in the Taihang Mountains and its causes, we propose the following measures to effectively protect the precious taxus resource.

PROTECTING EXISTING TAXUS RESOURCES IN NATURE

First, local government should give great importance to the protection of taxus resource, formulate operational policies to protect taxus resources and strengthen the force to attack illegal logging, cutting taxus and other crimes. Second, the local government should establish the record of taxus resources based on the existing resource investigation and assign the protection duty to each person (16,17). Third, the local administration should implement measures appropriately to manage taxus resource, such as artificial pollination, grafting female branches on male branches, reasonable trim and thinning other arbors. These actions can provide good surrounding for taxus and promote its growth.

STRENGTHEN THE STUDY ON SOME FIELDS SUCH AS TAXUS BIOLOGY, TAXUS PHYSIOLOGY OR TAXUS ECOLOGY AND BREED SUBSEQUENT TAXUS RESOURCE

The local forestry management should cooperate with colleges or research institutes to study on some fields such as taxus biology, taxus physiology or taxus ecology to reveal its growth mech-

animals and provide cultivation methods (17). These studies can instruct nursery or cultivate taxus to implement the protection of taxus in location or in other places and quickly breed subsequent taxus resource.

STUDY THE NEW WAY TO PRODUCE TAXOL

The taxus grows slowly and its resource is rare. The low content of taxol in taxus contradicts the increase of requirement on taxol. Reference the research progress on taxus, we should study the efficient, stable and easy way to produce taxol by modern biotechnology taxus cell culture, taxus tissue culture, fungi ferment or genetic engineering (18). With this we can solve the problem of taxol source shortage, protect, maintain and restore taxus resource.

REFERENCES

1. Zhang G, Zhang T, Yang W. Review of the Advances in Research on Taxus. Journal of Agricultural University of Hebei 1998;4:104.
2. Ma M, Liu Y. A Summary of development and utilization of taxus resources. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology 2004;25(1):21-5.
3. Li Huidao. Analysis on resource of ecology tourist in Taihang Mountain in Henan province. Journal of Chinese Landscape Architecture 1995;11(4):36.
4. Ma Xingqi. Resource status and protect advice of Taxus chinensis var. mairei in Taihang Mountain. Forest Science and Technology 2005;2:35.
5. Yan Y, Wang H, Guo P. Investigation report on wild taxus resource in Huixian city in Taihang Mountain. Journal of Henan Forestry Science and Technology 2009;29(1):67-8.
6. Ru WM, Zhang JT, Zhang F, Zhang GP. Eco-environmental characteristics and endangered causes of Taxus mairei, an endemic to China. Bulletin of Botanical Research 2006;26(5):624-8.
7. Hua Z, Liu F, Wang Z, Li X, He G, Peng X. Survey and study on the annual ring's characters of Taxus chinensis var. Mairei in Lingchuan, Shanxi. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition) 2010;31(6):44-9.
8. Li X, Wang H, Meng L. Investigations on the Community with Taxus mairei of Nature Reserve of Macaque in Jiyuan. Journal of Anhui Agricultural Sciences 2006;34(19):4924-7.
9. Li X, Meng L, Xu G. Analysis on endangered causes of Taxus chinensis var. mairei in Taihang Mountain in Henan province. Anhui Agriculture 2007;13:235-7.
10. Li X, Meng L, Wang H. Preliminary study on the stratification way of Taxus chinensis var. mairei seed. Journal of Anhui Agricultural Sciences 2006;34(18):4522.
11. Fei Y, Liu Z, Wang X, Gao Z, Li H. Fruit settings of Taxus chinensis var. mairei in responding to different pollination types. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica 2005;25(3):478-83.
12. Zhang ZQi, Luo XT, Yang JX, Wu YW. Seed development and seedling growth of Taxus chinensis (Pilger) Rehd. Journal of Plant Resources and Environment 1998;7(2):12-5.
13. Huang R, Fang X, Gao X, Zheng K, Luo L. Analysis of chemical composition in the seed of Taxus chinensis var. mairei. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology 2002;8(4):392-4.
14. Huang Y, Li X, Su Z. Studies on the modular population structure of Taxus chinensis var. mairei Yuanbaoshan, Guangxi, China I. Size structure. GUIHAIA 1998;18(4):384-8.
15. Yao L. Studies on rDNA its 1 regions of soybean and its wild relatives. Chinese Wild Plant Resources 1994;2:26-8.
16. Fei Y, Lei Z, Yu C, Chen Z, He J. The cause for endangerment of taxus and measures for its sustainable development in China. Resources Science 1997;5:59-63.
17. Li L, Zhou Y, Wang D. Analysis of the endangered causes of Taxus yunnanensis. Yunnan Forestry Science and Technology 2005;34(3):30-4.
18. Wu B, Sun G, Zhang Q. Study on protective biology chemical constituents and biological activities of taxus species. Journal of Jilin Forestry University 1996;12(4):192-6.



Trabajo Original

Otros

Fish consumption and risk of breast cancer: meta-analysis of 27 observational studies *Consumo de pescado y riesgo de cáncer de mama: metaanálisis de 27 estudios observacionales*

Wu Zhihui, Yan Weihua, Wu Zupei and Huang Jinlin

The 2nd Surgical Department. Shunde Hospital of Traditional Chinese Medicine. Foshan, China

Abstract

Objectives: The association between fish consumption and the risk of breast cancer has not been established yet. Results from epidemiological studies are inconsistent. We conducted a meta-analysis to examine the association between fish consumption and the risk of breast cancer.

Methods: We identified eligible studies in Medline and EMBASE up to February 2015 and the reference lists of original studies and review articles on this topic. Summary relative risks with their 95% confidence intervals were calculated with a random-effects model.

Results: We identified 27 studies eligible for analysis. The summary relative risk of breast cancer for the highest consumption of fish compared with the lowest was 0.96 (95% CI = 0.87-1.07), with evidence of heterogeneity ($Q = 69.09$, $p < 0.001$, $I^2 = 68.0\%$). Four studies investigated lean fish consumption and revealed that there was a small increase in the risk of breast cancer (summary RR = 1.09, 95% CI = 1.00-1.19). As only four studies were included in the subgroup analysis, results must be interpreted with caution.

Conclusions: The overall current literature on fish consumption and the risk of breast cancer suggested no association. Further well-designed prospective studies are needed to explore fish consumption in relation to breast cancer risk.

Key words:

Breast cancer.
Fish consumption.
Systematic review.
Meta-analysis.
Relative risks.

Resumen

Objetivos: hasta el momento, no se ha establecido una asociación entre el consumo de pescado y el riesgo de padecer cáncer de mama. Los resultados derivados de estudios epidemiológicos son inconsistentes. En este caso, llevamos a cabo un metaanálisis para examinar la relación entre el consumo de pescado y el riesgo de cáncer de mama.

Métodos: identificamos diversos estudios aptos en Medline y EMBASE hasta febrero de 2015, así como las referencias bibliográficas de estudios originales y artículos revisados sobre este tema. Se calculó el resumen de riesgo relativo con un intervalo de confianza del 95% mediante un modelo de efectos aleatorios.

Resultados: se identificaron 27 estudios aptos para análisis. El riesgo relativo de cáncer de mama asociado al mayor consumo de pescado respecto al menor fue de 0,96 (95% CI = 0,87-1,07), con manifiesta heterogeneidad ($Q = 69,09$, $p < 0,001$, $I^2 = 68,0\%$). Cuatro estudios investigaron el consumo de pescado magro y revelaron un pequeño incremento en cuanto al riesgo de cáncer de mama (resumen RR = 1,09, 95% CI = 1,00-1,19). Dado que solo fueron incluidos cuatro estudios en el análisis del subgrupo, los resultados han de ser interpretados con cautela.

Conclusiones: En general, la literatura actual sobre consumo de pescado y riesgo de padecer cáncer de mama sugiere que no existe asociación entre ambos. Es necesario llevar a cabo otros estudios prospectivos con un diseño adecuado para explorar dicha relación.

Palabras clave:

Cáncer de mama.
Consumo de
pescado. Revisión
sistemática.
Metaanálisis. Riesgo
relativo.

Received: 26/01/2016

Accepted: 07/03/2016

Zhihui W, Weihua Y, Zupei W, Jinlin H. Fish consumption and risk of breast cancer: meta-analysis of 27 observational studies. Nutr Hosp 2016;33:703-712

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.282>

Correspondence:

Wu Zupei. The 2nd Surgical Department. Shunde Hospital of Traditional Chinese Medicine. Jinsha Road, Daliang Block, Shunde District. 528300 Foshan, China
e-mail: wuzhihuifs@163.com

INTRODUCTION

Breast cancer is the most common malignancy afflicting women and is one of the leading causes of cancer mortality (1). A recent analysis by the National Institutes of Health has shown that the national medical cost of breast cancer care is estimated to be \$16.50 billion in 2010 and will be \$20.5 billion in 2020, accounting for the largest part of all cancer costs (2). Primary prevention of breast cancer is, therefore, very important.

The potential role that lifestyle plays as a cause of breast cancer remains an active area of research. Cigarette smoking is potentially linked to breast cancer (3). Several studies have suggested that physical activity, alcohol consumption (4), and low level of vitamin B6 intake (5) are associated with increased risk of breast cancer. A report published in 2008 by the World Cancer Research Fund and the American Institute for Cancer Research on the relationship between diet and cancer suggested that the consumption of certain types of food may be directly associated to the development of breast cancer (6).

Experimental evidence indicated that n-3 polyunsaturated fatty acids, which occur at high level in fish, have protective effects against some common cancers. The underlying mechanisms included suppression of neoplastic transformation, cell growth inhibition and enhanced apoptosis, and antiangiogenicity (7,8). However, epidemiological studies assessing the relation between breast cancer and fish consumption are inconclusive. Some studies showed a decrease in risk (9,10), and some found no association (11,12), while others revealed an increased risk associated to high consumption of fish (13,14). We therefore performed a systematic review and meta-analysis to assess the association between fish consumption and breast cancer risk.

MATERIALS AND METHODS

DATA SOURCES AND SEARCHES

Two authors independently performed a literature search using Medline and EMBASE database up to February 1st 2015. We searched the studies with the following text words and/or Medical Subject Heading (MeSH) terms: "diet" or "fish", "breast", "cancer" or "tumor" or "neoplasm" or "carcinoma". Furthermore, we reviewed the reference lists of retrieved articles to search for more studies.

STUDY SELECTION

To be included in our meta-analysis, the following criteria had to be met. First, the study had to have a case-control or cohort study design. Second, the exposure of interest had to be fish consumption. Third, the number of breast cancer

cases and controls had to be reported. Fourth, the relative risks (RRs) or odds ratios (ORs) with their corresponding 95% confidence interval (CI) for the highest *versus* non/lowest level of fish consumption had to be reported. Two authors evaluated all the studies retrieved from the databases independently. Any discrepancies between the two reviewers were solved by joint reevaluation of the manuscript. In case of multiple publications from the same study, the most relevant was selected, using the other publications to clarify methodology or characteristics of the population.

DATA EXTRACTION AND QUALITY ASSESSMENT

Three authors evaluated independently all of the studies retrieved according to the pre-specified selection criteria. Any discrepancies between reviewers were addressed by a joint reevaluation of the original article. We identified 30 potentially relevant articles concerning fish consumption and breast cancer risk (9,38). After duplicated studies were excluded, the remaining publications in the meta-analysis of fish consumption and breast cancer included 27 articles: eight cohort studies and 18 case-control studies. We used a standardized protocol and reporting form to collect the following data from each publication: reference (first author, year of publication), geographic location, study design, source of control (population-based or hospital-based), menstrual conditions, sample size, fish consumption level, effect estimates with 95% CI, and covariates adjusted in the statistical analysis. The quality of each study was assessed independently by two reviewers using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS). The NOS consists of three parameters of quality: selection, comparability, and outcome (cohort studies) or exposure (case-control studies). The NOS assigns a maximum of four points for selection, a maximum of two points for comparability, and a maximum of three points for exposure or outcome. Any discrepancies between reviewers were addressed by a joint reevaluation of the original article.

STATISTICAL ANALYSIS

Study-specific RRs with corresponding 95% CI for the highest *versus* non/lowest fish consumption levels were extracted. We ignored the distinction between the various estimates of RR (i.e., OR, rate ratio, hazard ratio) and all measures were interpreted as RR for simplicity. When several estimates were available, we used the one that was adjusted for most variables. Q and Higgins I² statistics were used to examine heterogeneity not only among studies but also between the subgroups included in this meta-analysis (39,40). For the Q statistics, $p < 0.10$ indicated statistically significant heterogeneity (39). We defined statistical significance as $p < 0.10$ rather than the

conventional level of 0.05 due to the low power of this test (41). I^2 values lie between 0% (no observed heterogeneity) and 100% (maximal heterogeneity); thus, an I^2 value greater than 50% may be considered to represent substantial heterogeneity (40). Risk estimates were calculated using a random-effects model, incorporating both within- and between-study variability (39). Funnel plots and statistical tests for funnel plot asymmetry were performed to test evidence of publication bias. Meta-analyses were carried out using Review Manager version 5.0 software (Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre; The Cochrane Collaboration, 2008). A two-tailed p-value less than 0.05 was considered to be significant.

RESULT

STUDY CHARACTERISTICS

Twenty-seven articles that met our inclusion criteria in this meta-analysis were published between 1986 and 2009. There were 8 cohort studies and 19 case-control studies. One study provided RR from both population-based and hospital-based controls (33). Four studies presented results for pre- and postmenopausal women separately (30-33). So, we could use the four studies for subgroup analysis of menstrual conditions (Fig. 1). The main characteristics of the included studies were summarized in table I.

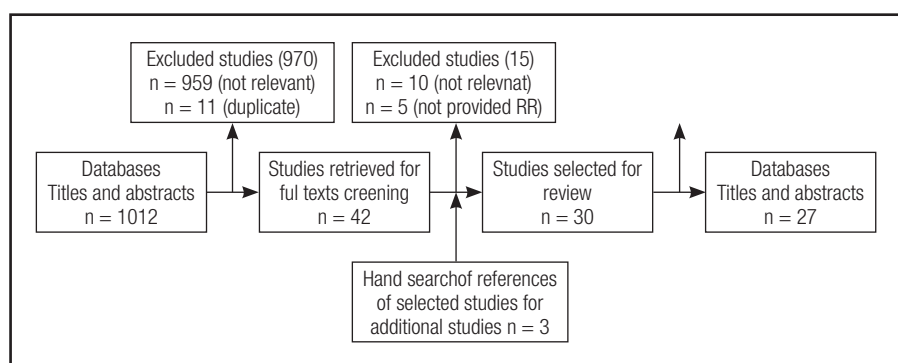


Figure 1.

Flow chart of the selection of studies included in the meta-analysis.

Table I. Characteristics of included studies

Author/	Country/	Pre- or post-menopausal	Cases/	Fish consumption	Effect estimate	NOS	Variables of adjustment
	Design		Subjects				
Kim	South Korea/	Both	358/	≥ 33.7 g/day vs < 9.99 g/day	0.55	8	Age, BMI, family history, education, occupation, alcohol consumption, smoking, physical activity, total energy intake, menopausal status, age at menarche
2009	HCC		718		(0.32-0.96)		
Zhang	China/	Both	438/	Q4 vs Q1	0.72	8	Age at menarche, live birth and age at first birth, BMI, family history, physical activity, smoking, energy intake, vegetable, fruit, and soy food intake
2009	HCC		876		(0.46-1.10)		
Engeset	Europe/	Both	4,776/	Q5 vs Q1	1.07	8	Time of follow-up, energy intake (EI) from fat, EI from carbohydrates and protein, alcohol consumption, height, weight, age at menarche, number of full-term pregnancies (FTP) and age at first FTP, hormone replacement therapy, oral contraceptives (OC) and menopausal status
2006	Cohort		310,671		(0.95-1.20)		

(Continues in the next page)

Table I (Cont.). Characteristics of included studies

Author/	Country/	Pre- or post-menopausal	Cases/	Fish consumption	Effect estimate	NOS	Variables of adjustment
	Design		Subjects	Levels	(95% CI)		
Shannon	China/	Both	378/	$\geq 4.3/\text{wk}$ vs	1.55	7	Age, energy intake, and breast-feeding
2005	PCC		1,448	$< 1.3/\text{wk}$	(0.97-2.48)		
Fung	USA/	Post	3,026/	2 - 3.9/day vs	1.37	8	Age, smoking, BMI, multivitamin, energy intake, physical activity, family history, duration of menopause, age at menarche and hormone replacement therapy, age at first birth, BMI at age 18, weight change since age 18, adult height and alcohol consumption
2005	Cohort		71,058	$< 1/\text{week}$	(0.87-2.15)		
Folsom	USA/	Post	1,885/	≥ 2.5 servings/wk vs	0.92	8	Age, energy intake, education, physical activity, alcohol consumption, smoking, pack-years of cigarette smoking, age at first birth, estrogen use, vitamin use BMI, waist/hip ratio, DM, hypertension, whole grains, fruit and vegetables intake, red meat, cholesterol, and saturated fat intake
2004	Cohort		41,836	< 0.5 servings/wk	(0.76-1.12)		
McElroy	USA/	Both	1,481/	Any vs none	1	8	Age, family history, alcohol consumption, age at first full-term pregnancy, lactation, menopausal status, age at menopause, weight at age 18, weight gain since age 18, and education
2004	PCC		2,782		(0.86-1.17)		
Lund	Norway/	Both	493/	≥ 110 g/month vs	0.99	8	Age, energy intake, BMI, menopausal status, living in regions with a breast screening program, alcohol consumption, live birth and age at first birth, oral contraceptives, and hormone replacement therapy
2004	Cohort		64,674	< 110 g/month	(0.82-1.21)		
Stripp	Denmark/	Post	424/	≥ 58.0 g/day vs	1.47	7	Education, hormone replacement therapy, duration of HRT, BMI and alcohol consumption
2003	Cohort		23,693	< 26.0 g/day	(1.10-1.98)		
Shannon	USA/	Post	441/		0.7	6	Age, total energy intake, live birth and education
2003	PCC		811	Q4 vs Q1	(0.46-1.06)		
Terry	Sweden/	Post	2,085/	≥ 3.5 servings/wk vs	0.88	7	Age, BMI, height, smoking, physical activity, alcohol consumption, vegetables intake, menopause type, duration of hormone replacement therapy, age at menarche, and age at first birth
2002	PCC		4,085	< 0.5 servings/wk	(0.60-1.29)		

(Continues in the next page)

Table I (Cont.). Characteristics of included studies

Author/	Country/	Pre- or post-menopausal	Cases/	Fish consumption	Effect estimate	NOS	Variables of adjustment
	Design		Subjects	Levels	(95% CI)		
Dai	China/	Both	1,459/		1.66	7	Age, education, family history, age at menarche, physical activity, live birth, age at first birth, menopausal status, and total energy
2002	PCC		3,015	Q4 vs Q1	(1.31-2.11)		
Franceschi	Italy/	Both	2,569/	Highest vs lowest	0.69	7	Age, center, education, energy intake, and alcohol consumption
1999	HCC		5,157		(0.56-0.84)		
Gertig	USA/	Both	466/	≥ 0.5 servings/day vs	1.3	6	Age at menarche, age at first birth, BMI, and family history
1999	PCC		932	< 0.14 serving/day	(0.7-2.6)		
Fernandez	Italy/	Both	3,412/	≥ 2 servings/wk vs < 1 serving/wk	1	7	Age, sex, area of residence, education, smoking, alcohol consumption, and BMI
1999	HCC		8,182		(0.8-1.1)		
Ambrosone 1998	USA/	Both	740/	≥ 38.0 g/day vs	Pre	7	Age, education, age at menarche, age at first birth, BMI, family history, total fruits and vegetables intake
	PCC		1,550	< 15.0 g/day	0.9 (0.6-1.5)		
					Post		
					0.7 (0.4-1.0)		
De Stefani	Uruguay/	Both	352/	Q3 vs Q1	0.64	7	Age, residence, family history, age at menarche, previous history of benign breast disease, total energy intake, vegetable intake, and fat intake
1997	HCC		734		(0.38-1.09)		
Toniolo	USA/	Both	180/	Q5 vs Q1	1.02	6	Energy intake
1994	PCC		1,080		(0.61-1.71)		
Lund	Norway/	Both	3,995/	Fishermen's wives vs wives of unskilled workers	0.67	6	Age and number of children
1993	Cohort		533,276		(0.47-0.94)		
Goodman	USA/	Post	272/	Highest vs lowest	1	6	Age, ethnicity, age at first birth, age at menopause, and Benn's index
1992	PCC		568		(0.7-1.4)		
Kato	Japan/	Both	908/	Daily vs	0.81	6	NA
1992	HCC		1,816	≤ 1-2/week	(0.62-1.06)		
Vatten	Norway/	Both	152/	≥ 2 times/week vs	1.2	6	Age
1990	Cohort		14,500	< 2 times/week	(0.8-1.7)		
Stampfer	USA/	Both	601/	Highest vs lowest	1.1	6	Age
1987	Cohort		89,538		(0.5-2.4)		
Hislop	Canada/	Both	846/	Weekly vs less than weekly	0.84	6	Age
1986	PCC		1,708		(0.69-1.03)		
Lee	Singapore/	Both	200/	≥ 51.4 g/day vs	Pre	6	Age, height, education, and family history
1992	HCC		620	< 29.4 g/day	1.0 (0.5-1.9)		
					Post		
					1.2 (0.6-2.3)		

(Continues in the next page)

Table I (Cont.). Characteristics of included studies

Author/	Country/ <i>Design</i>	Pre- or post- menopausal	Cases/ <i>Subjects</i>	Fish consumption <i>Levels</i>	Effect estimate <i>(95% CI)</i>	NOS	Variables of adjustment
Hirose	Japan/	Both	1,186/	≥ 3/wk vs	Pre	6	Age
1995	HCC		24,349	< 3/wk	0.98 (0.78-1.24)		
					Post		
					0.75 (0.57-0.98)		
Mannisto	Finland/	Both	310/	Highest vs lowest	Pre	7	Age, area, age at menarche, age at first birth, oral contraceptives, estrogen replacement therapy, family history, history of benign breast disease, education, alcohol consumption, smoking, activity, and waist/hip ratio
1999	HCC		764		0.7 (0.3-1.7)		
					Post		
					1.4 (0.7-3.0)		
Mannisto	Finland/	Both	310/	Highest vs lowest	Pre	7	Age, area, age at menarche, age at first birth, oral contraceptives, estrogen replacement therapy, family history, history of benign breast disease, education, alcohol consumption, smoking, activity, and waist/hip ratio
1999	PCC		816		1.0 (0.4-2.3)		
					Post		
					1.1 (0.6-2.0)		

PCC: Population-based case-control study; HCC: Hospital-based case-control study; Q: Quantile; CI: Confidence interval; Pre: Premenopausal; Post: Postmenopausal;

NA: Data not applicable.

META-ANALYSIS

As the results of four studies were presented separately for pre- and postmenopausal women without a pooled analysis with total women (30-33), 23 studies were selected for analysis. Significant heterogeneity was found in the results across the 23 studies ($Q = 69.09$, $p < 0.001$, $I^2 = 68.0\%$). The summary RR for the 23 studies showed that high fish consumption was not associated with a reduction in breast cancer risk (summary RR = 0.96, 95% CI = 0.87-1.07) (Fig. 2).

Significant heterogeneity was found among the 15 case-control studies ($Q = 49.04$, $p < 0.001$, $I^2 = 71.0\%$) and the 8 cohort studies ($Q = 15.49$, $p = 0.03$, $I^2 = 55.0\%$). Similar to the results from all studies combined, there was no significant association between fish consumption and breast cancer risk either in the case-control (summary RR = 0.92, 95% CI = 0.79-1.06) or cohort (summary RR = 1.05, 95% CI = 0.91-1.20) studies (Table II). The difference between study design strata was not significant ($Q = 1.68$, $p = 0.19$, $I^2 = 40.5\%$).

In case-control studies, the design could be further divided into hospital-based and population-based studies. By stratified analysis of two subgroups, significant heterogeneity was found within population-based studies ($Q = 49.04$, $p < 0.001$, $I^2 = 71.0\%$),

but not among the hospital-based case-control studies ($Q = 8.72$, $p = 0.12$, $I^2 = 43.0\%$). The summary RR among hospital-based case-control studies showed a significant reduction in the risk of breast cancer with high fish consumption (summary RR = 0.77, 95% CI = 0.65-0.90) (Table II).

In stratified analysis by geographical locations (Europe, North America, South America, and Asia), we found no association between fish consumption and breast cancer risk for any of the geographical regions (Europe, summary RR = 0.95, 95% CI = 0.82-1.12; North America, summary RR = 0.95, 95% CI = 0.87-1.04; South America, summary RR = 0.64, 95% CI = 0.38-1.09; Asia, summary RR = 0.98, 95% CI = 0.64-1.51) (Table II).

We also limited the meta-analysis to studies that controlled for total energy input, fruit or vegetables intake. Regarding the 12 studies that controlled for energy input, significant heterogeneity was found among them ($Q = 50.13$, $p < 0.001$, $I^2 = 78.0\%$), and no significant association was found between fish consumption and breast cancer (summary RR = 0.95, 95% CI = 0.8-1.14). Among the four studies that controlled for fruit or vegetables intake, no significant heterogeneity was found ($Q = 1.12$, $p < 0.54$, $I^2 = 0\%$), and no significant association between fish consumption and breast cancer was observed (summary RR = 0.89, 95% CI = 0.75-1.05) (Table II).

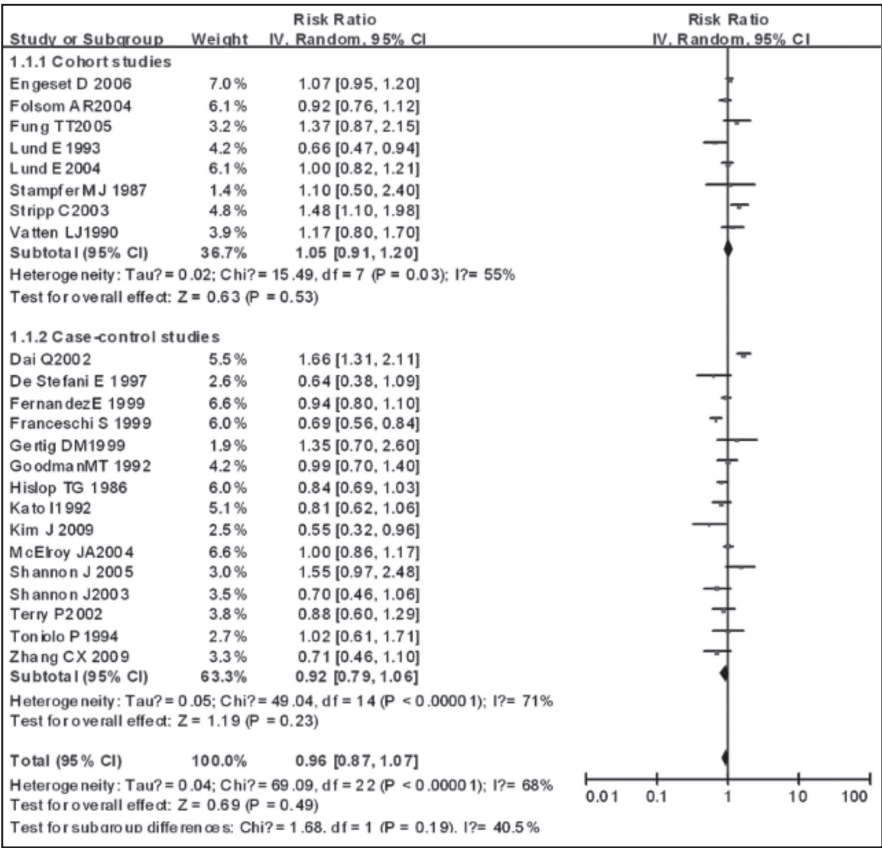


Figure 2. Forest plot of risk of fish consumption associated with breast cancer.

Alcohol consumption, smoking, physical activity, education, family history of breast cancer and body mass index (BMI) are important confounders for breast cancer risk. When we limited the meta-analysis to studies that controlled for these potential risk factors, we also found no association between fish consumption and breast cancer risk (Table II).

Four studies provided available data for subgroup analysis about lean fish. No significant heterogeneity was found among the four studies ($Q = 0.81$, $p = 0.85$, $I^2 = 0\%$), and there was a small increase effect of lean fish consumption on breast cancer (summary $RR = 1.09$, $95\% \text{ CI} = 1.00\text{--}1.19$). Five studies provided available data for subgroup analysis about fatty fish. Among the five studies, significant heterogeneity was observed ($Q = 30.29$, $p < 0.001$, $I^2 = 87\%$), and the association between fish consumption and breast cancer was not statistically significant (summary $RR = 0.81$, $95\% \text{ CI} = 0.58\text{--}1.12$) (Table II).

Four studies provided RR with corresponding CI for subgroup analysis about menstrual conditions. No significant heterogeneity was found ($Q = 10.34$, $p = 0.24$, $I^2 = 23\%$) among the eight studies, and we also found no association between fish consumption and breast cancer risk in premenopausal women (summary $RR = 0.90$, $95\% \text{ CI} = 0.79\text{--}1.03$). Among the four studies providing RR about postmenopausal women, significant heterogeneity was observed ($Q = 27.56$, $p < 0.02$, $I^2 = 49\%$), and the association between fish consumption and breast can-

cer was not statistically significant in postmenopausal women (summary $RR = 0.96$, $95\% \text{ CI} = 0.85\text{--}1.10$).

PUBLICATION BIAS

The shape of the funnel plots for studies on the association between fish consumption and breast cancer risk seemed symmetrical, indicating no publication bias (Fig. 3).

DISCUSSION

Fish consumption has long been thought to play a role in the development of breast cancer, though evidence from the present studies is inconclusive. This present study summarized the evidence to date regarding the association between fish consumption and breast cancer risk. Overall, the summary RR for all of the studies suggested no significant association between fish consumption and breast cancer risk. There was significant heterogeneity among the studies. Although the pooled analysis from the hospital-based case-control studies suggested a small reduction in risk, the results from the population-based case-control and cohort studies were null.

The association between fish consumption and breast cancer is biologically plausible. Consumption of fish provides unsaturated

Table II. Subgroup analysis of relative risks for the association between fish consumption and risk of breast cancer

Subgroup	References	Relative risk	Tests for heterogeneity		
		(95% CI)	Q	p	I ² (%)
Geographical region					
Europe	(10,13,17,20,22,25,28,37)	0.95 (0.82, 1.12)	27.64	< 0.001	75
North America	(12,15,16,18,19,21,24,26,29)	0.95 (0.87, 1.04)	7.87	0.45	0
South America	(23)	0.64 (0.38, 1.09)	NA	NA	NA
Asia	(9,11,14,27,38)	0.98 (0.64, 1.51)	28.4	< 0.001	86
Source of control group					
Population	(14,18-21,24,26,29,38)	1.06 (0.87, 1.28)	27.02	< 0.001	71
Hospital	(9-11,22,23,27)	0.77 (0.65, 0.90)	8.72	0.12	45
Study design					
Cohort studies	(12,13,15-17,25,28,37)	1.05 (0.91, 1.20)	15.49	0.003	55
Case-control studies	(9-11,14,18-24,26,27,29,38)	0.92 (0.79, 1.06)	49.04	< 0.001	71
Fish type					
Lean fish	(9,13,26,37)	1.09 (1.00, 1.19)	0.81	0.85	0
Fatty fish	(9,13,20,26,37)	0.81 (0.58, 1.12)	30.29	< 0.001	87
Menstrual conditions					
Premenopausal	(9,23,29-33,37)	0.90 (0.79, 1.03)	10.34	0.24	23
Postmenopausal	(9,12,13,16,19,20,23,26,29-33,37)	0.96 (0.85, 1.10)	27.56	0.02	49
Adjustment for confounders					
Energy intake	(9-12,14,16,17,19,23,24,37,38)	0.95 (0.80, 1.14)	50.13	< 0.001	78
Fruit or vegetables intakes	(11,12,23)	0.89 (0.75, 1.05)	1.22	0.54	0
Alcohol consumption	(9,10,12,13,16-18,20,22,37)	0.97 (0.85, 1.09)	28.74	< 0.001	69
Smoking	(9,11,12,16,22)	0.92 (0.82, 1.03)	7.61	0.11	47
Physical activity	(9,11,12,14,16)	0.99 (0.69, 1.44)	25.36	< 0.001	84
BMI	(9,11-13,16,17,20-22)	0.99 (0.85, 1.15)	17.66	0.02	55
Education	(9,10,12-14,18,19,22)	0.96 (0.78, 1.19)	45.67	< 0.001	85
Family history	(9,11,14,16,18,21,23)	0.99 (0.74, 1.33)	27.86	< 0.001	78

NA: Not applicable.

essential fatty acids, certain vitamins and minerals. In a mouse model system, researchers have found that supplementing the diet of tumor-bearing mice or rats with n-3 fatty acids or inorganic selenium can slow the growth of various types of cancers (42,43). Larsson highlighted current knowledge on the potential mechanisms of the n-3 fatty acids' anti-carcinogenic actions. These included suppression of arachidonic acid-derived eicosanoid biosynthesis; influence on transcription factor activity, gene expression, and signal transduction; alteration of estrogen metabolism; increased or decreased production of free radicals and reactive oxygen species; and effect on insulin sensitivity and membrane fluidity (44).

There may be reasons for the discrepancies observed between the studies included. First, the protective effect of fish consump-

tion on breast cancer risk may be counterbalanced by the negative effect of contaminants. Among contaminants found in fish are mercury (45), polychlorinated biphenyls (46), organochlorine residues, and other chemicals. These chemicals have high toxicity and carcinogenic potency, and a few epidemiological studies suggested that pesticides and some of these chemicals may be related to breast cancer risk (47,48).

Second, existing reports suggested n-6 fatty acids as pro-oncogenic and n-3 fatty acids as anti-oncogenic factors. N-6 fatty acids from fish oils induced growth of human breast cancer cells (49), and postmenopausal breast cancer was positively associated with high intakes of n-6 fatty acids (50). Fresh water fish contain lower levels of n-3 fatty acids but higher levels of n-6 fatty acids than marine fish. Most of the studies included in our meta-analysis,

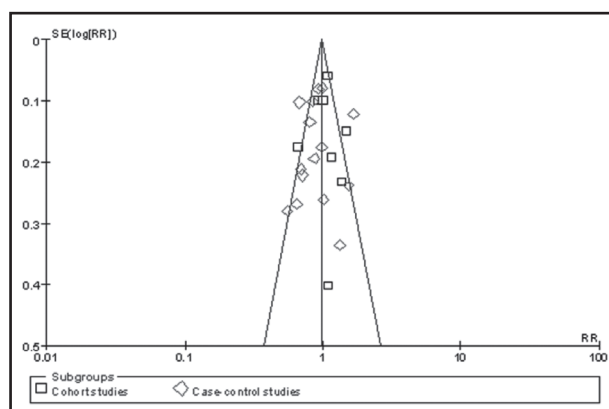


Figure 3.

Funnel plot of studies evaluating the association between fish consumption and risk of breast cancer.

however, did not specify what type of fish was consumed. Third, variation in cooking methods across study populations on these studies may have contributed to the inconsistent findings. Heterocyclic amines (HA) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) formed during cooking fish at high temperatures may be one of the reasons. Four, self-reported dietary intake (especially via food frequency questionnaire) is notoriously poor and plagued by problems of random error and systematic error associated with participant characteristics.

We tried to carry out an analysis stratified by adjustment for confounding factors, smoking, alcohol consumption, physical activity, BMI, etc. However, we also found no association between fish consumption and breast cancer risk. Data from individual studies suggested that the association between fish consumption and the risk of breast cancer was stronger in premenopausal women than in postmenopausal women (51,52). It is also plausible that diet has a stronger impact on breast cancer risk during early adult life than later in life. However, the results from our analysis demonstrated no relationship between fish consumption and breast cancer risk both in pre- and postmenopausal women. Most of the contaminants accumulate in the fat; therefore, contaminants are more likely present in fatty fish. Because these agents accumulate in fat tissue, one would expect the elevated risk to be more pronounced with higher consumptions of fatty fish compared with lean fish, which was not the case in our study. Contrarily, there was a small increase effect of lean fish consumption on breast cancer, but not of fatty fish consumption. An explanation of this discrepancy could be that lean fish contain fewer contaminants, but the level of n-3 fatty acids on lean fish was lower than that on fatty fish. Only four studies were included in the subgroup analysis, thus results must be interpreted with caution.

Our meta-analysis has several strengths:

1. Studies were included after a comprehensive and systematic search of the literature by using an extensive search strategy.
2. The majority of the studies included evaluated multiple confounders including age, smoking, alcohol consumption, BMI, etc.

3. With available evidence and enlarged number of studies to date, we have enhanced statistical power to detect any associations between fish consumption and breast cancer risk.

Our meta-analysis has limitations that affect interpretation of the true results. First, 15 of 21 studies in this meta-analysis used a case-control design, which was more susceptible to recall and selection biases than a cohort design. On the other hand, cohort studies may be affected by detection bias. Second, there is substantial heterogeneity across studies. Heterogeneity was likely due to the variation in exposure definitions, exposure ranges, fish consumption assessment methods, and population characteristics between studies. Methods and units for measuring fish consumption varied across studies. Third, unmeasured or uncontrolled confounding inherited from original studies is a concern in this meta-analysis. Most risk estimates were derived from multivariable models, but individual studies did not adjust for potential confounding factors in a consistent way. Four, we included only those studies that were published in English. This is mainly because it is difficult for the authors to interpret all the data that are available in different languages.

In summary, from the present meta-analysis we still cannot draw the conclusion that fish consumption has preventive effects on breast cancer. Given the small number of cohort studies included in this meta-analysis, further prospective cohort studies with larger sample size, well-controlled for confounding factors, and more accurate assessment of fish consumption are needed to affirm the effect of fish on breast cancer.

ACKNOWLEDGMENTS

ZP.W conceived and designed the study. ZH.W and WH.Y performed a literature search and identified eligible studies. ZH.W, WH.Y and JL.H extracted data from retrieved studies. ZH.W carried out statistical analysis and interpreted results. The authors do not have any possible conflicts of interest. All drafts of the reports were written by ZH.W. All authors read and approved the final paper.

REFERENCES

1. Hortobagyi GN, De la Garza SJ, Pritchard K, Amadori D, Haidinger R, Hudis CA, et al. The global breast cancer burden: Variations in epidemiology and survival. *Clin Breast Cancer* 2005;6:391-401.
2. Mariotto AB, Yabroff KR, Shao Y, Feuer EJ, Brown ML. Projections of the cost of cancer care in the United States: 2010-2020. *J Natl Cancer Inst* 2011;103:117-28.
3. Lynch HT, Lynch JF. Cigarette smoking and breast cancer risk. *Womens Health (Lond Engl)* 2011;7:413-6.
4. Poli A, Marangoni F, Visioli F. Alcohol consumption and breast cancer risk. *JAMA* 2012;307:666.
5. Zhang SM, Willett WC, Selhub J, Hunter DJ, Giovannucci EL, Holmes MD, et al. Plasma folate, vitamin B6, vitamin B12, homocysteine, and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 2003;95:373-80.
6. Wiseman M. The second world cancer research fund/American Institute for Cancer Research expert report. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: A global perspective. *Proc Nutr Soc* 2008;67:253-6.
7. Fernández E, Chatenoud L, La Vecchia C, Negri E, Franceschi S. Fish consumption and cancer risk. *Am J Clin Nutr* 1999;70:85-90.

8. Rose DP, Connolly JM. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacol Ther* 1999;83:217-44.
9. Kim J, Lim SY, Shin A, Sung MK, Ro J, Kang HS, et al. Fatty fish and fish omega-3 fatty acid intakes decrease the breast cancer risk: A case-control study. *Bmc Cancer* 2009;9:216.
10. Franceschi S, Favero A. The role of energy and fat in cancers of the breast and colon-rectum in a southern European population. *Ann Oncol* 1999;10(Suppl. 6):61-3.
11. Zhang CX, Ho SC, Chen YM, Lin FY, Fu JH, Cheng SZ. Meat and egg consumption and risk of breast cancer among Chinese women. *Cancer Causes Control* 2009;20:1845-53.
12. Folsom AR, Demissie Z. Fish intake, marine omega-3 fatty acids, and mortality in a cohort of postmenopausal women. *Am J Epidemiol* 2004;160:1005-10.
13. Stripp C, Overvad K, Christensen J, Thomsen BL, Olsen A, Moller S, et al. Fish intake is positively associated with breast cancer incidence rate. *J Nutr* 2003;133:3664-9.
14. Dai Q, Shu XO, Jin F, Gao YT, Ruan ZX, Zheng W. Consumption of animal foods, cooking methods, and risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2002;11:801-8.
15. Stampfer MJ, Willett WC, Colditz GA, Speizer FE. Intake of cholesterol, fish and specific types of fat in relation to risk of breast cancer. *Amer Oil Chemists Society*; 1987. p. 248-52.
16. Fung TT, Hu FB, Holmes MD, Rosner BA, Hunter DJ, Colditz GA, et al. Dietary patterns and the risk of postmenopausal breast cancer. *Int J Cancer* 2005;116:116-21.
17. Lund E, Engeset D, Alsaker E, Skeie G, Hjartaker A, Lundebye AK, et al. Cancer risk and salmon intake. *Science* 2004;305:477-8.
18. McElroy JA, Kanarek MS, Trentham-Dietz A, Robert SA, Hampton JM, Newcomb PA, et al. Potential exposure to PCBS, DDT, and PBDES from sport-caught fish consumption in relation to breast cancer risk in Wisconsin. *Environ Health Perspect* 2004;112:156-62.
19. Shannon J, Cook LS, Stanford JL. Dietary intake and risk of postmenopausal breast cancer (United States). *Cancer Causes Control* 2003;14:19-27.
20. Terry P, Rohan TE, Wolk A, Maehle-Schmidt M, Magnusson C. Fish consumption and breast cancer risk. *Nutr Cancer* 2002;44:1-6.
21. Gertig DM, Hankinson SE, Hough H, Spiegelman D, Colditz GA, Willett WC, et al. N-acetyl transferase 2 genotypes, meat intake and breast cancer risk. *Int J Cancer* 1999;80:13-7.
22. Fernandez E, Chateaud L, La Vecchia C, Negri E, Franceschi S. Fish consumption and cancer risk. *Am J Clin Nutr* 1999;70:85-90.
23. De Stefani E, Ronco A, Mendilaharsu M, Guidobono M, Deneo-Pellegrini H. Meat intake, heterocyclic amines, and risk of breast cancer: A case-control study in Uruguay. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1997;6:573-81.
24. Toniolo P, Riboli E, Shore RE, Pasternack BS. Consumption of meat, animal products, protein, and fat and risk of breast cancer: A prospective cohort study in New York. *Epidemiology* 1994;5:391-7.
25. Lund E, Bona KH. Reduced breast cancer mortality among fishermen's wives in Norway. *Cancer Causes Control* 1993;4:283-7.
26. Goodman MT, Nomura AM, Wilkens LR, Hankin J. The association of diet, obesity, and breast cancer in Hawaii. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1992;1:269-75.
27. Kato I, Miura S, Kasumi F, Iwase T, Tashiro H, Fujita Y, et al. A case-control study of breast cancer among Japanese women: With special reference to family history and reproductive and dietary factors. *Breast Cancer Res Treat* 1992;24:51-9.
28. Vatten LJ, Solvoll K, Loken EB. Frequency of meat and fish intake and risk of breast cancer in a prospective study of 14,500 Norwegian women. *Int J Cancer* 1990;46:12-5.
29. Hislop TG, Coldman AJ, Elwood JM, Brauer G, Kan L. Childhood and recent eating patterns and risk of breast cancer. *Cancer Detect Prev* 1986;9:47-58.
30. Ambrosone CB, Freudenheim JL, Sinha R, Graham S, Marshall JR, Vena JE, et al. Breast cancer risk, meat consumption and N-acetyltransferase (NAT2) genetic polymorphisms. *Int J Cancer* 1998;75:825-30.
31. Hirose K, Tajima K, Hamajima N, Inoue M, Takezaki T, Kuroishi T, et al. A large-scale, hospital-based case-control study of risk factors of breast cancer according to menopausal status. *Jpn J Cancer Res* 1995;86:146-54.
32. Lee HP, Gourley L, Duffy SW, Esteve J, Lee J, Day NE. Risk factors for breast cancer by age and menopausal status: A case-control study in Singapore. *Cancer Causes Control* 1992;3:313-22.
33. Mannisto S, Pietinen P, Virtanen M, Kataja V, Uusitupa M. Diet and the risk of breast cancer in a case-control study: Does the threat of disease have an influence on recall bias? *J Clin Epidemiol* 1999;52:429-39.
34. Lee HP, Gourley L, Duffy SW, Esteve J, Lee J, Day NE. Dietary effects on breast-cancer risk in Singapore. *Lancet* 1991;337:1197-200.
35. Favero A, Parpinel M, Franceschi S. Diet and risk of breast cancer: Major findings from an Italian case-control study. *Biomed Pharmacother* 1998;52:109-15.
36. Franceschi S, Favero A, La Vecchia C, Negri E, Dal Maso L, Salvini S, et al. Influence of food groups and food diversity on breast cancer risk in Italy. *Int J Cancer* 1995;63:785-9.
37. Engeset D, Alsaker E, Lund E, Welch A, Khaw KT, Clavel-Chapelon F, et al. Fish consumption and breast cancer risk. The European prospective investigation into cancer and nutrition (epic). *Int J Cancer* 2006;119:175-82.
38. Shannon J, Ray R, Wu C, Nelson Z, Gao DL, Li W, et al. Food and botanical groupings and risk of breast cancer: A case-control study in Shanghai, China. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005;14:81-90.
39. DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986;7:177-88.
40. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 2003;327:557-60.
41. Hedges LV, Pigott TD. The power of statistical tests in meta-analysis. *Psychol Methods* 2001;6:203-17.
42. Reddy BS, Sugie S, Maruyama H, Marra P. Effect of dietary excess of inorganic selenium during initiation and postinitiation phases of colon carcinogenesis in F344 rats. *Cancer Res* 1988;48:1777-80.
43. Rose DP, Connolly JM. Effects of dietary omega-3 fatty acids on human breast cancer growth and metastases in nude mice. *J Natl Cancer Inst* 1993;85:1743-7.
44. Larsson SC, Kumlin M, Ingelman-Sundberg M, Wolk A. Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: A review of potential mechanisms. *Am J Clin Nutr* 2004;79:935-45.
45. Sanzo JM, Dorronsoro M, Amiano P, Amurrio A, Aguinagalde FX, Azpuri MA. Estimation and validation of mercury intake associated with fish consumption in an epic cohort of Spain. *Public Health Nutr* 2001;4:981-8.
46. Sjodin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Bjork J, Bergman A. Influence of the consumption of fatty Baltic sea fish on plasma levels of halogenated environmental contaminants in Latvian and Swedish men. *Environ Health Perspect* 2000;108:1035-41.
47. Laden F, Hunter DJ. Environmental risk factors and female breast cancer. *Annu Rev Public Health* 1998;19:101-23.
48. Rojas E, Herrera LA, Poirier LA, Ostrosky-Wegman P. Are metals dietary carcinogens? *Mutat Res* 1999;443:157-81.
49. Hammamieh R, Chakraborty N, Miller SA, Waddy E, Barmada M, Das R, et al. Differential effects of omega-3 and omega-6 fatty acids on gene expression in breast cancer cells. *Breast Cancer Res Treat* 2007;101:7-16.
50. Wirfalt E, Mattisson I, Gullberg B, Johansson U, Olsson H, Berglund G. Postmenopausal breast cancer is associated with high intakes of omega-6 fatty acids (Sweden). *Cancer Causes Control* 2002;13:883-93.
51. Shin MH, Holmes MD, Hankinson SE, Wu K, Colditz GA, Willett WC. Intake of dairy products, calcium, and vitamin D and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 2002;94:1301-11.
52. Lin J, Manson JE, Lee IM, Cook NR, Buring JE, Zhang SM. Intakes of calcium and vitamin D and breast cancer risk in women. *Arch Intern Med* 2007;167:1050-9.



Trabajo Original

Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio en escolares

Evaluating of the agreement between two methods to determine the distance of the active commuting to school in schoolchildren

Emilio Villa-González^{1,2}, Carlos Rodríguez-López², Yaira Barranco-Ruiz^{1,3}, Luis Fabián Cabezas-Arévalo⁴ y Palma Chillón²

¹Departamento de Cultura Física. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. ²PROFITH (PROmoting FITness and Health through physical activity) grupo de investigación. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Granada, España. ³Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación Biomédico. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Granada, España. ⁴Departamento de Estadística. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

Resumen

Objetivo: analizar la concordancia de dos métodos de medición (Google Maps™ vs. Sistema de Información Geográfica) para la determinación de la distancia desde el domicilio familiar hasta el colegio.

Métodos: un total de 542 escolares de entre 8-11 años de edad (media = $9,36 \pm 0,6$) del sur de España participaron en el estudio, facilitando la dirección de su domicilio familiar. La distancia desde el domicilio familiar al colegio se calculó mediante la utilización de dos programas diferentes: Google Maps™ y Sistema de Información Geográfica (GIS) en ruta y en línea recta. La asociación entre ambos métodos fue analizada utilizando la correlación de Spearman y el grado de acuerdo a través del coeficiente de correlación intraclase (ICC), así como el método Bland Altman.

Resultados: la correlación entre ambos métodos de medición propuestos fue muy significativa ($r = 0,966$, $p < 0,001$; $r = 0,984$, $p < 0,001$; y $r = 0,954$, $p < 0,001$, respectivamente), y la concordancia fue excelente ($ICC = 0,96$, $p < 0,001$; $ICC = 0,92$, $p < 0,001$; $ICC = 0,97$, $p < 0,001$).

Conclusiones: los métodos de medición estudiados podrían ser utilizados en función de las necesidades de la investigación, al presentar ambos una alta concordancia. Sin embargo, se recomienda la utilización del Sistema de Información Geográfica en ruta si se cuenta con medios y financiación, por tratarse de un método constatado en fiabilidad y validez.

Palabras clave:

Distancia. Transporte activo. Jóvenes. Salud pública. Actividad física.

Abstract

Objective: To analyze the agreement between two measuring methods (Google Maps™ vs GIS) for the prediction of the distance from home to school.

Methods: A total of 542 scholars aged 8-11 years old (mean = 9.36 ± 0.6) from the South of Spain participated in the study, reporting their respective address family home. The distance from home to school was calculated using two different softwares: Google Maps™ and Geographic Information System, in route and straight line. The association between the two methods was analyzed using the Spearman correlation, and the agreement through the Intraclass Correlation Coefficient and the Bland Altman method.

Results: The correlation between the two methods of measurement proposed was significant ($r = 0.966$; $p < 0.001$; $r = 0.984$; $p < 0.001$, and $r = 0.954$; $p < 0.001$, respectively), and the agreement was excellent ($ICC = 0.96$, $p < 0.001$; $ICC = 0.92$; $p < 0.001$; $ICC = 0.97$; $p < 0.001$).

Conclusions: Both measurement methods may be used depending on the needs of research, introducing both a high agreement. However, the use of Geographic Information System in route is recommended if it is funded, because it was demonstrated its reliability and validity.

Key words:

Distance. Active commuting. Youth. Public health. Physical activity.

Recibido: 22/10/2015
Aceptado: 25/02/2016

Villa-González E, Rodríguez-López C, Barranco-Ruiz Y, Cabezas-Arévalo LF, Chillón P. Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio en escolares. Nutr Hosp 2016;33:713-718

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.283>

Correspondencia:

Emilio Villa-González. Universidad Nacional de Chimborazo. Avda. Antonio José de Sucre, km 1,5, vía a Guano. Riobamba, Chimborazo. Ecuador
e-mail: evilla@unach.edu.ec

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la creciente prevalencia de obesidad y sobrepeso en la infancia y la adolescencia sigue en aumento en la mayor parte de los países (1). Además, el descenso de la práctica de actividad física o incluso la inactividad física en la población joven sigue siendo un gran problema a nivel internacional, derivando en diferentes enfermedades crónicas en la edad adulta (2). La realización de esfuerzos para desarrollar un estilo de vida activo en la infancia parece ser una de las estrategias exitosas para incrementar los niveles de actividad física. Políticas que promuevan el desplazamiento activo al colegio son consideradas como una posible solución y contribuyen al aumento de los niveles de actividad física diarios (3), completando así las recomendaciones mínimas marcadas por organismos internacionales para la mejora de la salud en esta población (4). Sin embargo, en la última década ha existido un importante descenso del desplazamiento activo al colegio (es decir, andando o en bicicleta) en diferentes países, como Estados Unidos (5), Australia (6), Canadá (7), Inglaterra (8) o España (9).

El hábito de desplazarse activamente al colegio está asociado con diferentes factores demográficos, personales, escolares, familiares, ambientales y sociales (10). Entre ellos, el factor ambiental de la distancia de la ruta desde el domicilio familiar hasta el colegio se muestra como uno de los determinantes más importantes y predictores del desplazamiento activo al colegio (11). Una distancia larga desde el domicilio familiar al colegio se asocia con una tasa menor de desplazamiento al colegio andando (12,13) o en bicicleta (13,14).

Los métodos de medición de la variable distancia en la literatura previa son variados, obteniendo la distancia de la ruta desde la casa hasta el colegio a través de cuestionarios autoadministrados (12,15), Sistemas de Información Geográfica (GIS) (13,15), dibujos de mapas de la ruta (16), Google Maps™ (17-20) o sistemas de posicionamiento global (GPS) (21,22). La medición con GPS parece ser el método más preciso (23), pero el elevado coste de este material hace que en ocasiones sea difícil su acceso e implementación en las investigaciones (24). Por otro lado, la predicción de la ruta mediante mapas autorreportados se ha considerado como un método válido para calcular la distancia de la ruta desde el domicilio hasta el colegio (16). Otro de los métodos utilizados para la medición de la variable distancia ha sido el GIS, calculando tanto la distancia en línea recta como algoritmos que predicen la distancia mediante la ruta más corta (*shortest-network-path* o distancia en ruta). Sin embargo, la validez del método de medición GIS para calcular la distancia está siendo cuestionada actualmente, por ser un método poco preciso a la hora de calcular la ruta real que realiza el estudiante hacia o desde el colegio (24). Por último, el uso de Google Maps™ para determinar la distancia de las rutas se ha implementado previamente con éxito, tratándose de una metodología de fácil acceso mundial y permitiendo ahorrar costes asociados a la investigación (24), aunque al igual que el método GIS, puede que no reproduzca la ruta exacta que realiza el joven (24). Estudios previos han evidenciado que el cálculo de la distancia a través de GPS es similar a la de GIS, aunque estas

medidas difieren cuando se calculan otras variables tales como la concurrencia o densidad de la calle, así como el número de parques de la zona (21). Sin embargo, la asociación del programa GIS con otros protocolos de medida como Google Maps™ para la obtención de la variable distancia aún se desconoce.

Dada la variabilidad de criterios utilizados para la selección de métodos de medición de la distancia en estudios de desplazamiento al colegio, y conociéndose la importancia de la distancia como la variable más predictora de este comportamiento, son necesarias más investigaciones al respecto.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue analizar la concordancia entre dos métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS) para la determinación de la distancia que realiza el estudiante desde el domicilio familiar hasta su respectivo colegio.

MÉTODOS

DISEÑO Y PARTICIPANTES

Se trata de un estudio de carácter transversal llevado a cabo durante el curso escolar 2012-2013. Un total de 542 niños y niñas de entre 8-11 años (media = $9,36 \pm 0,6$), pertenecientes a cinco colegios de Educación Primaria de las provincias de Granada (Salobreña, $n = 148$; Huétor Vega, $n = 98$; Santa Fe, $n = 96$; Granada, $n = 146$) y Jaén (Castillo de Locubín, $n = 54$) participaron en el estudio, en el que respondieron a un cuestionario donde completaban la dirección postal correspondiente a su domicilio familiar. Este dato fue utilizado para calcular la distancia entre este y el colegio a través de los métodos de medición Google Maps™ y GIS. El criterio de inclusión de los participantes fue la obtención de la variable distancia a través de los dos métodos mencionados. Un total de 53 participantes (9,9%) no completaron la casilla del domicilio postal y fueron excluidos; posteriormente, 225 participantes (29,5%) no completaron correctamente el apartado de dirección postal (es decir, no rellenaron algún dato, como el número de su domicilio, o el texto era ilegible), siendo por ello excluidos; y finalmente, de 74 participantes (13,6%) no se halló su dirección postal a través de alguno de los dos métodos de medición (Google Maps™ = 25 casos) o (GIS = 49 casos). Por tanto, la muestra final incluida en el estudio fue de 190 participantes (35%). El porcentaje de niñas (49,5%) y niños (50,5%) fue homogéneo dentro de la muestra seleccionada. Este estudio se ha realizado bajo el marco legislativo español vigente y el Comité Médico y Ético del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de la Universidad de Granada, que aprobó el mismo (caso número 817). Todos los colegios fueron informados sobre el propósito y la naturaleza del estudio. Cada centro escolar realizó las pertinentes gestiones para informar a las familias y profesorado sobre la participación en el estudio, recibiendo el correspondiente consentimiento informado.

DISTANCIA DE CASA AL COLEGIO

La medida de la distancia desde el domicilio familiar al colegio se obtuvo mediante la utilización de dos métodos de medición diferentes: los programas Google Maps™ y GIS, utilizando para ello tres tipos de protocolos (Fig. 1). En primer lugar, se calculó la distancia mediante la utilización de Google Maps™, utilizando para ello la distancia de la ruta más corta realizada a pie desde el domicilio hasta el colegio, expresándose en metros (m). Seguidamente, para obtener los mismos puntos con el método GIS, se obtuvieron las coordenadas geográficas en grados decimales (GGG) de cada punto (5 colegios y 190 domicilios) mediante Google Earth (versión 7.1.5.1557). Una capa de cada una de las diferentes ciudades fue adquirida del archivo de libre acceso ROADS.shp (<http://www.openstreetmap.org/>). Posteriormente, se crearon 5 capas (una por cada ciudad) en el programa GIS, donde se incorporaron dichas coordenadas (x, y; longitud y latitud) para ser transformadas y proyectadas a formato UTM (Universal Transversal de Mercator, DATUM WGS84, Zona 30 Norte). Para validar la información obtenida en las capas de GIS se convirtieron las capas de cada localidad en archivos de extensión kml con la herramienta Layer To KML, y a continuación se cargaron los archivos con extensión kml en el programa Google Earth, observándose así si la información obtenida era correcta. Por último, para comprobar nuevamente si la información era válida (es decir, que los puntos estaban ubicados en calles específicas y coincidían con el nombre de la calle), se cargaron los archivos kml en Google Maps™. Posteriormente, una capa de las calles de cada ciudad fue obtenida nuevamente del archivo de libre acceso ROADS.shp (<http://www.openstreetmap.org/>). Se calcularon dos distancias para el presente estudio utilizando GIS: la distancia de la ruta más corta (*shortest-network-path*) y la distancia en línea recta (también llamada euclidiana), ambas desde cada domicilio familiar

hasta el colegio correspondiente, expresándose en metros. Para la primera se utilizó el protocolo de ArcGis Network Analyst con la opción New Closest Facility para crear una capa de análisis de instalación más cercana. Para la segunda se utilizó la herramienta Point Distance.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las pruebas de normalidad revelaron una distribución no normal tanto para la distancia en Google Maps™ (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,315; $p < 0,01$), como para la distancia con GIS en ruta (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,253; $p < 0,01$) y distancia con GIS en línea recta (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,266; $p < 0,01$), por lo que se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas. Se aplicó la correlación de Spearman para cuantificar la relación entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta vs. GIS en línea recta) (Tabla I). Teniendo en cuenta las limitaciones del coeficiente de correlación de Spearman para describir el grado de acuerdo entre dos variables cuantitativas (25), se aplicó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) con efecto aleatorio de un factor para los tres métodos de medición utilizados. El ICC es considerado desde un punto de vista matemático el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica (26). Para interpretar el grado de concordancia se siguieron las orientaciones propuestas por estudios previos (26-28), que establecen esta escala para los valores del ICC: $< 0,4$ baja fiabilidad; entre 0,4 y 0,75 fiabilidad entre regular y buena; y $> 0,75$ fiabilidad excelente. Las diferencias absolutas entre los métodos de medición de Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea recta se presentan en la tabla II, divididos por rangos de distancia.

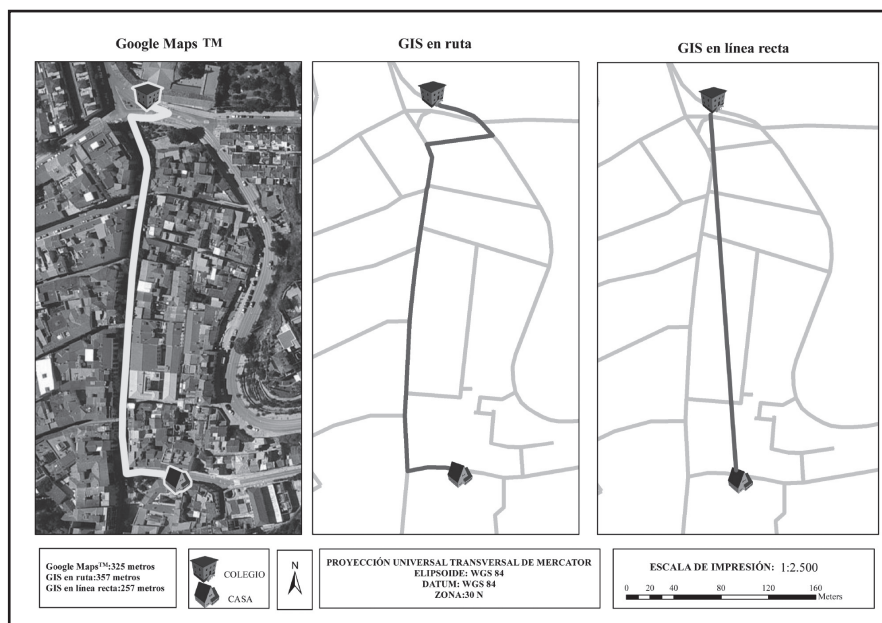


Figura 1.

Métodos de medición para la obtención de la variable distancia: Google Maps™, GIS en ruta y GIS en línea recta.

Tabla I. Correlación de Spearman entre los tres métodos de medición (Google Maps™, GIS en ruta y GIS en línea recta)

	Distancia (Google Maps™)	Distancia (GIS en ruta)	Distancia (GIS en línea recta)
Distancia (Google Maps™)	1,000	0,966	0,980
		(< 0,001)*	(< 0,001)*
Distancia (GIS en ruta)		1,000	0,954
			(< 0,001)*

*Valor de *p* estadísticamente significativo.

Tabla II. Características descriptivas de las diferencias absolutas entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea)

Distancia (m)*	Google™ vs. GIS en ruta n (%)	Google™ vs. GIS en línea recta n (%)
< 200	158 (86,6%)	133 (70%)
200-500	8 (4,2%)	24 (12,6%)
501-750	8 (4,2%)	4 (2,1%)
751-1.000	7 (3,7%)	9 (4,7%)
> 1.001	8 (4,2%)	20 (10,5%)

*La distancia en metros corresponde a la diferencia encontrada entre Google™ vs. GIS en ruta y Google™ vs. GIS en línea recta fijada en cinco rangos.

Se evaluó la concordancia y el sesgo sistemático entre los sistemas de medida mediante el método Bland Altman (29-31), que fue aplicado para el análisis de la concordancia entre la distancia desde el domicilio al colegio de Google Maps™ vs. GIS en ruta. Para el análisis Bland Altman se utilizó como variable la media de las diferencias (Google Maps™-GIS en ruta), y además se realizó un análisis *t-student* para una muestra en cada una de estas variables, como variable de contraste (IC = 95%). Todos los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS (versión 22.0, SPSS Inc., Chicago IL, EE. UU.), con un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La distancia media existente entre el domicilio familiar y cada colegio fue de $1.067,7 \pm 1.320,5$ m con Google Maps™; $942,1 \pm 953,7$ m con GIS en ruta; y $739,6 \pm 833,9$ m con GIS en línea recta. Existía una correlación lineal cuando se compararon los métodos de Google Maps™ vs. GIS en ruta, que corresponde a $r = 0,966$ ($p < 0,001$), así como para Google Maps™ vs. GIS en línea recta, con una correlación de $r = 0,980$ ($p < 0,001$), y GIS en ruta vs. GIS en línea recta, con $r = 0,954$ ($p < 0,001$). Esta relación se confirma mediante el excelente grado de concordancia entre Google Maps™ vs. GIS en ruta (ICC = 0,96, $p < 0,001$), Google Maps™ vs. GIS en línea recta (ICC = 0,92, $p < 0,001$), así como para GIS en ruta vs. GIS en línea recta (ICC = 0,97, $p <$

0,001) (28). Para las diferencias absolutas, un 86,6% y un 70% de las diferencias entre Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea recta, respectivamente, se sitúan dentro del rango de distancia < 200 m. Siguiendo el procedimiento de Bland Altman, en el diagrama de dispersión de la figura 2 se representa el eje de ordenadas de las diferencias entre los métodos de medición (Google Maps™ – GIS en ruta), y en el eje de abscisas la media entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta), ambas mostradas en metros. La línea continua representa la media de la diferencia de los valores entre los métodos (Google Maps™ – GIS en ruta = 125 m). Las líneas discontinuas representan los límites de confianza del 95% para esa diferencia, que se denominan límites de concordancia, y están ubicados en 950,6 m el superior y -706,0 m el inferior (Google Maps™ – GIS en ruta). La prueba *t-student* para una muestra correspondiente a las diferencias Google Maps™ – GIS en ruta mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$; DT = 421).

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los métodos de medición de la distancia existente entre el domicilio familiar y el colegio obtenidos por Google Maps™ y GIS (en ruta y en línea recta) presentan una alta correlación y concordancia, asumiendo que ambos protocolos pueden ser utilizados en función de las necesidades de la investigación. Además, ambos métodos de medición de la distancia a

través de GIS (en ruta y en línea recta) también presentan una alta correlación y concordancia entre ellos.

En el presente estudio se utilizó Google Maps™, obteniéndose la distancia de la ruta más corta desde cada domicilio hasta el colegio, como medida de la distancia del trayecto que el estudiante realiza diariamente para llegar al colegio. Aunque estudios previos han utilizado este protocolo para medir la distancia (17-20), no existen, bajo nuestro conocimiento, investigaciones que hayan validado previamente este método, pero sí se ha mostrado como un método efectivo que puede minimizar los costes asociados a la investigación (24). De los estudios anteriormente citados ninguno de ellos contó con financiación y su objetivo principal no estuvo centrado en la distancia como variable prioritaria, siendo presumiblemente estos los motivos por los cuales se utilizaron estos métodos.

En este estudio se utilizaron además dos tipos de protocolos del programa GIS: en ruta y en línea recta, también como medidas de la distancia del trayecto que el estudiante realiza diariamente para llegar al colegio. Diferentes estudios han utilizado diversos algoritmos para la estimación de variables a través de GIS, siendo las variables más usuales la distancia en ruta y el tiempo de la ruta, desestimando la medición de la distancia con GIS en línea recta, al considerarse poco representativa de la ruta real que realiza el joven. No obstante, la distancia medida con GIS en línea recta se ha asociado positivamente con la distancia de GIS en ruta (*shortest-network-path*), utilizando este último como método de referencia (32). En el presente estudio se hallaron resultados similares, en el que se encontró una correlación y concordancia altas entre la distancia medida con GIS en ruta y GIS en línea recta.

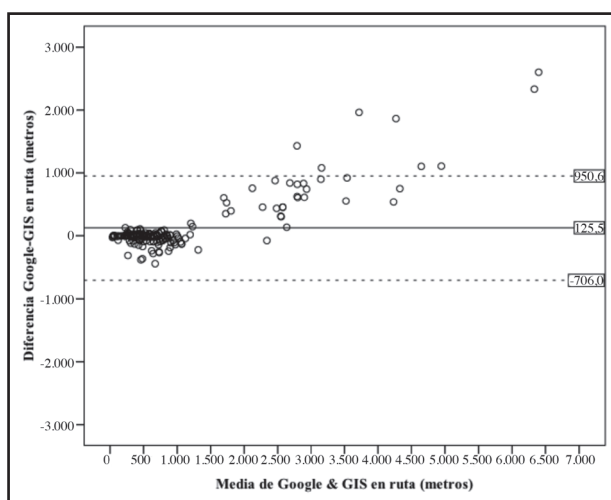


Figura 2.

Análisis de concordancia mediante el método Bland Altman de la diferencia de Google Maps™ – GIS en ruta comparado con la media (M) de Google Maps™ vs. GIS en ruta. La diferencia de la media fue 125,5 m; DT = 421 (línea central continua). Las líneas de concordancia están expresadas como $M \pm 1,96 \cdot DT$ y corresponden a líneas exteriores discontinuas. Diferencias significativas fueron halladas a través de la prueba t-test para una muestra para la diferencia (m) de Google Maps™ – GIS en ruta ($p < 0,001$; DT = 421).

El principal resultado del presente estudio fue la alta correlación y concordancia existente entre las distancias medidas mediante Google Maps™ y GIS (en ruta y en línea recta). De hecho, aunque la distancia medida a través de GIS en línea recta podría a priori diferir más con respecto a la distancia medida con Google Maps™ (al basarse en diferentes conceptos; línea recta vs. ruta real del estudiante), la mayor correlación de todas las estudiadas fue la que se observó entre estos dos tipos de métodos ($r = 0,980$). Además, todas las comparaciones fueron altas, con valores de correlación mayores a 0,95 y valores de correlación intraclase superiores a 0,92. Sin embargo, no existen estudios previos, bajo nuestro conocimiento, que puedan refutar nuestros hallazgos.

Por otro lado, los datos del gráfico Bland Altman muestran que cuanto mayor es la distancia entre el domicilio y el colegio del estudiante, mayor es la diferencia en la medida de la distancia entre Google Maps™ vs. GIS en ruta, lo que concuerda con un criterio de “heteroestividad” de la muestra. Un estudio previo encontró que a mayores distancias reportadas entre los métodos GIS en ruta y GIS en línea recta, mayores son las diferencias encontradas entre ambos (32), pudiendo ser debidas a factores tales como el mayor número de rutas o direcciones posibles, o la existencia de direcciones prohibidas en la ruta. Sin embargo, cuando se determinaron las distancias con Google Maps™, el modo de desplazamiento seleccionado fue “andando”, lo que descarta la segunda de las hipótesis.

Este estudio presenta algunas limitaciones. Primeramente, el estudio de la concordancia entre los protocolos (Google Maps™ vs. GIS en ruta y en línea recta), se debía haber realizado una vez probada la fiabilidad y validez del método de medición Google Maps™ para hallar la distancia. Sin embargo, estudios previos han utilizado este método para el cálculo de la distancia (17-20). Un alto tamaño muestral tuvo que ser desestimado, probablemente por el hecho de que los jóvenes fueran de edades tempranas (8-11 años), no completando adecuadamente la casilla del domicilio familiar. Se necesitan estudios futuros que aporten medidas o fórmulas para que los jóvenes puedan completar dicha información de manera correcta y fiable. Como fortalezas del estudio podemos destacar que se trata del primero, bajo nuestro conocimiento, que analiza la concordancia entre Google Maps™ y GIS para la obtención de la distancia del domicilio al colegio. Además, cabe destacar la aplicación de tres métodos estadísticos (correlación de Spearman, coeficiente de correlación intraclase y método Bland Altman) para estudiar la comparación de las mediciones, pudiendo así garantizar una mayor veracidad en los resultados obtenidos y, por ende, de las conclusiones y hallazgos encontrados.

CONCLUSIONES

Ambos métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta y en línea recta) guardan una correlación y concordancia altas, por lo que cualquiera de los tres protocolos podrían ser utilizados en función de las necesidades de la investigación. No obstante, se recomienda la utilización de GIS en ruta si se cuenta con financiación y medios suficientes, por tratarse de un método validado

previamente. Además, son necesarios más estudios que evalúen la fiabilidad y validez del protocolo de medida de la distancia mediante Google Maps™, tomando como referencia un método *gold standard*, como puede ser el de dispositivos GPS.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de todos los componentes del grupo de investigación que hicieron posible este estudio, además de los colaboradores de la Excma. Diputación Provincial de Granada. Agradecemos también a todos los estudiantes y familias que participaron en el estudio, y la colaboración desinteresada del profesorado y directores y directoras de los colegios participantes. Además, agradecimientos a Víctor Segura-Jiménez (docente-investigador de la Universidad de Cádiz), por la ayuda aportada en el análisis estadístico del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson PM, Butcher KF. Childhood obesity: Trends and potential causes. *Future Child* 2006;16:19-45.
- Janssen I, LeBlanc A. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phy* 2010;7:40.
- Chillón P, Ortega FB, Ruiz JR, Veidebaum T, Oja L, Mäestu J, et al. Active commuting to school in children and adolescents: An opportunity to increase physical activity and fitness. *Scand J Public Health* 2010;38:873-9.
- OMS. A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. In: *Salud OMdl*. Ginebra; 2007.
- McDonald NC, Steiner RL, Lee C, et al. Impact of the Safe Routes to School Program on Walking and Bicycling. *J Am Plann Assoc* 2014;80:153-67.
- van der Ploeg HP, Merom D, Corpey G, Bauman AE. Trends in Australian children traveling to school 1971-2003: Burning petrol or carbohydrates? *Prev Med* 2008;46:60-2.
- Buliung RN, Mitra R, Faulkner G. Active school transportation in the Greater Toronto Area, Canada: An exploration of trends in space and time (1986-2006). *Prev Med* 2009;48:507-12.
- Black C, Collins A, Snell M. Encouraging walking: The case of journey-to-school trips in compact urban areas. *Urban Stud* 2001;38:1121-41.
- Chillón P, Martínez-Gómez D, Ortega F, Pérez-López IJ, Díaz LE, Veses AM, et al. Six-Year Trend in Active Commuting to School in Spanish Adolescents. *Int J Behav Med* 2013;20:529-37.
- Sirard JR, Slater ME. Walking and bicycling to school: A review. *AJLM* 2008;1559827608320127.
- Chillón P, Panter J, Corder K, Jones AP, Van Sluijs EM. A longitudinal study of the distance that young people walk to school. *Health Place* 2015;31:133-7.
- Burke M, Brown AL. Distances people walk for transport. *Road Transp Res* 2007;16:16-29.
- Timperio A, Ball K, Salmon J, et al. Personal, family, social, and environmental correlates of active commuting to school. *Am J Prev Med* 2006;30:45-51.
- Hendriksen IJM, Zuiderveld B, Kemper HCG, et al. Effect of commuter cycling on physical performance of male and female employees. *Med Sci Sport Exer* 2000;32:504-10.
- Panter JR, Jones AP, Van Sluijs EMF, et al. Neighborhood, Route, and School Environments and Children's Active Commuting. *Am J Prev Med* 2010;38:268-78.
- Schantz P, Stigell E. A Criterion Method for Measuring Route Distance in Physically Active Commuting. *Med Sci Sport Exer* 2009;41:472-8.
- Mendoza JA, Watson K, Baranowski T, Nicklas TA, Uscanga DK, Hanfling MJ. The Walking School Bus and Children's Physical Activity: A Pilot Cluster Randomized Controlled Trial. *Pediatrics* 2011;128:E537-E44.
- Borrestad LAB, Ostergaard L, Andersen LB, et al. Experiences from a randomised, controlled trial on cycling to school: Does cycling increase cardiorespiratory fitness? *Scand J Public Health* 2012;40:245-52.
- Sandercock GRH, Ogunleye AA. Screen time and passive school travel as independent predictors of cardiorespiratory fitness in youth. *Prev Med* 2012;54:319-22.
- Voss C, Sandercock G. Aerobic Fitness and Mode of Travel to School in English Schoolchildren. *Med Sci Sport Exer* 2010;42:281-7.
- Duncan MJ, Mummery WK. GIS or GPS? A Comparison of Two Methods For Assessing Route Taken During Active Transport. *Am J Prev Med* 2007;33:51-3.
- Duncan MJ, Mummery WK, Dascombe BJ. Utility of global positioning system to measure active transport in urban areas. *Med Sci Sport Exer* 2007;39:1851-7.
- Wong BY, Faulkner G, Buliung R. GIS measured environmental correlates of active school transport: A systematic review of 14 studies. *Int J Behav Nutr Phy* 2011;8:39.
- Buliung R, Larsen K, Faulkner G, Stone MR. The "Path" Not Taken: Exploring Structural Differences in Mapped- Versus Shortest-Network-Path School Travel Routes. *Am J Public Health* 2013;103(9):1589-96.
- Chan YH. Biostatistics 104: correlational analysis. *Singapore Med J* 2003;44(12):614-9.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. Assessment of the reliability of clinical findings: the intraclass correlation coefficient. *Med Clin* 1998;110:142-5.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-74.
- Levy P. The design and analysis of clinical experiments - Fleiss, JL. *Brit J Math Stat Psy* 1987;40:98-9.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
- Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine - the analysis of method comparison studies. *Statistician* 1983;32:307-17.
- Bland JM, Altman DG. Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *J Biopharm Stat* 2007;17:571-82.
- Witlox F. Evaluating the reliability of reported distance data in urban travel behaviour analysis. *J Trans Geography* 2007;15:172-83.



Revisión

Efectos del entrenamiento contra resistencias o *resistance training* en diversas patologías

Effects of resistance training in various pathologies

Raúl Domínguez¹, Manuel Vicente Garnacho-Castaño² y José Luis Maté-Muñoz¹

¹Universidad Alfonso X El Sabio. Villanueva de la Cañada, Madrid. ²TecnoCampus Mataró-Maresme. Escuela Superior de Ciencias de la Salud. Universidad Pompeu Fabra. Barcelona

Resumen

La fuerza influye directamente en el estado de salud y en la capacidad de *fitness*, motivo por el que el entrenamiento contra resistencias o *resistance training* (RT) se incluye dentro de aquellos programas de ejercicio encaminados a mejorar la salud y calidad de vida. Debido a que muchas enfermedades cursan con alteración de la masa y funcionalidad muscular y a que el RT es la principal modalidad de ejercicio encaminada a mejorar la función muscular, el objetivo de la presente revisión bibliográfica ha sido exponer las evidencias actuales sobre las adaptaciones del RT, así como su posible aplicación en patologías como la obesidad, diabetes, dislipemia, hipertensión, cáncer, Parkinson, esclerosis múltiple o fibromialgia. El RT en estas enfermedades puede aumentar los niveles de masa muscular, disminuyendo los niveles de masa grasa, los niveles de ácidos grasos en sangre y la glucemia, incrementando la sensibilidad a la insulina, y disminuyendo los niveles de citocinas inflamatorias. El RT, además, mejora el gasto cardíaco y la funcionalidad endotelial, regulando la tensión arterial e incrementando el consumo de oxígeno. Las ganancias de fuerza muscular mejoran la funcionalidad y la calidad de vida, especialmente en población con una afectación neuromuscular grave, como pudieran ser los enfermos de esclerosis múltiple, fibromialgia o Parkinson. Por ello, el RT debe ser incorporado como parte del tratamiento en las personas que presentan determinado tipo de patologías.

Palabras clave:

Actividad física.
Salud. Ejercicio.
Enfermedad
cardiovascular.

Abstract

Strength performance directly affects the health and fitness ability, so resistance training (RT) is included in those exercise programs aimed at improving the health and quality of life. Because many diseases present with altered muscle mass and functionality as the RT is the main form of exercise aimed at improving muscle function, the purpose of this literature review was to expose the current evidence on the adaptations of RT, and their possible application in diseases such as obesity, diabetes, dyslipidemia, hypertension, cancer, Parkinson's, multiple sclerosis or fibromyalgia. The RT in these diseases can increase levels of muscle mass, decreasing body fat levels, levels of fatty acids in blood and blood glucose by increasing insulin sensitivity and decreasing levels of inflammatory cytokines. The RT also improves cardiac output and endothelial function, regulating blood pressure and increasing oxygen consumption. Muscle strength gains improve the functionality and quality of life, especially in people with severe neuromuscular involvement as they could be those suffering from multiple sclerosis, fibromyalgia and Parkinson's. Therefore, the RT should be incorporated as part of treatment in people who have certain types of diseases.

Key words:

Physical activity.
Health. Exercise.
Cardiovascular
disease.

Recibido: 28/08/2015
Aceptado: 04/03/2016

Domínguez R, Garnacho-Castaño MV, Maté-Muñoz JL. Efectos del entrenamiento contra resistencias o *resistance training* en diversas patologías. Nutr Hosp 2016;33:719-733

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.284>

Correspondencia:

Raúl Domínguez. Universidad Alfonso X El Sabio.
Campus de Villanueva de la Cañada. Avenida
Universidad, 1. 28691 Villanueva de la Cañada, Madrid
e-mail: rdomiher@uax.es

INTRODUCCIÓN

La fuerza influye directamente en el estado de salud y en la capacidad de *fitness*. El método de entrenamiento más empleado para mejorar la fuerza es el entrenamiento contra resistencias o *resistance training* (RT). El RT, a medio y largo plazo, provoca adaptaciones estructurales y neurales (1-3) que conllevan mejoras en los niveles de hipertrofia, fuerza y potencia muscular (4).

Las *adaptaciones estructurales* hacen referencia, fundamentalmente, a las mejoras obtenidas sobre la sección transversal del músculo (*hipertrofia muscular*). La hipertrofia muscular es el resultado de un balance nitrogenado positivo donde la síntesis de compuestos nitrogenados en el músculo excede a la tasa de degradación (5). Las adaptaciones de la hipertrofia muscular requieren de una adecuada ingesta nutricional (6), fundamentalmente en lo que se refiere a la cantidad y momento de la ingesta de proteínas en relación con el entrenamiento, así como de un entrenamiento con unas cargas óptimas durante una duración de al menos 8 o 12 semanas (7).

En humanos se ha comprobado que cambios en el tamaño muscular aumentan la capacidad de producción de fuerza (8). Estos incrementos en los niveles de hipertrofia se acompañan de otras mejoras a nivel estructural, como es el aumento del *ángulo de penneación* del músculo (9). El aumento del ángulo de penneación es una consecuencia de la aplicación de cargas transversales sobre el músculo y da lugar a una disminución de la longitud de los fascículos musculares (10), aumentando la rigidez de tendones y aponeurosis (11). Los incrementos en los niveles de hipertrofia y en el ángulo de penneación se consideran factores clave a la hora de aumentar la capacidad de producción de fuerza muscular (12).

Por otro lado, las mejoras en la *coordinación intermuscular* se refieren al aumento en la capacidad de relajación de la musculatura antagonista mientras se contrae la agonista, lo que origina mejoras en los niveles de fuerza y velocidad de contracción muscular (13). Además, el aumento de la *coordinación intramuscular* permite el reclutamiento de un mayor número de unidades motoras, en un menor tiempo, y la potenciación de procesos reflejos (como el reflejo miotático), que garantizan una optimización en el desarrollo de la fuerza (3).

En el ámbito del rendimiento deportivo está muy extendida la utilización del RT en la mayoría de modalidades deportivas, debido a la estrecha relación existente entre la capacidad de fuerza y el *performance* en la práctica totalidad de disciplinas deportivas. De este modo, algunas especialidades deportivas (como pudiera ser el caso de la halterofilia) buscan aplicar unos altos niveles de fuerza frente a cargas lo más altas posibles, mientras que otras buscan aplicar los mayores niveles de fuerza en cortos espacios temporales (por ejemplo, los concursos de salto en atletismo) o mantener el mayor pico de fuerza durante un periodo de tiempo o una distancia dada (caso de los deportes cíclicos de resistencia) (3,14).

Por tanto, las adaptaciones del RT, tanto en índices de rendimiento como de salud, han hecho que este tipo de ejercicio se incorpore dentro de los programas de entrenamiento, tanto orientados a la optimización del rendimiento como a la mejora de la salud en personas sanas y con patología.

Los principales motivos por los que la población sana debe intentar mejorar sus niveles de fuerza y masa muscular se concretan en: a) Un mayor componente magro en relación con el graso se asocia con un menor riesgo de mortalidad (15), b) La capacidad de producción de fuerza por el músculo se asocia con menor riesgo de sufrir eventos cardiovasculares (16), c) El proceso de envejecimiento va ligado a la sarcopenia o pérdida de los niveles de masa y fuerza muscular (17).

El principal objetivo por el que la población sana adulta debería realizar programas de RT es para frenar el avance de la sarcopenia. El abordaje de la sarcopenia en la actualidad es un problema de salud pública (18). La sarcopenia es un proceso universal que se da en todos los sujetos (19) y, clásicamente, se ha propuesto que la tasa de pérdida de masa muscular se situaba en un 12-15% por década de vida a partir de los 45 años (20,21). Sin embargo, los cambios en los hábitos de vida y el aumento de la conducta sedentaria que caracterizan a la sociedad actual (22) han dado lugar a que los procesos sarcopénicos comiencen a partir de los 30 años de edad en personas sedentarias (23). El RT ha demostrado ser efectivo no solo para evitar la pérdida de masa muscular, sino que también puede incrementar el componente magro en personas con marcados procesos sarcopénicos (24).

OBJETIVOS

Por tanto, el objetivo del presente estudio ha sido exponer las evidencias actuales sobre las adaptaciones del RT, así como su posible aplicación en diversas patologías.

MÉTODOS

El presente estudio de revisión bibliográfica ha incluido trabajos, en español e inglés, posteriores al año 2005 e indexados en las bases de datos Medline, Pubmed, Scopus y/o Web of Science. La estrategia de búsqueda empleada incluyó las palabras clave *resistance training* y *resistance exercises* en combinación con *hypertension*, *atherosclerosis*, *obesity*, *Parkinson's disease*, *fibromyalgia*, *multiple sclerosis*, *cancer* y *diabetes*. Para el trabajo se seleccionaron artículos que cumplieran unos criterios de inclusión, entre los que se encontraba tener acceso al texto completo, incluir programas de entrenamiento contra resistencias (de al menos 8 semanas de duración) y que la población de los estudios presentase alguna de las patologías tratadas en la revisión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y OBESIDAD

Actualmente, el aumento en las tasas de obesidad se ha convertido en un problema de salud pública (25). El menor gasto energético derivado de un menor gasto por actividad física puede

explicar el progresivo aumento de los niveles corporales de masa grasa que caracterizan a la obesidad (26), ya que el incremento en las tasas de obesidad podría deberse a la interacción existente entre los niveles corporales de masa grasa y masa magra.

La interacción entre los niveles de masa grasa y magra tiene su origen en el hecho de que el tejido graso, lejos de considerarse un simple almacén de triglicéridos, se comporta como un órgano endocrino con capacidad de liberar mediadores del metabolismo, la coagulación y la inflamación (27). Incrementos en los niveles de masa grasa promueven la liberación de citocinas proinflamatorias (28), como el *factor de necrosis tumoral* (TNF) o la *interleukina-6* (IL-6) (29). Los niveles de citocinas circulantes en plasma, además de asociarse positivamente con los niveles de masa grasa, muestran una relación inversa con los de masa magra (30) (Cesari y cols., 2005).

A nivel muscular la acción de las citocinas proinflamatorias induce al catabolismo proteico (31), disminuyendo el diámetro y contenido en proteínas de las fibras musculares (32,33). Las citocinas inflamatorias también afectan a la capacidad de producción de fuerza en la fibra muscular, observándose una relación inversa entre la concentración de *proteína C-reactiva* (PCR) e IL-6 y la capacidad de producción de fuerza muscular (34,35).

La masa grasa también se asocia con los niveles de hormonas anabólicas. La testosterona se considera la principal hormona anabólica, debido a que aumenta la retención de nitrógeno en la fibra muscular y reduce el catabolismo (36), incrementando el balance nitrogenado en el músculo. A nivel metabólico la testosterona aumenta la lipólisis inducida por la acción de las catecolaminas al tiempo que *in vivo* reduce la absorción de triglicéridos en el tejido graso abdominal al reducir la actividad de la lipoproteína lipasa (37).

Bajos niveles de testosterona, además de asociarse con estados sarcopénicos (38), son un factor de riesgo asociado al incremento de masa corporal. Se ha establecido una relación bidireccional entre la testosterona y la obesidad, de modo que la disminución de los niveles de testosterona aumenta los niveles de masa grasa, mientras que la administración de testosterona exógena es efectiva para disminuir los niveles de masa grasa (39).

La *hormona de crecimiento* (HGH), tanto directamente como de forma indirecta a través de las somatomedinas, estimula el crecimiento muscular y un balance nitrogenado positivo en el músculo esquelético (40). A nivel metabólico la HGH estimula la lipólisis (41). Se ha observado que la respuesta en un test de estimulación de HGH mostró una correlación inversa con la masa grasa corporal en un grupo de jóvenes con sobrepeso (42). También se ha comprobado que elevados niveles en sangre de ácidos grasos libres pueden suprimir la liberación de HGH en la hipófisis (43). De este modo, el aumento de la masa grasa y su concomitante incremento en los niveles de ácidos grasos en sangre actúan disminuyendo los niveles de HGH lo que, a su vez, favorecerá el aumento de peso graso (44).

Por tanto, el incremento de los niveles de masa grasa debido a un estilo de vida sedentario se convierte en un factor de riesgo para disminuir el componente magro (sarcopenia) y aumentar aceleradamente el componente graso. De este modo, el exceso

de grasa corporal, además de disminuir las principales hormonas anabólicas que aumentan la retención de nitrógeno a nivel muscular (testosterona y HGH), favorece la degradación de proteínas musculares por mediación del estado inflamatorio. La disminución del gasto energético (fundamentalmente en base al metabolismo basal, dependiente mayoritariamente de los niveles de masa magra) y el aumento de la ingesta energética por mediación de las alteraciones en los niveles y acción de la leptina, siendo esta una hormona liberada al suero desde el tejido adiposo que tiene como función principal la supresión del apetito (45), conllevan que la obesidad se asocie con sarcopenia, encontrándonos ante casos de *obesidad sarcopénica*.

Debido a que la obesidad sarcopénica acentúa los efectos sobre la discapacidad, la morbilidad y mortalidad de la sarcopenia y la obesidad por separado (46), su presencia tanto en adultos (47) como en personas mayores (48) ha hecho que se reivindique la implantación de programas de ejercicio que prevengan la obesidad sarcopénica (49).

A pesar de que el ejercicio en fase aguda conlleva un incremento en los niveles de IL-6, se ha apreciado que el valor *pico* después del ejercicio muestra una tendencia a atenuarse, tras un periodo de entrenamiento de contra resistencias de 12 semanas de duración (50). En cuanto a los valores de reposo, Donger (51) comprobó que a pesar de que tanto el RT como el entrenamiento de resistencia aeróbica durante un periodo de 10 semanas de entrenamiento fueron efectivos para disminuir los niveles de masa grasa corporal, no se observaron modificaciones en ninguno de los marcadores proinflamatorios que se analizaron (IL-6 y PCR).

En un estudio reciente se ha querido evaluar el efecto de la pérdida de peso mediante el uso exclusivo de dieta o de dieta en combinación con entrenamiento de resistencia aeróbica o de RT, sobre los marcadores de inflamación IL-6, PCR y TNF (52). En dicho estudio se observó que los 3 grupos (grupo de solo dieta, grupo de dieta + RT y grupo de dieta + entrenamiento de resistencia) provocaron unas pérdidas similares tanto en la masa corporal como en los niveles y % de masa grasa. También se comprobó que los 3 marcadores inflamatorios se redujeron en todos los grupos, no existiendo diferencias entre ninguna de las estrategias llevadas a cabo para la pérdida de peso (52).

En otros estudios también se comprobó el efecto positivo del RT sobre los marcadores inflamatorios, disminuyendo los niveles basales de IL-6 y PCR, aun en ausencia de reducciones en los niveles de masa grasa (53,54). De este modo, en el primero de los estudios se comprobó que un entrenamiento, realizado con una frecuencia de 2 sesiones semanales, consistente en 3 series de 8-10 *repeticiones máximas* (RM) en 9 ejercicios, fue efectivo para disminuir los niveles de IL-6 y PCR (53). En el segundo de los estudios se comprobó la efectividad para reducir la inflamación tras un entrenamiento de 3 series de 8 RM realizado con una frecuencia de 3 sesiones semanales durante un periodo de tan solo 2 meses (54).

Las investigaciones que se han centrado en comprobar el efecto a largo plazo en los valores en reposo de hormonas anabólicas, como la testosterona o la HGH, tras un programa de RT, son más escasas que las investigaciones centradas en estudiar

los niveles de citokinas y adipokinas. Uno de los dos estudios que ha intentado comprobar el efecto de la testosterona y el entrenamiento de fuerza en población sedentaria a fecha de hoy fue el llevado a cabo por Hildreth (55). En este estudio se comprobó que en un grupo de hombres con sobrepeso y obesidad la administración de testosterona fue efectiva para inducir hipertrofia muscular y reducir los niveles de grasa corporal, independientemente de que los sujetos realizaran o no un programa de RT en combinación con la suplementación. Sin embargo, el RT sin la administración de testosterona también fue efectivo para producir incrementos en los niveles de masa magra y reducciones en los niveles de masa grasa, a pesar de que los cambios que se comprobaron fueron inferiores a cuando el entrenamiento se acompañó con administración de testosterona.

En otro estudio con idéntico diseño se observó que el RT con placebo no indujo mejoras significativas en los niveles de masa magra (se incrementó de 63,2 a 63,8 kg) (56). Por el contrario, la administración de testosterona sí que aumentó los niveles de masa magra, siendo a su vez los incrementos mayores en el grupo de sujetos a los que se suplementó y además realizaron el programa de fuerza (incremento de 70,9 a 75,4 kg) en comparación con aquellos que no se ejercitaron (incremento de 64,7 a 65,8 kg). En relación con la masa grasa, el grupo de placebo y entrenamiento de fuerza obtuvo pérdidas idénticas a las obtenidas en los dos grupos que se suplementaron con testosterona (~1 kg).

Por otro lado, con el objetivo de comprobar si la distribución de la masa grasa corporal influye en el pico de testosterona postejercicio, Nindl (57) llevó a cabo una investigación en la que se midieron distintos índices corporales y los valores séricos de *testosterona total* (TT), *testosterona libre* (TL) y la *globulina fijadora de hormonas sexuales* (SGHB), tras un entrenamiento de fuerza consistente en 6 series de 10 repeticiones con el 75% del 1 RM. Los sujetos de dicha investigación, mujeres con índices de masa corporal > 20 y < 25 kg/m², experimentaron un incremento de aproximadamente el 25% en los niveles de TT, TL y SGHB. Lo más llamativo del estudio fue el hecho de clasificar a las participantes en *terciles*, en función de distintos índices que reflejan adiposidad central, como son el índice cintura/cadera, pliegue subescapular/tricípital y grasa del brazo/grasa de la pierna. Al comparar la respuesta de los distintos terciles se observó una asociación entre la distribución central de la grasa y una menor respuesta de la testosterona al ejercicio (57).

En cualquier caso, parece que aunque las personas con mayor grasa corporal dispongan de unos niveles menores basales de testosterona (39) y pudiesen experimentar un menor aumento como respuesta al ejercicio (57), el RT puede ser efectivo para restaurar los bajos niveles de testosterona a los que conduce la obesidad sarcopénica.

La HGH, por su parte, ha demostrado tener respuestas al ejercicio menos elevadas en sujetos obesos con respecto a población en normopeso, al mismo tiempo que la respuesta podría ser inferior si previo al ejercicio se realiza una ingesta rica en grasa que hace que incrementen los niveles de ácidos grasos en sangre (44). Por tanto, en aquellos sujetos con unos mayores niveles de

masa grasa, los niveles de HGH, además de ser inferiores (42), experimentarán un menor pico como respuesta al ejercicio (44).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y DIABETES MELLITUS

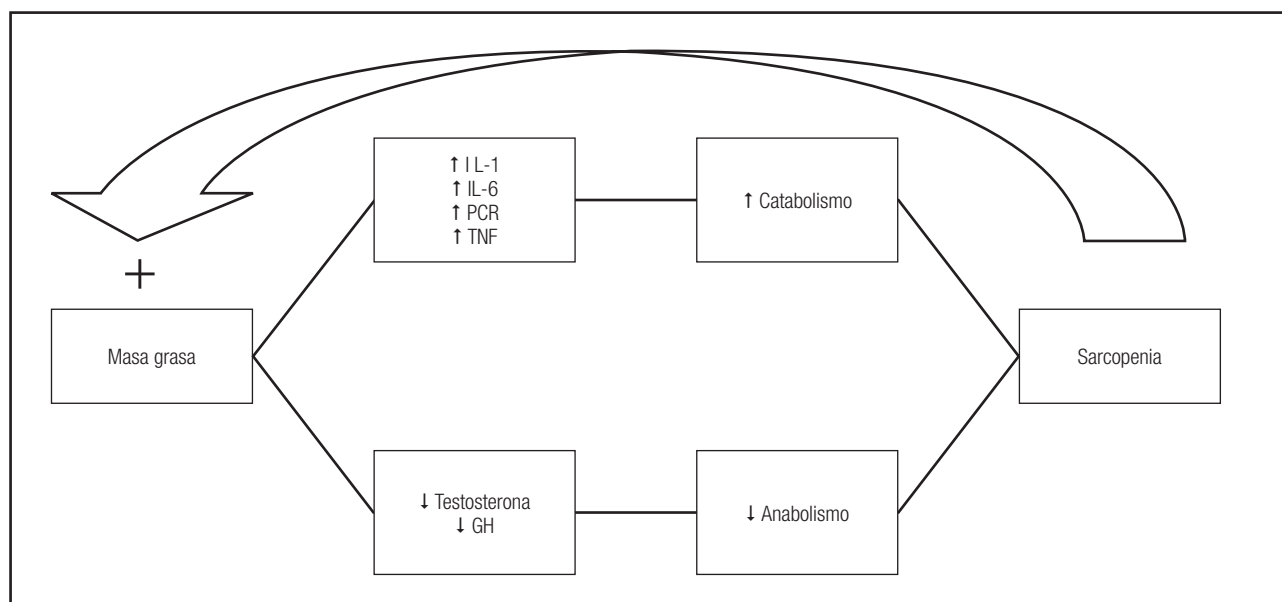
Existen dos tipos de diabetes, la *diabetes mellitus tipo I* (DM1) y la *diabetes mellitus tipo II* (DM2), que se diferencian porque mientras la primera requiere una administración de insulina exógena (por un proceso patológico autoinmune que afecta a la secreción de insulina), en la DM2 coexiste una inadecuada secreción de insulina junto a una deficiente acción de la misma en los tejidos diana (58). La DM2 constituye el 95% de los casos de diabetes (59) y en España, en el año 2012, afectaba al 7% de la población española (60). En términos epidemiológicos es importante considerar que el 80-86% de las personas con DM2 presentan sobrepeso u obesidad (61). Se ha propuesto que el tratamiento de la diabetes, además de con una posible administración farmacológica, podría ser abordado mediante una terapia dietético-nutricional y de ejercicio físico (62).

La DM2, además de alterar el metabolismo de los hidratos de carbono, interfiere en el de las proteínas y los ácidos grasos (63). A nivel orgánico, la DM2 provoca alteraciones vasculares (64) y disfunción neuronal y de la visión (65). La DM2 se acompaña de un incremento del estado inflamatorio (66) que, como se expuso en la figura 1, contribuirá a disminuir la masa muscular (el principal reservorio corporal de glucógeno). Estas consecuencias hacen que la DM2 duplique el riesgo de mortalidad y cuadriplique el de padecer alguna enfermedad cerebrovascular (67).

Inicialmente, el ejercicio de resistencia aeróbica ha sido el más recomendado en sujetos con DM2. Se ha propuesto que la intensidad óptima de ejercicio fuese aquella realizada en torno al *umbral láctico* (UL). El establecimiento de una intensidad relativa a UL reside en el hecho de que en una prueba incremental los niveles de glucosa en sangre disminuyen progresivamente hasta un valor en el que comienzan a incrementar, de forma que el valor más bajo de la glucosa en sangre se ha denominado *umbral de la glucosa* (UG), que coincide con la intensidad de ejercicio a la que tiene lugar el UL (68,69). Por tanto, una intensidad de ejercicio de UL optimiza la captación de glucosa por parte del músculo y evitaría la característica hiperglucémica que tiene lugar durante la realización de ejercicio de intensidad moderada y elevada (70).

Actualmente se está investigando en personas con DM el efecto del RT (71), tanto con una orientación de mejora de la hipertrofia como de la resistencia muscular localizada. Una de las grandes consideraciones al entrenar la fuerza en personas diabéticas reside en que el trabajo con altas cargas produce aumentos de los niveles de presión arterial sistólica, motivo por el que no estaría indicado ni el trabajo isométrico ni el trabajo con cargas cercanas a 1 RM (72), debido a que dichas cargas podrían ocasionar daños oculares (73). Ello ha llevado al empleo de cargas situadas en torno al 50-85% 1 RM (54,74-76).

El RT en personas con DM, además de mejorar los niveles de fuerza, medida tanto a través de test de 1 RM (77,78) como

**Figura 1.**

Interacción entre los niveles de masa grasa y masa magra.

mediante el máximo número de repeticiones ante cargas sub-máximas (54), ha mostrado eficacia a la hora de mejorar el *consumo máximo de oxígeno* ($VO_{2máx}$) (79,80).

En relación con la composición corporal, algunas investigaciones han comprobado un efecto positivo del RT a la hora de disminuir el índice cintura/cadera (81) y los niveles de masa corporal y masa grasa (78,82,83), mientras que muchos otros han observado efectos importantes en el incremento de la masa magra (77-80). Este efecto, a priori efectivo en relación con la composición corporal, se ve reforzado por el hecho de que las ganancias de la masa magra se acompañan de mejoras en la capacidad de producción de fuerza por unidad de masa magra (77).

Además, el RT, al igual que el ejercicio cardiorrespiratorio, ha demostrado ser efectivo para disminuir los niveles de citocinas proinflamatorias (IL-6, PCR y TNF) en mujeres y hombres de edad avanzada con DM (54,77), los niveles de colesterol (79) y ácidos grasos libres (77).

La efectividad del RT para incrementar la masa muscular (78-80,82) y regular la inflamación (54,77) explicaría los resultados encontrados en investigaciones en las que se ha observado cómo este tipo de entrenamiento mejora la sensibilidad a la insulina y la función de las células β -pancreáticas (75). De este modo, incrementos en los depósitos de glucógeno muscular, debido al aumento de los niveles de masa muscular (84), en combinación con mejoras de las células β -pancreáticas (75) y las vías de señalización de la glucosa y su acción en el músculo esquelético (85), explica las mejoras en el control glucémico medido a través de la reducción en los niveles de Hb1Ac (77,79,86-88), la reducción en los niveles de glucosa en sangre (88), insulina (75) y la respuesta de la insulina a un test de tolerancia a la glucosa (89).

En términos de salud, no menos importantes son las adaptaciones positivas como respuesta al RT sobre mejoras en la auto-

percepción de salud (82), así como en la reducción en la ingesta de fármacos (77,87).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y DISLIPEMIA

La dislipemia es una alteración del metabolismo de los ácidos grasos que se materializa en una combinación de altos niveles de colesterol total (> 200 mg/dl), LDL (> 160 mg/dl) y triglicéridos (> 200 mg/dl) (90). Niveles elevados de *lipoproteínas de baja densidad* (LDL), por sí mismos, se consideran un factor de riesgo cardiovascular (91), al igual que situaciones de hipertrigliceridemia junto a bajos niveles de *lipoproteínas de alta densidad* (HDL) (< 40 mg/dl o 45 mg/dl en hombres y mujeres, respectivamente) (92,93). Por el contrario, altos niveles de HDL junto a bajas concentraciones de LDL se consideran un factor que previene o disminuye el riesgo de sufrir un evento cardiovascular (94). En términos epidemiológicos, se estima que en España, un 20-25% de la población adulta presenta valores de colesterol total superiores a 250 mg/dl, mientras que esa cifra puede aumentar hasta un 50-60% si se considera como valor de referencia 200 mg/dl (95).

El principal riesgo de la dislipemia es el aumento de la deposición de colesterol en la pared arterial, que constituye el inicio de la formación de la placa de ateroma (96). Las partículas de HDL, por su parte, poseen la capacidad de entrar fácilmente en la pared endotelial y recaptar las lipoproteínas para, posteriormente, volver a la circulación sistémica (96) y disminuir o atenuar la formación de la placa de ateroma (97).

Clásicamente se ha recomendado el ejercicio de resistencia aeróbica en personas con dislipemia, gracias al efecto de dicha

modalidad de ejercicio en la capacidad de mejorar el perfil de lípidos en sangre y la salud cardiovascular (98). Sin embargo, el RT puede ser tan efectivo como el ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria en personas con dislipemia (99), gracias a la capacidad reductora de los niveles de LDL y triglicéridos y de incrementar los niveles de HDL de este tipo de ejercicio (100).

Un estudio realizado en mujeres obesas, que tuvo por objetivo comparar el efecto sobre el perfil lipídico del RT (series de 10 repeticiones al 50-100% 1 RM) con respecto al de resistencia cardiorrespiratoria (intensidad del 70% frecuencia cardíaca máxima [$FC_{máx}$]) durante 6 semanas, comprobó que ambos entrenamientos produjeron disminuciones en los niveles de LDL y triglicéridos, al tiempo que mejoraron los niveles de HDL (99). Al comparar ambos grupos se vio que las mejoras no fueron estadísticamente diferentes a excepción del HDL, que se incrementó en mayor medida en el grupo de entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria (99).

En otro estudio realizado con mujeres postmenopáusicas en riesgo de padecer síndrome metabólico también se comprobó que un programa de RT (3 series de 10 RM) durante 16 semanas mejoró los niveles de HDL (de 50,92 a 57,64 mg/dl), así como otras variables relacionadas con la composición corporal (circunferencia de cintura), tensión arterial sistólica (TAS) y fuerza máxima (extensión de piernas y *press* de piernas) (101).

Debido a que el RT puede mejorar la composición corporal en personas con dislipemia (99) y que los niveles de triglicéridos y LDL disminuyen al reducir el peso corporal en personas obesas (102), se ha llegado a sospechar que las mejoras en los niveles de ácidos grasos en sangre serían consecuencia del efecto del ejercicio sobre la pérdida de peso (102). Para diferenciar el efecto del RT con respecto a la pérdida de peso sobre los niveles de colesterol y triglicéridos en mujeres perimenopáusicas obesas, Ibañez (103) comprobó el efecto de una dieta hipocalórica (-500 kcal/d) con respecto a una restricción calórica de la misma magnitud (-500 kcal/d), junto a un entrenamiento de fuerza (2 series de 15 repeticiones al 50-80% 1 RM) durante un período de 16 semanas. Como resultado se encontró que, aunque ambos grupos de intervención disminuyeron los niveles de HDL, el grupo que además de seguir la dieta hipocalórica realizó entrenamiento de fuerza fue el único capaz de disminuir los niveles de LDL (de 143,3 a 122,9 mg/dl) y triglicéridos (de 248,6 a 214,2 mg/dl). De este modo, se demostró que el ejercicio físico tiene un efecto superior e independiente a la pérdida de peso en personas obesas con dislipemia (103).

A pesar de los resultados expuestos, otros estudios no han conseguido detectar efectos del RT sobre los niveles de ácidos grasos en sangre (104-106), sugiriendo que el efecto del ejercicio sobre los niveles de lípidos en sangre podría depender de los niveles iniciales previos al inicio del programa de entrenamiento (107). Aun así, se debe considerar que personas con niveles normalizados de colesterol y triglicéridos en sangre han llegado a mostrar una mayor disminución de los niveles de LDL y triglicéridos al seguir un programa de RT con respecto a un programa de resistencia cardiorrespiratoria (90). En cualquier caso, se puede concluir que el RT puede tener un efecto favorable sobre la regulación de

los niveles de ácidos grasos en sangre y que esta modalidad de ejercicio no debe ser incompatible con el entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria, así como considerarse la primera opción de tratamiento en aquellas personas en las que la realización de ejercicio aeróbico esté contraindicado (108).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS E HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La *hipertensión arterial* (HTA) se define como los valores superiores a 140 mmHg en los niveles de TAS y/o 90 mmHg en la *tensión arterial diastólica* (TAD) (109). Los términos epidemiológicos son muy preocupantes, esperándose que en 2025 la tasa de prevalencia alcance a un tercio de la población mundial (110).

En el origen de la HTA se encuentran un aumento de la rigidez y disfunción arterial, que conduce a una pérdida en la capacidad de amortiguamiento de los vasos sanguíneos (111). La HTA origina daños orgánicos (112) y acelera el proceso aterosclerótico (por incremento de la síntesis de colágeno e hipertrofia de los vasos sanguíneos) (113). Se estima que la HTA es la responsable del 13% del total de muertes que tienen lugar en el mundo (114). El objetivo en el tratamiento de la HTA reside en normalizar los niveles de tensión arterial y que estos se mantengan durante las actividades de la vida diaria, ayudando el ejercicio físico a conseguir dicho objetivo (115).

En personas con HTA, aunque se ha propuesto que el ejercicio de resistencia aeróbica es el más recomendado (116), también se ha demostrado que el RT puede ser beneficioso, al inducir mejoras en la salud vascular (vasodilatación y mejora de la función endotelial y del riego sanguíneo) (117-119), gasto cardíaco (regulación de la frecuencia cardíaca y disminución del consumo de oxígeno a nivel miocárdico) y al disminuir la actividad del sistema nervioso simpático (120) (Tabla I).

Se ha comprobado que la capacidad del RT para incrementar la rigidez arterial tiene lugar cuando se emplean cargas de trabajo altas con velocidades de contracción concéntrica muy bajas (5 segundos) y excéntricas muy altas, y no cuando se emplean velocidades de contracción concéntrica rápidas y excéntricas lentas (121). En cuanto a los niveles iniciales de *tensión arterial* (TA), también parecen tener una importancia relevante (122) (Mota y cols., 2013), de forma que en dos metaanálisis no se encontraron efectos adversos importantes al ejercitarse personas hipertensas a través del RT (114), sugiriéndose esta modalidad de ejercicio como una herramienta útil en el tratamiento de la HTA (114,123).

De este modo, son numerosos los estudios que han mostrado la eficacia del RT a la hora de provocar hipotensión tanto en la recuperación postejercicio como a largo plazo (122). Así, a pesar de que algunos estudios únicamente hayan observado una leve disminución de la TAD durante las fases de sueño en mujeres hipertensas con síndrome metabólico, como respuesta a un programa de RT con cargas moderadas (10 repeticiones al 60% 10 RM) durante 2 meses (115), un metaanálisis ha informado de que el RT, a largo plazo, disminuye hasta en 3,9 mmHg y 3,6 mmHg los valores de TAS y TAD (114).

Tabla I. Efectos del RT sobre distintos parámetros en personas con DM2

Patología	Parámetro	Efecto
Obesidad	Composición corporal	Disminución de la masa corporal (52) Disminución de la masa grasa (52,55) Reducción del índice cintura/cadera (33) Aumento de masa magra (55)
	Inflamación	Reducción de los niveles de IL-6, PCR y TNF (51-54)
	Neuroendocrino	Aumento de los niveles de TT, TL y SGHB (57) Aumento de HGH (44)
	Otros	Mejora de la fuerza muscular (55)
Diabetes	Composición corporal	Disminución de la masa corporal (79,80) Disminución de la masa grasa (78,79) Reducción del índice cintura/cadera (81) Aumento de masa magra (78-80,82)
	Inflamación	Reducción de los niveles de IL-6, PCR y TNF (77)
	Control insulínico	Mejora de la función de las células β -pancreáticas (75) Reducción de los niveles de insulina (75)
	Control glucémico	Mejora de vías de señalización de la glucosa en el músculo (85) Reducción en los niveles de Hb1Ac (77,79) Reducción de la glucemia (88)
	Otros	Mejora del VO_{2max} (79,80) Mejora de la fuerza muscular (77,78) Reducción de ácidos grasos libres (77) Mejoras sobre la autopercepción de salud (82) Reducción en la ingesta de fármacos (77,87)
Dislipemia	Composición corporal	Disminución de la masa corporal (102,103) Disminución de la masa grasa (99)
	Ácidos grasos en sangre	Disminución de triglicéridos (99) Disminución de LDL (99,103) Aumento de HDL (99,101)
	Otros	Reducción de TAS (101) Mejora de la fuerza muscular (101)
Hipertensión arterial	Composición corporal	Disminución de la masa grasa (124,131) Aumento de masa magra (124,131)
	Vascular	Vasodilatación (118) Mejora de la funcionalidad endotelial (119) Aumento del riego sanguíneo a nivel cerebral (117)
	Cardíaco	Disminución de la frecuencia cardíaca en reposo y en la recuperación del ejercicio (40,131) Aumento del gasto cardíaco (129) Disminución del consumo de oxígeno a nivel miocárdico (131)
	Neuroendocrino	Disminución de la actividad del sistema nervioso simpático (120) Aumento de la actividad del sistema nervioso parasimpático (99,129)
	Otros	Disminución del consumo de oxígeno a nivel miocárdico (131) Mejora de la fuerza muscular (124)
Cáncer	Composición corporal	Aumento de la masa corporal (145) Disminución de la masa grasa (140,143) Reducción del índice cintura/cadera (140) Aumento de masa magra (143)
	Capacidad funcional	Mejora de la fuerza muscular (143,144) Mejora en <i>sit and reach</i> (143)
	Otros	Mejoras en la calidad de vida (FACT-P [140], QLQ-30 [143], BIRS [144]) Aumento de la ingesta energética (145)
Parkinson Neuromuscular	Composición corporal	Incremento de la masa muscular (157) Disminución del H_2O_2 (156) Aumento de SOD (156)
	Estrés oxidativo	Mejora del equilibrio (154,156)
	Capacidad funcional	Incremento de la fuerza muscular (156,157) Mejora en un test de marcha de 6 minutos (157,158) Mejora en TUG (131) Prevención en riesgo de caídas (131)

BIRS: Body Image and Relationships Scale; FACT-P: Functional Assessment Cancer Therapy Scale - Prostate; H_2O_2 : peróxido de hidrógeno; Hb1Ac: hemoglobina glicosilada; HDL: lipoproteínas de alta densidad; HGH: hormona del crecimiento; IL-6: interleukina-6; LDL: lipoproteínas de baja densidad; PCR: proteína C-reactiva; QLQ-30: Quality of life questionnaire-C30; SGHB: globulina fijadora de hormonas sexuales; SOD: superóxido dismutasa; TAS: tensión arterial sistólica; TL: testosterona libre; TNF: factor de necrosis tumoral; TT: testosterona total; TUG: Timed Get Up and Go; VO_{2max} : consumo máximo de oxígeno.

Algunas investigaciones le conceden al RT un mayor efecto hipotensor. De este modo, Moraes (2012) comprobó que en un periodo de entrenamiento de 3 meses, varones hipertensos que realizaron 3 series de 12 repeticiones al 60% 1 RM (8 ejercicios) experimentaron descensos en los niveles de TAS (de 150,6 a 134,6 mmHg) y TAD (de 93,6 a 81,6 mmHg). Sin embargo, lo más importante del estudio fue que, tras 4 semanas de desentrenamiento, los sujetos mantuvieron valores significativamente inferiores a los del inicio del programa (124), coincidiendo con los resultados reportados anteriormente por Tokmakidis (125).

En mujeres mayores hipertensas se comprobó que un programa de RT de similares características (3 series de 8-12 repeticiones a una intensidad relativa a la escala de Borg [126]), produjo mejoras similares en los valores de TAS (de 130,6 a 112,5 mmHg) y TAD (de 80,6 a 70,5 mmHg) (127). Lo novedoso de esta investigación fue la inclusión de un periodo de seguimiento de hasta 14 semanas de desentrenamiento. En esta fase, a pesar de que se produjo un ligero incremento en los niveles de TAS (de 112,5 a 115,9 mmHg), los niveles de TAS y TAD se mantuvieron en valores significativamente inferiores a los observados antes del inicio del programa de entrenamiento (127).

En mujeres prehipertensas se ha comprobado que un programa de RT de 3 sesiones semanales de entrenamiento durante 4 meses, consistente en 3 series de 10 repeticiones al 60-80% 1 RM, mejoró los valores de TAS (de 134,5 a 120,2 mmHg) y TAD (de 76 a 72,4 mmHg) (122). Otro estudio con una intervención de las mismas características, también en mujeres prehipertensas, observó mejoras superiores a 10 mmHg en los valores de TAS en reposo (128).

Por otro lado, en otra investigación no se encontró un efecto significativo en relación con la variable carga de entrenamiento. De este modo, en personas prehipertensas no se observaron diferencias significativas al comparar un entrenamiento realizado al *fallo* muscular (3 series de 10 RM) con respecto a un entrenamiento *submáximo* (3 series al 60% 1 RM). Sin embargo, aunque no hubo diferencias entre grupos y a que el entrenamiento submáximo mostraba una mayor actividad parasimpática (valorada mediante una mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca), los autores proponen que los sujetos prehipertensos e hipertensos deben evitar entrenamientos contra resistencias a intensidades que induzcan al fallo muscular (129).

Según Millar (130), el RT puede tener efectos tan positivos como el tratamiento farmacológico en personas con HTA. Además, uno de los efectos positivos de este tipo de entrenamiento es que las adaptaciones positivas pueden perdurar en periodos de desentrenamiento (124,125,127), como pudieran ser los periodos vacacionales. El RT en personas hipertensas, además de regular la TAS y TAD, conlleva otra serie de efectos positivos, como los relacionados con el aumento de fuerza máxima, tanto dinámica (124) como isométrica (124,127). Las mejoras en los niveles de fuerza máxima tienen una enorme importancia a nivel preventivo en personas con HTA, pues pueden evitar el estrés cardiovascular durante actividades cotidianas que exijan la movilización de un peso importante (124).

Otro efecto importante del RT en personas con HTA es la capacidad de este para inducir mejoras en la composición corporal por

mediación de un efecto positivo para disminuir el peso corporal y los niveles de masa grasa, al tiempo que aumenta los niveles de masa magra (124,131).

En cuanto a las consideraciones específicas del RT en personas con prehipertensión e hipertensión se encontrarían evitar la realización de la maniobra de Valsalva (127), el entrenamiento basado en contracciones isométricas (72) o dinámico a velocidades de contracción muy bajas (121), así como llegar al fallo muscular (129).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y CÁNCER

La tasa del cáncer en España es de 215,5 casos cada 1.000 habitantes (132). A pesar de que la edad es el mayor factor de riesgo en el desarrollo del cáncer —siendo 2 de cada 3 afectados personas mayores de 65 años (132)—, otros factores, entre los que destaca un estilo de vida sedentario, pueden contribuir al desarrollo de la enfermedad (133).

El tratamiento de la enfermedad conlleva alteraciones de la composición corporal, como disminución de la masa muscular y densidad mineral ósea y un aumento de los niveles de masa grasa, neuropatía periférica en los pies (134) y alteraciones del sistema vestibular (135). En los supervivientes, estas alteraciones propician la aparición del síndrome metabólico (136), al presentar una reducción del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ que se asocian con una baja calidad de vida (137) y a sufrir un mayor riesgo de caídas (138). Estas consecuencias podrían verse acentuadas por una disminución en los niveles de actividad física, debido a un sobreproteccionismo del entorno cercano al paciente, basado en las antiguas recomendaciones médicas que enfatizaban evitar cualquier tipo de sobreesfuerzo para afrontar la enfermedad (136).

En el caso concreto de los hombres que han sufrido cáncer de próstata, debido a que los menores niveles de testosterona pueden acrecentar los efectos desfavorables sobre la composición corporal (139), el RT podría tener un efecto positivo sobre la salud y calidad de vida. En un estudio de 24 semanas de duración con hombres supervivientes al cáncer de próstata se comprobó que 2 sesiones semanales de 8-12 repeticiones al 70% de 8 RM provocaron mejoras en la composición corporal (disminución del IMC, ratio cintura/cadera, % masa grasa), disminución de la TAS y de la FC en reposo, así como en la calidad de vida, medida a través del cuestionario Functional Assessment Cancer Therapy Scale – Prostate (FACT-P) (140). Sin embargo, resultados opuestos fueron los documentados por Galvao (141), al no observar incrementos en los niveles de testosterona en supervivientes de cáncer de próstata tras realizar una sesión de entrenamiento de fuerza de alta intensidad.

En un programa de intervención de ejercicio concurrente de fuerza y resistencia en sujetos supervivientes a distintos tipos de cáncer se ha comprobado que el aumento en los niveles de fuerza se asocia con mejoras en la calidad de vida percibida por los sujetos tras el programa de entrenamiento (142). En cuanto a la calidad de vida se refiere, una investigación realizada en

mujeres supervivientes al cáncer de mama comprobó que un periodo de 8 semanas de entrenamiento de resistencia aeróbica (20-30 minutos al 70-80% FC_{max}) y fuerza (1-3 series de 8-15 RM) fue efectivo para mejorar la calidad de vida, (medido mediante un *Quality of life questionnaire-C30* [QLQ-30]), así como el consumo de oxígeno pico (VO_{2pico}), la fuerza de las extremidades inferiores y superiores, la capacidad funcional (medida a través de un *Sit and stand test*) y la composición corporal (disminución de la masa grasa e incremento de la masa magra) (143).

En mujeres supervivientes al cáncer de mama también se ha observado que en 8 semanas de entrenamiento realizando una única serie de 8-12 repeticiones al 50-80% 1 RM se mejoraron los niveles de fuerza muscular y calidad de vida, medida a través del *Body Image and Relationships Scale* (BIRS) (144).

Con objeto de comprobar si el inicio en la realización de ejercicio físico pudiese ser efectivo durante la fase hospitalaria, Chamorro-Viña (145) evaluó la efectividad de un programa de entrenamiento concurrente en niños con leucemia, consistente en 3 sesiones semanales de entrenamiento de resistencia aeróbica (50 minutos al 50-70% FC_{max}) y 2 de RT (1 serie de 12-15 RM). En dicha investigación se comprobó que, si bien la realización de ejercicio no afectó a la recuperación de las células del sistema inmunitario, este fue positivo para incrementar el IMC y los niveles de masa y fuerza muscular. El efecto positivo sobre los niveles de masa magra que, lejos de disminuir, aumentaron, sugiere un posible efecto del RT sobre la ingesta energética y el apetito, que puede prevenir los estados de desnutrición asociados a la disminución de los niveles de masa muscular (145).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y PARKINSON

El Parkinson es una enfermedad neurodegenerativa que afecta al sistema neuromuscular y a la capacidad de producción de fuerza (146). Se estima que en España la incidencia es de 15 personas por cada 1.000 habitantes (147). La afectación neuromuscular que sufren las personas con Parkinson se materializa en una marcada sarcopenia (148), acompañada de una disminución de la fuerza relativa (149) y bradicinesia o lentitud de movimiento (150). Además del posible incremento en los niveles de masa grasa que pueden sufrir los enfermos, como consecuencia de la sarcopenia, desde la patogénesis de la enfermedad se observa un incremento en la producción de radicales libres y disminución de la capacidad antioxidante endógena (151). Las afectaciones de la enfermedad hacen que los pacientes con Parkinson vean limitada su capacidad de caminar (152) y presenten alteraciones en la postura y la estabilidad corporal (153).

El RT puede tener múltiples efectos positivos en las personas con Parkinson. De este modo, se ha comprobado que un programa de RT, consistente en 3 series de 5-8 RM de ejercicios que implicaban a miembros inferiores y superiores durante 10 semanas, mejora las capacidades de fuerza y equilibrio medido a través del *Equitest* (154), test que valora el equilibrio en diferentes posiciones y superficies (estables e inestables) (155). Otra inves-

tigación con el mismo diseño experimental replicó los resultados anteriormente indicados, además de mejorar variables relacionadas con el estrés oxidativo (156). Los investigadores atribuyeron los efectos sobre la reducción del estrés oxidativo al efecto del entrenamiento a la hora de disminuir el número de especies reactivas del oxígeno y aumentar el de enzimas antioxidantes endógenas (157). De este modo, el RT disminuyó significativamente los niveles de *peróxido de hidrógeno* (H_2O_2) y mostró una tendencia a reducir los niveles de malondialdehído, al tiempo que aumentó los niveles de la enzima endógena *superóxido dimutasa* (SOD) (156).

También se ha valorado el efecto del RT de alta intensidad mediante el empleo de contracciones musculares excéntricas. Se comprobó que este tipo de entrenamiento, durante un periodo de 12 semanas de duración, además de mejorar los niveles de fuerza y masa muscular, incrementó la distancia recorrida durante un test de marcha de 6 minutos (157,158).

Otras investigaciones también han encontrado mejoras en la capacidad de marcha como adaptación a un programa de RT. Así, Schilling (159) observó mejoras en la fuerza de las extremidades inferiores y en la distancia recorrida en un test de marcha de 6 minutos, tras la realización de un programa consistente en la realización de 3 series de 5-8 RM con una frecuencia de 2 sesiones semanales. Sin embargo, dicha investigación no pudo obtener mejoras en un test *Timed Get Up and Go* (TUG), que valora el tiempo transcurrido en levantarse, recorrer una distancia de 3 metros y volver a sentarse, ni en un test *Activities-specific Balance Confidence* (ABC), que es una escala diseñada para evaluar la autoconfianza a la hora de realizar las actividades de la vida diaria (160) y un buen indicador del equilibrio y predictor de la probabilidad de caída (161,162).

El RT en personas con Parkinson podría ser beneficioso para reducir el elevado estrés oxidativo que acompaña a la enfermedad (156), así como para evitar la sarcopenia (157,158) y mejorar los niveles de fuerza (154,156-158) y equilibrio (154), que podrían ser los responsables de las mejoras observadas en la marcha (157,158,159).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y ESCLEROSIS MÚLTIPLE

La esclerosis múltiple es una enfermedad inflamatoria neurológica que afecta a la desmielinización axonal, provocando una neurodegeneración del sistema nervioso central (163). La esclerosis múltiple afecta a uno de cada 1.000 habitantes de Estados Unidos (164). La afectación neuromuscular, que incluye disfunción sensorial (165), conlleva debilidad e hipertonia muscular que desembocan en problemas coordinativos (166) y una fuerte sensación de fatiga que aumenta la actividad sedentaria, aumentando el riesgo de obesidad, osteoporosis y enfermedad cardiovascular, ocasionando una incapacidad progresiva y un aumento de los síntomas depresivos (167).

A día de hoy no existe un tratamiento farmacológico de la enfermedad más allá del disponible para disminuir la velocidad de avance en la enfermedad, evitar recaídas y mejorar la sintoma-

Tabla II. Recomendaciones para la programación de sesiones de RT en distintos grupos poblacionales

Población	Series	Repeticiones	Intensidad	Cita
Sana	3-6	8-12	70-85% 1 RM	Adaptado de ACSM (16) y NSCA (192)
DM2	3	8-10	8-10 RM	ADA (123)
HTA*	2-3	8-20	50-60% 1 RM	NSCA (193)
Esclerosis múltiple**	1-3	8-15	60-80% 1 RM	CIHR (194)

*Algunos investigadores sugieren que este grupo poblacional podría emplear cargas de hasta el 80% de 1 RM (130,195). En cualquier caso, las personas con HTA siempre deberán evitar llegar a fallo muscular, la maniobra de Valsalva y contracciones musculares lentas.

**Las personas con esclerosis múltiple, al ser termosensibles deben asegurar una temperatura ambiental adecuada y un correcto estado de hidratación.

ACSM: American College of Sports Medicine; ADA: American Diabetes Association; CIHR: Canadian Institutes of Health Research; NSCA: National Strength and Conditioning Association.

tología (168). Por ello, es de vital importancia la implantación de intervenciones encaminadas a mejorar la calidad de vida y el desempeño en actividades de la vida diaria en estas personas (169). En este sentido, el ejercicio físico puede afectar positivamente a la salud de las personas con esclerosis múltiple e incluso frenar el avance de la enfermedad (170) y es que, se debe considerar que únicamente el 20% de las personas con esclerosis múltiple realiza las recomendaciones de ejercicio dictadas por el American College of Sports Medicine (ACSM), consistentes en 5 sesiones diarias de 30 minutos de ejercicio moderado o 3 sesiones de 20 minutos de ejercicio vigoroso a la semana (19).

Las personas con esclerosis múltiple son *termosensibles*, por lo que el principal factor limitante en la realización de ejercicio físico es la hipertermia (171), motivo por el que muchas de las intervenciones de ejercicio en personas con esclerosis múltiple se llevan a cabo en el medio acuático (172).

En personas con esclerosis múltiple se ha observado una correlación entre el rendimiento en el TUG y en una prueba de marcha de 2 minutos con la fuerza isométrica máxima de los músculos extensores de la rodilla y con la fuerza resistencia de los flexores de rodilla (166). Debido a que las personas con esclerosis múltiple con frecuencia presentan alteraciones en la capacidad de marcha (167), uno de los objetivos que deben contemplar las intervenciones de ejercicio sería la mejora tanto de la fuerza máxima como de la fuerza resistencia de la musculatura de los miembros inferiores, con objeto de mejorar el rendimiento en su capacidad de marcha. Las mejoras en los niveles de fuerza muscular, además de un mayor desempeño en la capacidad de marcha, se acompañará de otras adaptaciones positivas, como son una mayor masa magra, capacidad de equilibrio y mejora en el desempeño de otras actividades de la vida diaria y reducción de la fatiga (173).

El *Canadian Institutes of Health Research* (CIHR) ha dictado unas recomendaciones en el entrenamiento contra resistencias en personas con esclerosis múltiple que incluyen la realización de 1-3 series de 8-15 repeticiones al 60-80% 1 RM (8 ejercicios) con una frecuencia de 2-3 sesiones semanales (174,175). Teniendo en cuenta que las personas con esclerosis múltiple presentan una acentuada hipertonía, se debe prestar especial

atención, además de a los ejercicios encaminados a la mejora de la fuerza, a la realización de ejercicios de flexibilidad dentro de las sesiones de entrenamiento (176).

Una musculatura sobre la que se debe prestar especial atención es la musculatura respiratoria, debido a que esta enfermedad se acompaña de una debilidad importante de dicha musculatura, pudiendo ser un mecanismo adicional en el aumento de la discapacidad característica de la enfermedad (177). De este modo, un entrenamiento de 3 sesiones semanales de 30 minutos dirigido al desarrollo de los músculos inspiratorios y espiratorios ha demostrado ser efectivo para mejorar tanto la resistencia a la fatiga de dichos músculos como la puntuación en un cuestionario SF-36-Health Survey, que reflejaría una mejor autopercepción de salud y un menor esfuerzo a la hora de realizar actividades de la vida diaria (178). Estas mejoras de la autopercepción de salud son muy importantes, ya que muestran gran relación con el nivel de actividad física realizado (179).

ENTRENAMIENTO CONTRA RESISTENCIAS Y FIBROMIALGIA

La fibromialgia es una forma de reumatismo no articular de origen desconocido que se caracteriza por la presencia de dolor musculoesquelético agudo, difuso y crónico generalizado en puntos de presión específicos (*tender points*) con hipersensibilidad al dolor, demostrable en la exploración física, y en ausencia de anomalías que lo justifiquen en pruebas biológicas o de imagen (180). Se estima que la fibromialgia afecta a un 2-6% de la población, mayoritariamente al género femenino (181).

Las personas con fibromialgia presentan un estado inflamatorio crónico (182) que, junto al descenso en los niveles de actividad física y trastornos psicológicos (183), pueden aumentar la incapacidad muscular, fatiga, sensación de dolor, estrés, ansiedad y alteraciones del sueño (184). El efecto del RT sobre la capacidad de regular la inflamación y la mejora de la calidad muscular (77), así como de aumentar los niveles de endorfinas (185), podrían explicar la relación inversa existente entre el nivel de condición física y la sintomatología en mujeres con fibromialgia (186).

Uno de los primeros estudios que valoró el efecto del RT en mujeres con fibromialgia fue el llevado a cabo por Valkeinen (187). En dicha investigación, un grupo de mujeres intercaló una sesión de RT (2 a 4 series de 5-20 repeticiones al 40-80% 1 RM) junto a una de resistencia aeróbica (de 30 a 60 minutos al 40-80% $VO_{2\text{máx}}$), realizando 3 sesiones semanales durante 21 semanas. Al finalizar el periodo de entrenamiento se observaron mejoras tanto en la $VO_{2\text{máx}}$ como en la fuerza de prensión manual y de los miembros inferiores y superiores, así como test de marcha en distancia corta (10 metros) y de subir escalones. Estas mejoras en el nivel de condición física se acompañaron de reducciones en la sensación de fatiga y dolor, así como mejoras en la auto-percepción de la calidad de vida y del sueño (187).

Con objeto de comparar el efecto del RT con respecto al de resistencia cardiorrespiratoria, una investigación valoró el efecto de 5 sesiones semanales de entrenamiento de resistencia (10-35 minutos al 70-75% $FC_{\text{máx}}$) con respecto a un programa de RT (1 serie de 10 RM) durante un periodo de 3 semanas (188). A pesar de la corta duración del periodo de intervención, se observaron mejoras significativas en ambos grupos en el $VO_{2\text{máx}}$ (quizá explicable por los bajísimos niveles iniciales, < 20 ml/kg/min) y en la fuerza máxima en la flexión y extensión de rodilla, así como una reducción en la sensación de dolor. Los autores, independientemente de los anteriores efectos del ejercicio sobre la regulación de niveles de citokinas y endorfinas, atribuyen un posible efecto de ambos protocolos de entrenamiento sobre la percepción del dolor a una mayor oxigenación a nivel muscular como respuesta a los programas de entrenamiento (188).

Un estudio que tuvo por objetivo comparar el efecto de un programa de entrenamiento de resistencia aeróbica con respecto a un programa de entrenamiento combinado de resistencia y RT, mostró que mientras el entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria mejoró los subdominios de *función física* y *dolor corporal* en un cuestionario SF-36, el entrenamiento concurrente, además de los anteriores subdominios, mejoró los relativos al *bienestar físico y psicológico* y la *energía autopercebida* (189).

Al igual que ocurre en el caso de las personas afectadas de esclerosis múltiple, en personas con fibromialgia el RT debería complementarse con un entrenamiento para el desarrollo de la flexibilidad, debido a la correlación estadísticamente significativa que se ha encontrado entre el nivel de flexibilidad (medido a través del test *sit-and-reach*) y el número de puntos dolorosos de presión específicos (190). De este modo, se ha sugerido que la relajación de los órganos tendinosos de Golgi facilitaría la relajación muscular, liberando los puntos generadores de dolor (191).

CONCLUSIONES

El aumento del sedentarismo junto a la esperanza de vida de la población conlleva un aumento en el riesgo de desarrollar diversas patologías. Las adaptaciones que acontecen al RT hace que este tipo de entrenamiento, además de prevenir ciertas enfermedades como la obesidad o la sarcopenia, pueda frenar el avance de otras (como la esclerosis múltiple o la fibromialgia) y mejorar la

capacidad funcional y la calidad de vida en muchas patologías, pudiendo ser incorporada esta modalidad de ejercicio como parte del tratamiento de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crewther B, Cronin J, Keogh J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Med* 2006;36:65-78.
2. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004;34:329-48.
3. Young WB, Rath, DA. Enhancing foot velocity in football kicking: the role of strength training. *J Strength Cond Res* 2011;25(2):561-6.
4. Smith RA, Martin GJ, Szivak TK, Comstock BA, Dunn-Lewis C, Hooper DR, et al. The Effects of Resistance Training Prioritization in NCAA Division I Football Summer Training. *J Strength Cond Res* 2014;28(1):14-22.
5. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 2004;22:65-79.
6. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2007;4(8):1-7.
7. Seynnes OR, de Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol* 2007;102:368-73.
8. Storer TW, Magliano L, Woodhouse L, Lee ML, Dzekov C, Dzekov J, et al. Testosterone dose-dependently increases maximal voluntary strength and leg power, but does not affect fatigability or specific tension. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88(4):1478-85.
9. Martín-Hernández J, Marín PJ, Menéndez H, Loenneke JP, Coelho-e-Silva MJ, García-López D, et al. Changes in muscle architecture induced by low load blood flow restricted training. *Acta Physiol Hungarica* 2013;100(4):411-8.
10. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *J Physiol* 2001;534(2):613-23.
11. Csapo R, Alegre LM, Baron R. Time kinetics of acute changes in muscle architecture in response to resistance exercise. *J Sci Med Sports* 2011;14(3):270-4.
12. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med* 2004;34(10):663-79.
13. Ross A, Levedt, Riek S. Neural influences on sprint running—training adaptations and acute responses. *Sports Med* 2001;31(6):409-25.
14. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:70-84.
15. Bigaard J, Frederiksen K, Tjonneland A, Thomsen BL, Overvad K, Heitmann BL, et al. Waist circumference and body composition in relation to all-cause mortality in middle-aged men and women. *Int J Obes* 2005;29(7):778-84.
16. American College of Sports Medicine. Special Communication. American College of Sports Medicine Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
17. Roubenoff R. Catabolism of aging: Is it an inflammatory process? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003;6(3):295-9.
18. Waters DL, Baugartner RN. Sarcopenia and obesity. *Clin Geriatrics Med* 2011;27(3):401-21.
19. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95:1717-27.
20. Dempsey PC, Owen N, Biddle SJ, Dunstan DW. Managing sedentary behavior to reduce the risk of diabetes and cardiovascular disease. *Current Diab Reports* 2014;14(9):522.
21. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45-78 year old men and women. *J Appl Physiol* 1991;71:644-50.
22. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 years. *J Appl Physiol* 1997;83:1581-7.
23. Jansen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* 2000;89(1):81-8.
24. Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve* 2002;25(1):17-25.
25. Campos RMS, de Mello MT, Tock L, Silva PL, Masquio DCL, de Piano A, et al. Aerobic plus resistance training improves bone metabolism and inflammation in adolescents who are obese. *J Strength Cond Res* 2014;28(3):758-66.

26. Levine ME, Crimmins EM. The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning. *Obesity* 2012;20(10):2101-6.
27. Wronkowitz N, Romacho T, Sell H, Eckel J. Adipose tissue dysfunction and inflammation in cardiovascular disease. *Front Horm Res* 2014;43:79-92.
28. Gabriely I, Ma XH, Yang XM, Atzmon G, Rajala MW, Berg AH, et al. Removal of visceral fat prevents insulin resistance and glucose intolerance of aging: an adipokine-mediated process? *Diabetes* 2002;51(10):2951-8.
29. Yudkin JS, Kumari M, Humphries SE, Mohamed-Ali V. Inflammation, obesity, stress and coronary heart disease: is interleukin-6 the link? *Atherosclerosis* 2000;148(2):209-14.
30. Cesari M, Kritchevsky SB, Baumgartner RN, Atkinson HH, Penninx WHJ, Lenchik L, et al. Sarcopenia, obesity, and inflammation—results from the Trial of Angiotensin Enzyme Inhibition and Novel Cardiovascular Risk. *Am J Clin Nutr* 2005;82:428-34.
31. Chung JY, Kang HT, Lee DC, Lee HR, Lee YJ. Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: A focus on sarcopenic obesity. *Arch Gerontol Geriatrics* 2013;56(1):270-8.
32. Pasini E, Aquilani R, Dioguardi FS, D'Antogna G, Gheorghide M, Taqmeier H. Hypercatabolic syndrome: molecular basis and effects of nutritional supplements with amino acids. *Am J Clin Cardiol* 2008;101(11):11-5.
33. Jackman RW, Kandarian SC. The molecular basis of skeletal muscle atrophy. *Am J Physiol Cell Physiol* 2004;287:834-43.
34. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ, Visser M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med* 2006;119:526-9.
35. Schragar MA, Metter EJ, Simonsick E, Ble A, Bandinelli S, Lauretani F, et al. Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *J Appl Physiol* 2007;102:919-25.
36. Geyer H, Schänzer W, Thevis M. Anabolic agents: recent strategies for their detection and protection from inadvertent doping. *Br J Sports Med* 2014;48:820-26.
37. Grossmann M. Low testosterone in men with type 2 diabetes: significance and treatment. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:2341-53.
38. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev* 1999;107:123-36.
39. Fui MN, Dupuis P, Grossmann M. Lowered testosterone in male obesity: Mechanisms, morbidity and management. *As J Androl* 2014;16(2):223-31.
40. Kaplan SA, Cohen P. The somatomedin hypothesis 2007: 50 years later. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92:4529-35.
41. Thomas GA, Kraemer WJ, Comstock BA, Dunn-Lewis C, Maresh CM, Volek JS. Obesity, growth hormone and exercise. *Sports Med* 2013;43(9):829-49.
42. Perotti M, Perra S, Saluzzi A, Grassi G, Pincelli AI. Body fat mass is a strong and negative predictor of peak stimulated growth hormone and bone mineral density in healthy adolescents during transition period. *Hormone Metab Res* 2013;45(10):748-53.
43. Perez FR, Casabiell X, Camina JP, Zugaza JL, Casanueva FF. Cisunsaturated free fatty acids block growth hormone and prolactin secretion in thyrotropin-releasing hormone-stimulated GH3 cells by perturbing the function of plasma membrane integral proteins. *Endocrinology* 1997;138:264-72.
44. Oliver SR, Hingorani SR, Rosa JS, Zaldivar FP, Galassetti PR. Synergistic effect of obesity and lipid ingestion in suppressing the growth hormone response to exercise in children. *J Appl Physiol* 2012;113(2):192-8.
45. Ahima RS, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends Endocrinol Metab* 2000; 11:327-31.
46. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Card Dis* 2008;18(5):388-95.
47. Srikanthan P, Hever AL, Karlamangla AS. Sarcopenia exacerbates obesity-associated insulin resistance and dysglycemia: Findings from the national health and nutrition examinations survey III. *PLoS ONE* 2010;5(5).
48. Gómez-Cabello A, Vicente G, Vila-Maldonado S, Casajús JA, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr Hosp* 2012;27(1):22-30.
49. Banks J, Kumari M, Smith JP, Zaninotto P. What explains the American disadvantage in health compared with the English? The case of diabetes. *J Epidemiol Community Health* 2012;66:259-64.
50. Mitchell JB, Phillips MD, Yellott RC, Currie LM. Resistance and aerobic exercise: The influence of mode on the relationship between IL-6 and glucose tolerance in Young men who are obese. *J Strength Cond Res* 2011;25(6):1529-37.
51. Donges CER, Fuffield R, Drinkwater EJ. Effects of Resistance or Aerobic Exercise Training on Interleukin-6, C-Reactive Protein, and Body Composition. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(2):304-13.
52. Fisher G, Hyatt TC, Hunter GR, Oster RA, Esmond RA, Gower BA. Effect of Diet With and Without Exercise Training on Markers of Inflammation and Fat Distribution in Overweight Women. *Obesity* 2011;19(6):1131-6.
53. Olson TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes* 2007;31:996-1003.
54. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance Training Reduces Subclinical Inflammation in Obese, Postmenopausal Women. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(11):2099-110.
55. Hildreth KL, Barry DW, Moreau KL, Griend JV, Meacham RB, Nakamura T, et al. Effects of Testosterone and Progressive Resistance Exercise in Healthy, Highly Functioning Older Men With Low-Normal Testosterone Levels. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98(5):1891-900.
56. Glintborg D, Christensen LL, Kvorning T, Larsen R, Brixen K, Hougaard DM, et al. Strength Training and Testosterone Treatment Have Opposing Effects on Migration Inhibitor Factor Levels in Ageing Men. *Mediators Inflamm* 2013;2013:539156.
57. Nindl BC, Kraemer WJ, Gotshalk LA, Marx JO, Volek JS, Bush FA, et al. Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11(4):451-65.
58. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes* 2014;37(1):81-90.
59. Valdés S, Rojo-Martínez G, Soriguer F. Evolución de la prevalencia de la diabetes tipo 2 en población adulta española. *Med Clin* 2007;129(9):352-5.
60. Jiménez Mejías E, Olvera Porcel MC, Amezcua Prieto C, Olmedo-Requena R, Martínez Ruiz V, Jiménez Moleón JJ. Efecto de la edad sobre la evolución de la prevalencia de diabetes mellitus en España entre 2001 y 2012. *Nutr Hosp* 2014;29(6):1335-8.
61. Colagiuri S. Diabetes: therapeutic options. *Diabetes Obes Med* 2010;12(6):463-73.
62. American Diabetes Association (ADA). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29(6):1433-8.
63. Sigal RJ, Castañeda C, Kenny GP, White RD, Wasserman D. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29(6):1443-8.
64. Thent ZC, Das S, Henry LJ. Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario. *PLoS ONE* 2013;8(11):e80436.
65. Márquez JL, Salazar LA. Influencia epigenómica de la actividad/inactividad física en el origen de la Diabetes mellitus tipo 2. *Rev Int Ciencias Dep* 2009;16(5):1-20.
66. Müller MJ, Lagerpusch M, Enderle J, Schautz B, Heller M, Bösy-Westphal A. Beyond the body mass index: tracking body composition in the pathogenesis of obesity and the metabolic syndrome. *Obes Rev* 2012;13(2):6-13.
67. Wisse BE, Kim F, Schwartz MW. An Integrative View of Obesity. *Science* 2007;318(5852):928-9.
68. Simões RP, Castello-Simões V, Mendes RG, Archiza B, Santos DA, Machado HG, et al. Lactate and heart rate variability threshold during resistance exercise in the young and elderly. *Int J Sports Med* 2013;34(11):991-6.
69. Ribeiro LFP, Malachias PC, Junior PB, Baldissera V. Lactate and glucose minimum speeds and running performance. *J Sci Med Sport* 2004;7:123-7.
70. Berg K. Weight training for persons with diabetes mellitus. *Strength Cond* 1995;17:42-5.
71. Wicherley TP, Noakes M, Clifton PM, Cleanthous X, Keogh JB, Brinkworth GD. A High-Protein Diet With Resistance Exercise Training Improves Weight Loss and Body Composition in Overweight and Obese Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2010;33:969-76.
72. Zinman B, Ruderman N, Campagne BN, Devlin JT, Schneider SH; American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(1):73-7.
73. Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Syst Rev* 2006;3:002968.
74. Ballester I. Evaluación médico-deportiva antes del inicio del ejercicio. *Av Diabetol* 2007;23(1):28-32.
75. Hansen E, Landstad BJ, Gundersen KT, Torjesen PA, Svebak S. Insulin sensitivity after maximal and endurance resistance training. *J Strength Cond Res* 2012;26(2):327-34.
76. Sigal RJ, Wasserman DH, Kenny GP, Castaneda C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;10:2518-39.
77. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci* 2007;4(1):19-27.
78. Kwon HR, Han KA, Ku YH, Ahn H, Koo BK, Kim HC, et al. The Effects of Resistance Training on Muscle and Body Fat Mass and Muscle Strength in Type 2 Diabetic Women. *Kor Diabetes J* 2010;34(2):101-10.

78. Bachi E, Negri C, Zanolin ME, Milanese C, Faccioli N, Trombetta M, et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care* 2012;35(4):676-82.
79. Johanssen N, Sparks LM, Zhang Z, Conrad P, Earnest CP, Smith SR. Determinants of the changes in glycemic control with exercise training in type 2 diabetes: a randomized trial. *PLOS ONE* 2013;8:6.
80. Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner W, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol* 2012;113(12):1831-7.
81. Bales CW, Hawk VH, Granville EO, Rose SB, Shields T, Bateman L, et al. Aerobic and resistance training effects on energy intake: the STRRIDE-AT/RT study. *Med Sci Sport Exerc* 2012;2033-9.
82. Ibáñez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larión JL, García-Unciti M, et al. Twice weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005;28:662-7.
83. Nader GA, Esser KA. Intracellular signaling specificity in skeletal muscle in response to different models of exercise. *J Appl Physiol* 2001;90:1936-42.
84. Yaspelkis BB. Resistance training improves insulin signaling and action in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2006;34(1):42-6.
85. Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, Parviainen S, Peltonen J, Kujala U. Resistance training in treatment of non-insulindependent diabetes mellitus. *Int J Sports Med* 1997;18:242-6.
86. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(12):2335-41.
87. Baum K, Votteler T, Schiab J. Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci* 2007;4(3):159-63.
88. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract* 1998;40:53-61.
89. Pérez-Gómez J, Vicente-Rodríguez G, Royo IA, Martínez-Redondo D, Foncillas JP, Moreno LA, et al. Effect of endurance and resistance training on regional fat mass and lipid profile. *Nutr Hosp* 2013;28(2):340-6.
90. Halle M, Berg A, Baumstark MW, Keul J. Association of physical fitness with LDL and HDL subfractions in young healthy men. *Int J Sports Med* 1999;20:464-9.
91. European Society of Cardiology (ESC) Committee for Practice Guidelines (CPG). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary: Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (Constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J* 2007;28:2375-414.
92. Miller M, Cannon CP, Murphy SA, Qin J, Ray KK, Braunwald E. Impact of triglyceride levels beyond low-density lipoprotein cholesterol after acute coronary syndrome in the PROVE IT-TIMI 22 trial. *J Am Coll Cardiol* 2008;51(7):724-30.
93. Baigent C, Blackwell L, Emberson J, Holland LE, Reith C, Bhalra N, et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170 000 participants in 26 randomised trials. *Lancet* 2010;376(9753):1670-81.
94. Núñez-Cortés JM, Alegría E, Alvarez-Sala L, Gimilic JA, Rallo CL, Morató TM, et al. Documento Abordaje de la dislipidemia. Sociedad Española de Arteriosclerosis (parte III). *Clin Invest Arteriosclerosis* 2012;24(2):102-7.
95. European Atherosclerosis Society Consensus Panel. Triglyceride-rich lipoproteins and high-density lipoprotein cholesterol in patients at high risk of cardiovascular disease: evidence and guidance for management. *Eur Heart J* 2011;32(11):1345-61.
96. Nicholls SJ, Tuzcu EM, Sipahi I, Grasso AW, Schoenhagen P, Hu T, et al. Statins, high-density lipoprotein cholesterol, and regression of coronary atherosclerosis. *JAMA* 2007;297:499-508.
97. Dimkpa U. Post-Exercise Heart Rate Recovery: An index of cardiovascular fitness. *J Exerc Physiol* 2009;12:19-22.
98. Chaudhary S, Kang MK, Sandhu JS. The Effects of Aerobic Versus Resistance Training on Cardiovascular Fitness in Obese Sedentary Females. *Asi J Sports Med* 2010;4(1):177-84.
99. Leite RD, Prestes J, Bernardes CF, Shigemoto GI, Pereira GB, Duarte JO, et al. Effects of ovariectomy and resistance training on lipid content in skeletal muscle, liver, and heart; fat depots; and lipid profile. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009;34:1079-86.
100. Conceição MS, Bonganha V, Vechin FC, Berton RPB, Lixandrão ME, Nogueira FRD. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clin Interventions in Aging* 2013;8:1221-8.
101. Brinkworth G, Noakes M, Buckley J, Clifton P. Weight loss improves heart rate recovery in overweight and obese men with features of the metabolic syndrome. *Am Heart J* 2006;152(4):693.
102. Ibáñez J, Izquierdo M, Martínez-Labari C, Ortega F, Grijalba A, Forga L, et al. Resistance Training Improves Cardiovascular Risk Factors in Obese Women Despite a Significant Decrease in Serum Adiponectin Levels. *Obesity* 2010;18(3):535-41.
103. Hazley L, Ingle L, Tsakirides C, Carroll S, Nagi D. Impact of a Short-Term, Moderate Intensity, Lower Volume Circuit Resistance Training Programme on Metabolic Risk Factors in Overweight/Obese Type 2 Diabetics. *Res Sports Med* 2010;18:251-262.
104. Warner MA, Linden MA, Liu MA, Harvey BA, Thyfault JP, Whaley-Connell DO. The Effects of Resistance Training on Metabolic Health With Weight Regain. *J Clin Hypertension* 2010;12(1):64-72.
105. Kang SK, Kim J, Kwon M, Eom H. Objectivity and validity of EMG method in estimating anaerobic threshold. *Int J Sports Med* 2014;35(9):737-42.
106. Kodama S, Tanaka S, Saito K, Shu M, Sone Y, Onitake F, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med* 2007;167:999-1008.
107. Da Silva JL, Maranhão RC, de Matos CGC. Effects of resistance training on low density lipoprotein. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(1):71-7.
108. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WS, Green LA, Izzo JL, et al. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 2003;42(6):1206-52.
109. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: Integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med* 2006;36(2):109-16.
110. Monahan KD, Tanaka H, Dinverno FA, Seals DR. Central arterial compliance is associated with age- and habitual exercise-related differences in cardiovascular baroreflex sensitivity. *Circulation* 2001;104(14):1627-32.
111. Lip GY. Target organ damage and the prothrombotic state in hypertension. *Hypertension* 2000;36(6):975-7.
112. Liao D, Arnett DK, Tyroler HA, Riley WA, Chambless LE, Szklo M, et al. Arterial stiffness and the development of hypertension. The ARIC study. *Hypertension* 1999;34(2):201-6.
113. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of Resistance Training on Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Hypertension* 2011;58(5):950-8.
114. Tibana RA, Pereira GB, de Souza JC, Tajra V, Vieira DCL, Campbell CSG, et al. Resistance training decreases 24-hour blood pressure in women with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndrome* 2013;5:27.
115. Tanaka H, Dinverno FA, Monahan KD, Clevenger CM, De Souza CA, Seals DR. Aging habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation* 2000;102(11):1270-5.
116. Chen CY, Bonham AC. Postexercise hypotension: central mechanisms. *Exerc Sport Sci Rev* 2010;38:122-7.
117. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sánchez-González MA, Baek YH. Combined resistance training and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause* 2011;18(9):980-4.
118. Vona M, Codeluppi GM, Iannino T, Ferrari E, Bogousslavsky J, Von Segesser LK. Effects of different types of exercise training followed by detraining on endothelium-dependent dilation in patients with recent myocardial infarction. *Circulation* 2009;119(2):1601-8.
119. Brum PC, Da Silva GJ, Moreira ED, Ida F, Negrao CE, Krieger EM. Exercise training increases baroreceptor gain sensitivity in normal and hypertensive rats. *Hypertension* 2000;36(6):1018-22.
120. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Effects of muscle contraction timing during resistance training on vascular function. *Journal of Human Hypertension* 2009;23(7):470-8.
121. Mota MR, de Oliveira RJ, Dutra MT, Pardono E, Terra DF, Lima RM, et al. Acute and chronic effects of resistive exercise on blood pressure in hypertensive elderly women. *J Strength Cond Res* 2013;27(12):3475-80.
122. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59(1):48-61.
123. Moraes MR, Bacurau RFP, Casarini DE, Jara ZP, Ronchi FA, Almeida SS, et al. Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. *J Strength Cond Res* 2012;26(4):1122-9.
124. Tokmakidis SP, Kalapotharakos VI, Smilios I, Parlavantzas A. Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clin Physiol Funct Imaging* 2009;29(4):316-9.

125. Borg G. Subjective effort and physical abilities. *Scand J Rehab Med Suppl* 1978;6:105-13.
126. Nascimento DC, Tibana RA, Benik FM, Fontana KE, Neto FR, de Santana FS, et al. Sustained effect of resistance training on blood pressure and hand grip strength following a detraining period in elderly hypertensive women: a pilot study. *Clin Interv Aging* 2014;20(9):219-25.
127. Terra DF, Mota MR, Rabelo HT, Bezerra LMA, Lima RM, Ribeiro AG, et al. Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. *Arq Bras Cardiol* 2008;91:299-305.
128. Souza JC, Tibana RA, Cavagliere CR, Vieira DCL, De Sousa NMF, Mendes FA, et al. Resistance exercise leading to failure versus not to failure: effects on cardiovascular control. *BMC Cardiovascular Disorders* 2013;13:105.
129. Millar PJ, Swaine IL, McGowan CL. Impact of Resistance Training on Blood Pressure: Are All Contractions Created Equal? *Hypertension* 2012;59:e35.
130. Corrick KL, Hunter GR, Fisher G, Glasser SP. Changes in Vascular Hemodynamics in Older Women Following 16 Weeks of Combined Aerobic and Resistance Training. *J Clin Hypertension* 2013;15(4):241-6.
131. Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, Dikshit R, Eser S, Mathers C, et al. GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base No. 11 [Internet]. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr>, consultado el 25/octubre/2014.
132. Friedenreich CM, Neilson HK, Lynch BM. State of the epidemiological evidence on physical activity and cancer prevention. *Eur J Cancer* 2010;46(14):2593-604.
133. Kuroi K, Shimoizuma K. Neurotoxicity of taxanes: symptoms and quality of life assessment. *Breast Cancer* 2004;11(1):92-9.
134. Winters-Stone KM, Li F, Horak F, Luoh SW, Bennett JA, Nail L, et al. Comparison of tai chi vs. strength training for fall prevention among female cancer survivors: study protocol for the GET FIT trial. *BMC Cancer* 2012;12:577.
135. Aznar S, Webster AL, San Juan AF, Chamorro-Viña C, Maté-Muñoz JL, Moral S, et al. Physical activity during treatment in children with leukemia: a pilot study. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31(4):407-13.
136. Herrero F, Balmer J, San Juan AF, Foster C, Fleck SJ, Pérez M, et al. Is cardiorespiratory fitness related to quality of life in survivors of breast cancer? *J Strength Cond Res* 2006;20(3):535-40.
137. Ahlborg HG, Nguyen ND, Center JR, Eisman JA, Nguyen TV. Incidence and risk factors for low trauma fractures in men with prostate cancer. *Bone* 2008;43(3):556-60.
138. Traish AM, Saad F, Guay A. The dark side of testosterone deficiency: II. Type 2 diabetes and insulin resistance 2. *J Androl* 2009;30:23-32.
139. Serdà BC, Monreal P, del Valle A. Calidad de vida y cáncer de próstata: un programa progresivo de fuerza-resistencia. *Rev Int Med Act Fis Dep* 2011;11(42):362-83.
140. Galvao DA, Nosaka K, Taaffe DR, Peake J, Spry N, Suzuki K, et al. Endocrine and immune responses to resistance training in prostate cancer patients. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 2008;11(2):160-65.
141. Durak EP, Lilly PC. The application of an exercise and wellness program for cancer patients: a preliminary outcomes report. *J Strength Cond Res* 1998;12(1):3-6.
142. Herrero F, San Juan AF, Fleck SJ, Balmer J, Pérez M, Cañete S, et al. Combined Aerobic and Resistance Training in Breast Cancer Survivors: A Randomized, Controlled Pilot Trial. *Int J Sports Med* 2006;27(7):573-80.
143. Benton MJ, Whyte MD, Dyal BW. Sarcopenic obesity: strategies for management. *Am J Nurs* 2011;111(12):38-44.
144. Chamorro-Viña AC, Ruiz JR, Sanatana-Sosa E, González M, Madero VL, Pérez M, et al. Exercise during Hematopoietic Stem Cell Transplant Hospitalization in Children. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(6):1045-53.
145. Falvo MJ, Schilling BK, Earhart GM. Parkinson's disease and resistive exercise: rationale, review, and recommendations. *Mov Disor* 2008;23(1):1-11.
146. Bergareche A, De la Puente E, López de Munain A, Sarasqueta C, de Arce A, Poza JJ. Prevalence of Parkinson's disease and other types of Parkinsonism. *J Nephrol* 2004;25(3):340-5.
147. Petroni ML, Albani G, Bicchiera V, Baudo S, Vinci C, Montesano A. Body composition in advanced-stage Parkinson's disease. *Acta Diabetol* 2003;40(1):187-90.
148. Schilling BK, Karlage RE, LeDoux MS, Pfeiffer RF, Weiss LW, Falvo MJ. Impaired leg extensor strength in individuals with Parkinson disease and relatedness to functional mobility. *Parkinsonism Relat Disor* 2009;15(10):776-80.
149. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain* 2001;124(11):2131-46.
150. Hald A, Løtharius J. Oxidative stress and inflammation in Parkinson's disease: is there a causal link? *Exp Neurol* 2005;193(2):279-90.
151. Willen C, Sunnerhagen KS, Ekman C, Grimby G. How is walking speed related to muscle strength? A study of healthy persons and persons with late effects of polio. *Arch Phys Med Rehab* 2004;85(12):1923-8.
152. Nallegowda M, Singh U, Handa G, Khanna M, Wadhwa S, Yadav SL, et al. Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson's disease: a pilot study. *Am J PhysMed Rehab* 2004;83(12):898-908.
153. Toole T, Hirsch MA, Lehman DA, Maitland CG. The effects of balance and strength training program on equilibrium in Parkinsonism: A preliminary study. *Neuro Rehab* 2000;14(3):165-74.
154. Perucca L, Caronni A, Vidmar G, Tesio L. Electromyographic latency of postural evoked responses from the leg muscles during equitest computerized dynamic posturography: reference data on healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 2014;24(1):126-33.
155. Bloomer RJ, Schilling BK, Karlage RE, LeDoux MS, Pfeiffer RF, Callegari J. Effect of Resistance Training on Blood Oxidative Stress in Parkinson Disease. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(8):1385-9.
156. Ji LL, Gomez-Cabrera MC, Vina J. Exercise and hormesis: activation of cellular antioxidant signaling pathway. *Ann NY Acad Sci* 2006;1067:425-35.
157. Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Droge J, Gerber JP, La Stayo PC. High-intensity resistance training amplifies muscle hypertrophy and functional gains in persons with Parkinson's disease. *Mov Disor* 2006;21(9):1444-52.
158. Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Gerber JP, La Stayo PC. High-intensity eccentric resistance training decreases bradykinesia and improves Quality of Life in persons with Parkinson's disease: a preliminary study. *Parkinsonism Relat Dis* 2009;15(10):752-7.
159. Schilling BK, Pfeiffer RF, LeDoux MS, Karlage RE, Bloomer RJ, Falvo MJ. Effects of Moderate-Volume, High-Load Lower-Body Resistance Training on Strength and Function in Persons with Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Parkinsonism Dis* 2010;824:734.
160. Powell LE, Myers AM. The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *J Gerontol* 1995;50(1):28-34.
161. Lajoie Y, Girard A, Guay M. Comparison of the reaction time, the Berg Scale and the ABC in non-fallers and fallers. *Arch Gerontol Geriatrics* 2002;35(3):215-25.
162. Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the activities-specific balance confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatrics* 2004;38(1):11-26.
163. Lublin FD. Clinical features and diagnosis of multiple sclerosis. *Neurol Clin* 2005;23(1):1-15.
164. Mayr WT, Pittock SJ, McClelland RL, Jorgensen NW, Noseworthy JH, Rodriguez M. Incidence and prevalence of multiple sclerosis in Olmsted County, Minnesota, 1985-2000. *Neurol* 2003;61(10):1373-7.
165. Kargarfard M, Etemadifar M, Baker P, Mehrabi M, Hayatbakhsh R. Effect of Aquatic Exercise Training on Fatigue and Health-Related Quality of Life in Patients With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;93(10):1701-8.
166. Broekmans T, Gijbels D, Eijnde BO, Alders G, Lamers I, Roelants M, et al. The relationship between upper leg muscle strength and walking capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis J* 2013;19(1):112-19.
167. Kargarfard M, Etemadifar M, Mehrabi M, Maghzi AH, Hayatbakhsh MR. Fatigue, depression, and health-related quality of life in patients with multiple sclerosis in Isfahan, Iran. *Eur J Neurol* 2012;19:431-7.
168. Branas P, Jordan R, Fry-Smith A, Burls A, Hyde C. Treatments for fatigue in multiple sclerosis: a rapid and systematic review. *Health Technol Assess* 2000;4:1-61.
169. Rietberg MB, Brooks D, Uitdehaag BM, Kwakkel G. Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochrane Database Sys Rev* 2005;25:1.
170. Heesen C, Romberg A, Gold S, Schulz KH. Physical exercise in multiple sclerosis: supportive care or a putative disease-modifying treatment. *Expert Rev Neurotherapeutics* 2006;6(3):347-55.
171. Brown TR, Kraft GH. Exercise and rehabilitation for individuals with multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 2005;16(2):513-55.
172. Guthrie TC, Nelson DA. Influence of temperature changes on multiple sclerosis: critical review of mechanisms and research potential. *J Neurol Sci* 1995;129:1-8.
173. Latimer-Cheung AE, Ginis KAM, Hicks AL, Motl RW, Pilutti LA, Duggan M, et al. Development of Evidence-Informed Physical Activity Guidelines for Adults With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehab* 2013;94(9):1829-36.
174. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, Ginis KAM, Fenuta AM, MacKibbin KA, et al. Effects of Exercise Training on Fitness, Mobility, Fatigue, and Health-Related Quality of Life Among Adults With Multiple Sclerosis: A Systematic Review to Inform Guideline Development. *Arch Phys Med Rehab* 2013;94(9):1800-28.

175. Sandoval AEG. Exercise in Multiple Sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2013;24:605-18.
176. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. *Sports Med* 2004;34(15):1077-100.
177. Mutluay FK, Gurses HN, Saip S. Effects of multiple sclerosis on respiratory functions. *Clin Rehabil* 2005;19:426-32.
178. Ray AD, Udhoji S, Mashtare TL, Fisher NM. A Combined Inspiratory and Expiratory Muscle Training Program Improves Respiratory Muscle Strength and Fatigue in Multiple Sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2013;94:1964-70.
179. Motl RW, Snook EM, McAuley E, Gliottoni RC. Symptoms, self-efficacy, and physical activity among individuals with multiple sclerosis. *Res Nurs Health* 2006;29:597-606.
180. López-Rodríguez MM, Fernández-Martínez M, Matarán-Peñarocha GA, Rodríguez-Ferrer ME, Gámez GG, Ferrándiz EA. Efectividad de la biodanza acuática sobre la calidad del sueño, la ansiedad y otros síntomas en pacientes con fibromialgia. *Med Clin* 2013;141(11):471-8.
181. Cadenas-Sánchez C, Ruiz J. Efecto de un programa de actividad física en pacientes con fibromialgia: revisión sistemática. *Med Clin* 2014;143(12):548-53.
182. Ortega E, García JJ, Bote ME, Martín-Cordero L, Escalante Y, Saavedra J, et al. Exercise in fibromyalgia and related inflammatory disorders: know effects and unknown chances. *Exerc Immunol Rev* 2009;15:42-65.
183. Orea DG, Sañudo B. Aplicación del ejercicio físico como terapia en medicina del trabajo para pacientes con fibromialgia. *Med Segur Trab* 2013;59(232):310-21.
184. Omoigui S. The biochemical origin of pain: The origin of all pain is inflammation and the inflammatory response. Part 1 of 3- Inflammatory profile of pain syndrome. *Med Hypotheses* 2007;69(1):1166-78.
185. Carrasco L, Villaverde C, Oltras CM. Endorphin responses to stress induced by competitive swimming event. *J Sports Med Phys Fitness* 2007;47(2):239-45.
186. Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Ruiz JR, Aranda P, Tercedor P, Delgado-Fernandez M. Fitness testing as a discriminative tool for the diagnosis and monitoring of fibromyalgia. *Scand J Med Sci Sports* 2011;23(4):415-23.
187. Valkeinen H, Alén M, Häkkinen A, Hannonen P, Kukkonen-Harjula K, Häkkinen K. Effects of Concurrent Strength and Endurance Training on Physical Fitness and Symptoms in Postmenopausal Women With Fibromyalgia: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(9):1660-8.
188. Hooten WM, Wenchun Q, Townsend CO, Judd JW. Effects of strength vs aerobic exercise on pain severity in adults with fibromyalgia: A randomized equivalence trial. *PAIN* 2012;153(4):915-23.
189. Sañudo B, de Hoyo M, Carrasco L, McVeigh JG, Corral J, Cabeza R, et al. The effect of 6-week exercise programme and whole body vibration on strength and quality of life in women with fibromyalgia: a randomised study. *Clin Exp Rheumatol* 2010;28(6):40-5.
190. de Hoyo M, Sañudo B, Corral JA, Rodríguez-Blanco C, Oliva A, Beas JD, et al. Incidencia del ejercicio físico y el entrenamiento vibratorio sobre la amplitud de movimiento de mujeres con fibromialgia. *Rev Andal Med Deporte* 2013;6(2): 52-6.
191. Jones KD, Liptan GL. Exercise interventions in fibromyalgia: clinical applications from the evidence. *Rheum Dis Clin North Am* 2009;35(2):373-91.
192. Earle RW, Baechle TR. Diseño de un programa de ejercicios resistidos. En: Earle RW, Baechle RT. *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona: Paidotribo; 2012. p. 441-511.
193. Watine R. Clientes con enfermedades cardiovasculares y respiratorias. En: Earle RW, Baechle RT. *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona: Paidotribo; 2012. p. 621-36.
194. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, Ginis KAM, Fenuta AM, MacKibbin KA, et al. Effects of Exercise Training on Fitness, Mobility, Fatigue, and Health-Related Quality of Life Among Adults With Multiple Sclerosis: A Systematic Review to Inform Guideline Development. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94(9):1800-28.
195. Vieira RHG, Nogueira ID, da Cunha ES, Ferreira GMH, Nogueira PA. Resistance training influence on the quality of life of hypertensive elderly women. *Rev Brasil Med Esporte* 2012;18(1):26-9.



Revisión

Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones

Assessment body composition in children and teens: guidelines and recommendations

Cristian Curilem Gatica^{1,7}, Atilio Almagià Flores^{1,7}, Fernando Rodríguez Rodríguez^{1,7}, Tuillang Yuing Farias^{1,7}, Francisco Berral de la Rosa^{2,7}, Cristian Martínez Salazar^{3,7}, Carlos Jorquera Aguilera^{4,7}, Carlos Bahamondes Ávila^{4,7}, Patricio Soís Urra^{1,7}, Carlos Cristi Montero^{1,7}, José Bruneau Chávez^{5,7}, Juan Pinto Aguilante^{1,7} y Luis Niedmann Brunet^{6,7}

¹Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. ²Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España. ³Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. ⁴Universidad Mayor. Temuco, Chile. ⁵Universidad Autónoma de Chile. Chile. ⁶Centro de Alto Rendimiento. (CAR). Chile. ⁷Sociedad Chilena de Antropometría (SOCHA). Valparaíso, Chile

Resumen

El índice de masa corporal (IMC) otorga uno de los índices más usados para determinar el estado nutricional de la población a nivel mundial, donde a pesar de existir recomendaciones claras y definidas para su interpretación como el sexo, edad, raza, entre otros, normalmente se estandariza su clasificación, independiente de las variables, aumentando el error en el resultado y en la clasificación del estado nutricional.

El uso de la composición corporal a través de la antropometría entrega mayor información que el IMC, siendo la masa grasa y la masa muscular los principales resultados útiles.

Este artículo presenta una revisión de las ecuaciones existentes y propone aquellas más simples y con menor error de estimación para ser usadas como una herramienta que reemplace o complemente al IMC, favoreciendo una mejor comprensión e interpretación del estado nutricional y nivel de actividad física en niños y adolescentes.

Palabras clave:

IMC. Composición corporal. Niños y adolescentes.

Abstract

The body mass index (BMI) provides one of the indices used to determine the nutritional status of the population worldwide, where despite the existence of clear recommendations for interpretation and defined as gender, age, race, etc. usually their classification, independent of the variables is standardized, increasing the error in the result and classification of nutritional status.

The use of body composition through anthropometry, delivers more information than BMI, being fat mass and muscle mass leading useful results.

This article presents a review of existing and proposed those equations simpler and less error estimate to be used as a tool to replace or supplement to BMI, promoting a better understanding and interpretation of nutritional status and level of physical activity in children and adolescents.

Key words:

BMI. Body composition. Children and adolescents.

Recibido: 28/08/2015
Aceptado: 02/03/2016

Curilem Gatica C, Almagià Flores A, Rodríguez Rodríguez F, Yuing Farias T, Berral de la Rosa F, Martínez Salazar C, Jorquera Aguilera C, Bahamondes Ávila C, Soís Urra P, Cristi Montero C, Bruneau Chávez J, Pinto J, Niedmann Brunet L. Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. Nutr Hosp 2016;33:734-738

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.285>

Correspondencia:

Fernando Rodríguez Rodríguez. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Avda. El Bosque 1290. Valparaíso, Región de Valparaíso, Chile
e-mail: fernando.rodriguez@ucv.cl

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la estimación de la composición corporal en los niños ha cobrado gran relevancia a causa de la creciente prevalencia de la obesidad en las primeras etapas de la vida y sus mencionados efectos adversos sobre el estado de salud, junto a la falta de precisión que provoca el uso del índice de masa corporal (IMC), al no discriminar las diferencias existentes en el tejido graso, muscular y óseo (1), ni mucho menos su distribución. También existe una gran variabilidad en la asociación del IMC y el tejido graso, que podría deberse a los cambios fisiológicos de los niños, el nivel de maduración puberal y el sexo de los sujetos (2). Durante el proceso de crecimiento y desarrollo se producen una serie de cambios en la composición corporal, principalmente en el almacenamiento y distribución del tejido muscular, óseo y graso, de acuerdo a la edad y el sexo (3) que son importantes de determinar en los niños. Por esto, la antropometría juega un rol fundamental en el análisis de la composición corporal al evaluar el crecimiento y el estado nutricional, con el objetivo de obtener información acerca del estado de salud de una persona o de una población específica (4). El monitoreo de la composición corporal durante la etapa escolar es importante, pues muchos aspectos de esa composición, como el tejido graso y magro son predictivos de las características físicas en la edad adulta (5). La evaluación nutricional a través de la evaluación antropométrica, como un económico método utilizable en las escuelas, es esencial, ya que permite determinar problemas de salud y mejorar los hábitos saludables en escolares (6). Por tanto, contar con instrumentos confiables y metodologías válidas es imprescindible, con el fin de diseñar estrategias de prevención y promoción para producir mejoras integrales de la salud. Este trabajo intenta demostrar las opciones y la gran utilidad que entrega la antropometría como una técnica confiable, no invasiva, de bajo costo y válida, que permita evaluar la morfo-estructura de niños y adolescentes, favoreciendo una profundización en el análisis.

ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESCOLARES

El IMC es un indicador que se utiliza ampliamente para diagnosticar el estado nutricional de los escolares, sin considerar la madurez biológica de los mismos (7). Las diferencias en el resultado del IMC por estadios de Tanner (1962) sugieren que en la evaluación individual de niños y niñas, con madurez biológica por fuera de los rangos de normalidad (maduradores tempranos y tardíos), se debe considerar el desarrollo puberal alcanzado para una calificación más adecuada del estado nutricional (8), considerando por ejemplo, las diferencias en la masa muscular que modifican el peso. En la actualidad existen varios estándares para este índice en niños y adolescentes realizados en diferentes países y estos tienen diferencias significativas a igual percentil (6).

Col y cols. señalan que los puntos de corte para la clasificación del IMC varían entre países, considerando un rango (Z-score) para diversas poblaciones, en tanto es necesario para mejor precisión en la medición considerar el sexo, la edad y el país (9,10).

El criterio actual para el diagnóstico de la obesidad en niños y adolescentes es más estadístico que biológico, donde normalmente se aplica un estándar universal de distribución por percentiles, o quienes con menos certeza usan los valores equivalentes al índice de masa corporal de riesgo y obesidad del adulto (11). Asimismo, este índice no refleja fielmente los cambios de la composición corporal que ocurren durante la adolescencia, por lo que hacer una valoración solamente con este índice es insuficiente para diagnosticar sobrepeso, o un estado nutricional de manera correcta, siendo muy importante detallar los componentes corporales (12). Una de las principales limitaciones del IMC corresponde a que su incremento podría deberse al aumento de la masa magra, considerando además que su relación con el tejido graso es relativo y que varía de acuerdo con la edad, el sexo, el tipo de población y el grado de madurez sexual, incluso si el evaluado realiza ejercicio o deporte, lo que en muchos provoca un aumento de masa muscular y una disminución de su grasa corporal, dependiendo del tipo de ejercicio y periodicidad de este, el IMC no lo determina. Se ha establecido que la distribución del tejido graso en la región abdominal, más específicamente el tejido peri visceral (mesenterios y omentos), se asocia con mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo II y cáncer, entre otras enfermedades (13), sin tener necesariamente un IMC de Sobrepeso u Obeso. El IMC no puede proveer información de la distribución del tejido graso, pudiendo enmascarar el verdadero riesgo de obesidad en niños y adolescentes (14). Se trata de un aspecto que merece especial consideración, pues se ha observado que el tejido graso central abdominal se ha incrementado mucho más que el tejido graso total en niños y el IMC sería un indicador menos sensible a esta diferencia (15).

METODOLOGÍAS SIMPLES PARA LA EVALUACIÓN

La creciente prevalencia de obesidad escolar, con su alto nivel de morbilidad, exige contar con herramientas sencillas, confiables y estandarizadas para detectar riesgo de salud en los niños (5). Frente a esto, la aplicación práctica del perímetro de cintura y su asociación con factores de riesgo cardiovascular, además de la correlación fuerte con el área grasa visceral, medida por tomografía computarizada, son características que lo volvieron el indicador de grasa abdominal más utilizado (16). Aunque el perímetro de cintura se ha difundido mucho, hay descripciones diferentes de los lugares anatómicos donde se debe hacer la medición y, consecuentemente, ausencia de consenso entre los investigadores y protocolos publicados, lo que puede generar conflictos al evaluar la comparación de los resultados de diferentes trabajos (17). Al respecto, la Sociedad Internacional de Avances en Kineantropometría (ISAK) indica que la medición del perímetro de cintura mínima debe realizarse mediante una cinta inextensible de acero flexible calibrada en centímetros con gradaciones en milímetros, en el nivel del punto más estrecho entre la última costilla y la cresta iliaca; si la zona más estrecha no es aparente, entonces la lectura se realiza en el punto medio entre estas dos marcas. El evaluador se para en frente del sujeto para

localizar correctamente la zona más estrecha o reducida. La medición se realizará al final de una espiración normal, con los miembros superiores relajados a los costados del cuerpo (16).

Actualmente se ha incorporado el índice cintura/estatura como una sencilla medida antropométrica complementaria, que presenta una buena correlación con los indicadores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. En niños, tanto la medición del IMC como del perímetro de cintura requiere la comparación con tablas de percentiles según sexo y edad, lo que aumenta el tiempo de análisis y el error de estimación. En cambio, el índice cintura/estatura es rápido y fácil de calcular en la práctica diaria, ya que no requiere comparación con tablas de percentiles (18). En niños y adolescentes la literatura reciente destaca el uso de un punto de corte de $> 0,5$ para el índice cintura/estatura y que su incremento se correlaciona con el aumento de factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos adversos, independiente de la edad, el sexo y el origen étnico (16).

UTILIDAD DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La antropometría se ha usado como un método de evaluación de la obesidad y el sobrepeso a través de la medición de pliegues

cutáneos, que permiten estimar la cantidad de tejido graso total del cuerpo, el cual depende del número de pliegues y su ubicación, así como de la ecuación utilizada (19). La estimación del componente graso y la relación con el riesgo cardiovascular, especialmente por la masa grasa en la zona abdominal, permite determinar con mejor precisión el riesgo, a diferencia de como lo hace el IMC.

La valoración del componente muscular es fundamental, y considerando la importancia metabólica sobre el gasto energético que tiene este componente, y de la capacidad funcional que otorga la masa muscular normal, hace que su importancia sea mucho mayor que la masa grasa.

Existen diferentes ecuaciones en la literatura para determinar el componente graso (Tabla I), diseñadas para la población infantil y adolescente, según la edad y el sexo. Entre estas metodologías se encuentran las que determinan la densidad corporal total, y de este modo estimar el porcentaje graso, entre ellos los métodos de Lohman (20) y Weststrate (21), los cuales determinan la densidad corporal en laboratorio para determinar el componente graso sin utilizar medidas antropométricas (Tabla I), lo que es poco práctico para el uso cotidiano.

En la tabla II se muestran varios métodos que utilizan la sumatoria de pliegues cutáneos para obtener la densidad corporal total (22-28), donde los principales son subescapular y el supra

Tabla I. Ecuaciones para estimar el porcentaje de masa grasa

Autor	Población	Ecuación
Lohman y cols. (1984)	Pre-adolescentes/niños	(Hombres y mujeres) Masa grasa % = $530/D - 489$
Weststrate & Deurenberg (1989)	10-18 años	(Hombres) Masa grasa % = $(553 - 7,3 [\text{edad} - 10])/D - (514 - 8 [\text{edad} - 10])$ (Mujeres) Masa grasa % = $(562 - 4,2 [\text{edad} - 2])/D - (525 - 4,7 [\text{edad} - 2])$

Tabla II. Ecuaciones para estimar la densidad corporal

Brook (1971)	1-11 años	(Niñas) $D = 1,2063 - 0,0999 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ (Niños) $D = 1,1690 - 0,0788 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Durnin & Rahaman (1967)	13-15,9 años	(Mujeres 13-15,9 años) $D = 1,1369 - 0,0598 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ (Hombres 13-15,9 años) $D = 1,1533 - 0,0643 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Durnin & Womersley (1974)	16-19,9 años	(Mujeres 16-19,9 años) $D = 1,1549 - 0,0678 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ (Hombres 16-19,9 años) $D = 1,162 - 0,063 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Johnston y cols. (1988)	8-14 años	(Niñas) $D = 1,144 - 0,06 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ (Niños) $D = 1,166 - 0,07 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Deurenberg y cols. (1990)	Niña púber Niño púber Niña pospuberal Niño pospuberal	$D = 1,1074 - 0,0504 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues}) + 1,6 (\text{edad } 10^{-3})$ $D = 1,0555 - 0,0352 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues}) + 3,8 (\text{edad } 10^{-3})$ $D = 1,183 - 0,0813 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ $D = 1,1324 - 0,0429 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Sarría y cols. (1998)	11-16,9 años	(Niños 11-13,9 años) $D = 1,1516 - 0,0658 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$ (Niños 14-16,9 años) $D = 1,169 - 0,0693 (\text{LOG } \Sigma 4 \text{ pliegues})$
Wilmore & Behnke (1970)	Mujeres jóvenes	$D = 1,06234 - 0,00068 \text{ pliegue subescapular} - 0,00039 \text{ pliegue tricipital} - 0,00025 \text{ pliegue muslo}$

D: densidad (kg/l); Σ 4 pliegues: bíceps + tríceps + subescapular + supra iliaco (mm).

iliaco, pero que no consideran medidas de los miembros inferiores, dejando de lado estas esenciales regiones que presentan gran importancia para la funcionalidad motriz de los niños (28).

Por otra parte estas ecuaciones “doblemente indirectas” suman el error estándar de estimación (EEE) del cálculo de la densidad, con el EEE de la ecuación de regresión para obtener la masa grasa (18), siendo las más imprecisas.

Con relación a la determinación de la masa muscular (Tabla III), las ecuaciones de Frisancho (1981) y Heymsfield (1982) determinan el área muscular braquial sin considerar medidas de los miembros inferiores (29-31); y por otro lado, Lee (32), que no utiliza variables ni puntos de medición, favorece su aplicación práctica, pero con menor validez.

ALGUNAS RECOMENDACIONES

Para la estimación de la composición corporal de campo, se requiere de métodos de evaluación accesibles precisos, rápidos y reproducibles, tanto en el ámbito escolar, como en el clínico e investigativo.

En la búsqueda de las metodologías disponibles (Tabla IV) proponemos los protocolos diseñados por Poortmans (33) para cuantificar el componente muscular, debido a que esta metodología es aplicable a niños, niñas y adolescentes de 7-16 años de edad, además de que su relación con DEXA (Dual Energy X-ray Absorciometry) le otorga una validez con valor de $R^2 = 0,96$.

Del mismo modo, Slaughter (34) valida su método en DEXA para niños y adolescentes de 8 a 18 años, con un EEE del 3,8%, siendo un método breve y con buena validez.

Ambos métodos son propuestos debido a su práctica aplicación y alta correlación en niños y adolescentes (35,36), los cuales consideran variables de los miembros apendiculares, permitiendo la obtención de resultados confiables para profesionales de la salud y la educación, y así diagnosticar condicionantes de la salud y favorecer una intervención efectiva para el diseño de políticas que vayan en mejora de los estilos de vida de la población escolar.

Es importante destacar que la utilización de ecuaciones de predicción basadas en variables antropométricas son aplicables siempre y cuando se reproduzcan las mismas medidas y puntos de medición originales, considerando la pertinencia de cada grupo etario, el sexo, la etnia, entre otras variables, favoreciendo un bajo error de medición, lo cual se consigue con un riguroso proceder en el proceso evaluativo (36), sin olvidar que las comparaciones de valores obtenidos en ecuaciones distintas es inapropiada, ya que las variables, las constantes y las consideraciones para cada ecuación difieren entre unas y otras.

Finalmente, la tarea es especializar a los profesionales interesados en esta disciplina científica para que comiencen a utilizar estrategias de evaluación más eficaces, que les permita realizar un análisis más profundo del estado nutricional a través de la evaluación de la composición corporal.

Tabla III. Ecuaciones para estimar masa muscular

Autor	Ecuación
Frisancho (1981)	Área muscular brazo (mm^2) = $(\text{perímetro brazo} - \pi \text{ pliegue tricipital})^2 / 4\pi$
Heymsfield y cols. (1982)	(Hombres) Área muscular braquial (cm^2) = $([\text{perímetro brazo relajado} - (\pi * \text{pliegue tricipital})]^2 / 4 * \pi) - 10$ (Mujeres) Área muscular braquial = $([\text{perímetro brazo relajado} - (\pi * \text{pliegue tricipital})]^2 / 4 * \pi) - 6,5$ Masa muscular (kg) = $\text{estatura (cm)} * (0,0264 + [0,0029 * \text{Área muscular braquial}])$
Lee y cols. (2000)	Masa muscular (kg) = $0,226 * \text{Peso} + 13 * \text{Estatura} * (-0,089) * \text{Edad} + 6,3 * \text{Sexo} + \text{Raza} - 11$ Sexo (1 = masculino) (0 = femenino); Raza (-1,6 = asiático) (1,9 = afroamericano) (0 = blanco)

Tabla IV. Ecuaciones antropométricas para estimar masa grasa y masa muscular en adolescentes

Masa grasa	Slaughter (1988)
Niños:	% masa grasa = $0,735 * (\text{pliegue tricipital [mm]} + \text{pliegue pierna medial [mm]}) + 1,0$
Niñas:	% masa grasa = $0,610 * (\text{pliegue tricipital [mm]} + \text{pliegue pierna medial [mm]}) + 5,1$
Masa muscular	Poortmans (2005)
Masa muscular (kg)	$\text{Estatura} * ([0,0064 * \text{perímetro brazo corregido}^2] + [0,0032 * \text{perímetro muslo corregido}^2] + [0,0015 * \text{perímetro pierna corregido}^2] + [2,56 * \text{sexo}] + [0,136 * \text{edad}])$
Perímetro brazo corregido = $\text{Perímetro brazo relajado} - (\text{pliegue tríceps} / 10)$ Perímetro muslo corregido = $\text{Perímetro muslo medio} - (\text{pliegue muslo anterior} / 10)$ Perímetro pierna corregido = $\text{Perímetro pierna} - (\text{pliegue pierna} / 10)$ Perímetros (cm); estatura (m); pliegue (mm); mujer = 0; hombre = 1; edad = años	

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación e Innovación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso por su constante apoyo y una mención especial a la Sociedad Chilena de Antropometría, que da sus primeros pasos académicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Marques A, Moreira E, Oliveira V, Guerra G. Cross-sectional study of the association of body composition and physical fitness with bone status in children and adolescents from 11 to 16 years old. *BMC Pediatrics* 2013;1-7.
- Arruda G, Fernandes R, Christofaro D, Oliveira A. Relacao entre idade cronologica, indicadores de adiposidade corporal e aptidao fisica relacionada a saude em meninos e meninas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2013;24-9.
- Barnett T, Maximova K, Sabiston C, Van Hulst A, Brunet J, Castonguay A, et al. Physical activity growth curves relate to adiposity in adolescents. *Annals of epidemiology* 2013;529-33.
- Lakshmi S, Metcalf B, Joglekar C, Yajnik C, Fall C, Wilkin T. Differences in body composition and metabolic status between white UK and asian indian children (earlybird 24 and the pune maternal nutrition study). *Pediatric Obesity* 2012;347-54.
- Gomez Z, Romero E, Hernandez A, Verdin H, Figueroa R, Lopez Y, et al. Estado nutricional y perfil de lípidos en adolescentes de una escuela rural. *Revista Mexicana de Pediatría* 2013;5-9.
- Gotthelf S, Mendes M. Hipertensión arterial y su asociación con variables antropométricas en adolescentes escolarizados de la ciudad de Salta (Argentina). *Rev Fed Arg Cardiol* 2012;96-102.
- Dias I, Panazzolo D, Marques M, Paredes B, Souza M, Manhanini D, et al. Relationships between emerging cardiovascular risk factors, z-BMI, waist circumference and body adiposity index (BAI) on adolescents. *Clinical Endocrinology* 2013;667-74.
- Rodríguez L, Díaz M, Ruiz V, Hernández H, Herrera V, Montero M, et al. Relación entre lípidos séricos y glucemia con índice de masa corporal y circunferencia de la cintura en adolescentes de la secundaria básica protesta de Baragua-Cuba. *Perspectivas en Nutrición Humana* 2013;135-48.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007;335(7612):194. DOI: 10.1136/bmj.39238.399444.55
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320(7244):1240-43.
- Dalsasso G, García C, Tittoni A. Anthropometric profile and abdominal adiposity of school children aged between 6 and 10 years in southern Brazil. *Brazilian Journal of Kineanthropometry and Human Performance* 2012;636-46.
- Díaz J, Espinoza O. Determinación del porcentaje de masa grasa, según mediciones de perímetros corporales, peso y talla: un estudio de validación. *Int J Morphol* 2012;1604-10.
- Vogt F, Fossati F. Indicadores antropométricos de obesidade como preditores de pressão arterial elevada em adolescentes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2013;338-49.
- Moser D, Back I, Kapp A, Reis A, Coelho M, Leite N. Anthropometric measure and blood pressure in school children. *Jornal de Pediatría* 2013;243-9.
- Moreno L, Moliner D, Ruiz J, Mesana M, Vicente G, Rodríguez G, et al. Five year trends on total and abdominal adiposity in Spanish adolescents. *Nutrición Hospitalaria* 2012;731-8.
- Gontijo T, Barufaldi L, Schluskel M, Lisboa V, Soares M, Schuch I. Waist circumference and waist circumference to height ratios of Kaingang indigenous adolescents from the state of Rio grande do soul, Brazil. *Cad Saude Publica* 2012;2053-62.
- Ferreira F, Mota J, Duarte J. Prevalencia de excesso de peso e obesidade em estudantes adolescentes do distrito de castelo branco: um estudo centrado no índice de massa corporal, perímetro da cintura e percentagem de massa gorda. *Revista Portuguesa de Saude Publica* 2012;47-54.
- Barbosa L, Cardoso O, Ribeiro R. Anthropometric and body composition parameters to predict body fat percentage and lipid profile in schoolchildren. *Rev Paul Pediatr* 2012;520-8.
- Martínez C, Reinike O, Silva H, Carrasco V, Collipal E, Jiménez C. Composición corporal y estado nutricional de una muestra de estudiantes de 9 a 12 años de edad de colegios municipalizados de la comuna de Padre las casas, región de la Araucanía-Chile. *Int J Morphol* 2013;425-31.
- Lohman T, Slaughter M, Boileau R, Bunt J, Lussier L. Bone mineral measurements and their relation to body density in children, youth and adults. *Human Biology* 1984;667-79.
- Weststrate J, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr* 1989;1014-115.
- Brook C. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Archives of Disease in Childhood* 1971;182-6.
- Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;77-98.
- Durnin J, Rahaman M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967;681-90.
- Johnston J, Leong M, Checkland E, Zuberbuhler P, Conger P, Quinney H. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and children with cystic fibrosis. *Am J Clin Nutr* 1988;1362-6.
- Deurenberg P, Pieters J, Hautvast J. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition* 1990;293-303.
- Sarría A, García L, Moreno L, Flea J, Morello M, Bueno M. Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition* 1998;573-6.
- Wilmore, J, Behnke A. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1970;267-74.
- Rodríguez F, Almagià A, Berral F. Regression equation from dual energy X ray absorptiometry (DEXA) for estimating muscle mass segment. *Int J Morphol* 2012;550-6.
- Frisancho, A. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981;2540-5.
- Heymsfield S, MacManus C, Smith J, Stevens V, Nixon D. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1982;680-90.
- Lee R, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield S. Total-body skeletal muscle mass: development and cross - validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000;796-803.
- Poortmans J, Boisseau N, Moraine J, Moreno R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005;316-23.
- Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology* 1988;709-23.
- Rodríguez G, Moreno L, Blay M, Flea G, Sarría A, Bueno M. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005;1158-66.
- Alvero J, Cabañas M, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta 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. *Archivos de Medicina del Deporte* 2009;166-79.



Nutrición Hospitalaria



Revisión

Abordaje de la disfagia en enfermos de alzhéimer

Approach of dysphagia in Alzheimer patients

Marta Baena González y Guillermo Molina Recio

Grupo NURSE. Facultad de Enfermería de Córdoba. Córdoba, Spain

Resumen

Introducción: la disfagia es un síntoma que se refiere a la dificultad para mover el bolo alimentario desde la boca al estómago. A pesar de su relevancia y de la gravedad de sus posibles complicaciones, es poco conocida y estudiada. La prevalencia de la disfagia orofaríngea en enfermos de alzhéimer es de un 84% y puede originar complicaciones de gran trascendencia clínica como consecuencia de las alteraciones en la eficacia de la deglución, y en la seguridad de la misma.

Objetivo: conocer el estado actual del conocimiento en relación al abordaje de la disfagia en enfermos de alzhéimer, localizando aquellos factores que permitan un diagnóstico precoz que facilite la prevención de complicaciones y la elección de la pauta de actuación más adecuada.

Metodología: revisión sistemática. Estudios publicados entre 2005 y 2014 en inglés y castellano. Bases de datos: PubMed, Cochrane, Scopus, Elsevier, Scielo y Dialnet. Términos MeSH empleados: disfagia, *dysphagia*, *alzheimer*, *modified* y *texture food*.

Resultados: el diagnóstico en los pacientes de alzhéimer se realiza mediante métodos clínicos y exploraciones complementarias como la videofluoroscopia, considerada como el estándar para el estudio de la disfagia orofaríngea, ya que permite identificar entre 1/3 y 1/4 de los pacientes que presentan aspiraciones silentes no diagnosticables clínicamente. Existen estrategias terapéuticas que incluyen cambios en el volumen y viscosidad del bolo, cambios posturales, maniobras deglutorias, procedimientos de rehabilitación y técnicas de incremento sensorial que han demostrado su eficacia, pero se trata de una labor compleja que exige un abordaje multidisciplinar para un correcto diagnóstico y tratamiento.

Conclusiones: existe una escasa evidencia científica en el abordaje de la disfagia y un gran desconocimiento en cuanto a la alimentación de los enfermos de alzhéimer. Esta patología necesita una intervención multidisciplinar en la cual las medidas dietéticas desempeñan un papel primordial.

Palabras clave:

Alzheimer. Disfagia.
Multidisciplinar.
Revisión sistemática.

Abstract

Introduction: Dysphagia is a symptom that refers to the inability to move the bolus from the mouth to the stomach. Despite its importance and the severity of possible complications it is relatively little known and studied. The prevalence of oropharyngeal dysphagia in Alzheimer patients is up to 84% and it may cause complications with great clinical significance due to alterations in swallowing efficiency and security.

Aim: To know the current state of knowledge regarding the integrated approach of dysphagia in Alzheimer patients, finding the factors that enable an early diagnosis to facilitate the prevention of complications and to choose the pattern most appropriate action.

Methodology: Systematic review of papers published English and Spanish between 2005 and 2014. Databases consulted: PubMed, Cochrane, Scopus, Elsevier, Scielo and Dialnet. Mesh terms used: *disfagia*, *dysphagia*, *alzheimer*, and *texture modified food*.

Results: The diagnosis of dysphagia in Alzheimer patients is performed using clinical methods and complementary examinations such as videofluoroscopy, considered to be the gold standard for the study of oropharyngeal dysphagia, detecting from 1/3 to 1/4 of the cases, who could present no diagnosable clinically silent aspiration. There are therapeutic strategies that include changes in bolus volume and viscosity, postural changes, deglutition maneuvers, rehabilitation procedures and increase sensory techniques that have proved effective, but it is a complex task that requires a multidisciplinary approach for a correct diagnosis and treatment to improve the quality of life of these patients.

Conclusions: There is a lack of scientific evidence in addressing dysphagia and of knowledge about the feeding and nutrition of these patients. This condition requires a multidisciplinary intervention where dietary measures play a major role.

Key words:

Alzheimer. Dysphagia.
Multidisciplinary.
Systematic review.

Recibido: 23/10/2015
Aceptado: 11/02/2016

Baena González M, Molina Recio G. Abordaje de la disfagia en enfermos de alzhéimer. Nutr Hosp 2016;33:739-748

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.286>

Correspondencia:

Marta Baena González. Facultad de Enfermería de Córdoba. Córdoba. Av. Menéndez Pidal, s/n. 14071 Córdoba, Spain
e-mail: martita_122@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La deglución es una de las funciones básicas del organismo. Es un proceso neuromuscular complejo, requiere coordinación muy precisa e implica una secuencia de acontecimientos que permiten la progresión del bolo, transportándolo desde la vía aérea (1). El objetivo de la deglución es la nutrición del individuo, teniendo dos características fundamentales: la eficacia de la deglución, refiriéndose a la posibilidad de ingerir la totalidad de las calorías y el agua necesarios para mantener una adecuada nutrición e hidratación; y la seguridad de la deglución, siendo esta la posibilidad de ingerir el agua y las calorías necesarias sin que se produzcan complicaciones respiratorias (2).

La disfagia corresponde a un *“trastorno para tragar alimentos sólidos, semisólidos y/o líquidos por una deficiencia en cualquiera de las cuatro etapas de la deglución”* que puede desencadenar complicaciones como desnutrición, deshidratación, obstrucción de la vía aérea y neumonía (2). La disfagia presente en enfermos de alzhéimer se denomina disfagia neurógena y la importancia de poder identificarla precozmente radica en que es un síntoma grave, con complicaciones que pueden causar la muerte del paciente y aparecer tanto en el periodo agudo del proceso como en el subagudo o crónico, y tanto de manera aislada como formando parte de un grupo sindrómico (1,3). La principal complicación que compromete la vida de estos enfermos son las aspiraciones, normalmente silentes. Por consiguiente, al ser asintomáticas, no pueden ser detectadas clínicamente y su diagnóstico precoz y prevención se basa en la evaluación endoscópica o radiológica de la deglución (4-6).

Por otro lado, cuando la capacidad de deglución se altera, la dieta adecuada es un reto. Por ello, la detección temprana y el manejo de la disfagia también son críticos para prevenir la desnutrición (7-9). Cada fase evolutiva exige estrategias diferentes que deben comenzar por la sensibilización, el conocimiento del problema y su detección temprana (6-10). Sin embargo, existe un gran desconocimiento en cuanto a la alimentación de estos enfermos y a las medidas básicas de adaptación en la evolución de la enfermedad, siendo necesario el abordaje multidisciplinar en el diagnóstico y tratamiento de este trastorno (11).

En cualquier caso, se trata de un área donde la intervención nutricional temprana y adecuada juega un rol preponderante, minimizando riesgos de aspiración, deshidratación y desnutrición, y asegurando una atención integral a largo plazo que disminuya su morbimortalidad (6).

ALGUNOS DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

Actualmente, más de 25 millones de personas están afectadas por demencia, la mayoría de las cuales sufren alzhéimer, identificándose alrededor de cinco millones de nuevos casos cada año (1). Por otro lado, la prevalencia de las alteraciones de la deglución en pacientes con enfermedades neurológicas y asociadas al envejecimiento es extraordinariamente elevada, extensamente estudiada y, sin embargo, muy poco conocida e infradiagnosticada

por el personal sanitario (12,13,19). En las enfermedades neurodegenerativas, las cifras de prevalencia de disfagia orofaríngea son muy altas (19). El 84% de los pacientes con enfermedad de Alzheimer pueden presentar disfagia y más del 60% de los sujetos institucionalizados o ancianos (3).

SITUACIÓN ACTUAL

La disfagia es un problema clínico importante teniendo en cuenta el incremento en la esperanza de vida de nuestra población y las repercusiones nutricionales que genera (1). Esta relación entre alzhéimer, disfagia y nutrición ha sido evidenciada por diversos estudios. Se estima que el riesgo de desarrollar este problema oscila entre el 50 y el 75% de los afectados la enfermedad de Alzheimer (14,15), tanto a nivel hospitalario como comunitario, destacando en este último ámbito los trabajos llevados a cabo en diversas residencias de ancianos a lo largo del territorio europeo (16-18). Esta relación se ha vinculado tradicionalmente a una baja ingesta calórico-proteica y a la aspiración de alimentos (19). Por otro lado, existe probada evidencia de mayor riesgo de desnutrición en ancianos con alzhéimer en comparación con aquellos que no están afectados por esta enfermedad (20,21). En cualquier caso, la disfagia es frecuentemente vista como un trastorno secundario, o incluso menor, en las personas mayores en comparación con el diagnóstico primario que causa la disfagia (accidente cerebrovascular, demencia, etc.). Sin embargo, independientemente de la etiología, la alimentación y los trastornos de la deglución en los ancianos, como se ha comentado anteriormente, han sido asociados con un mal pronóstico y con desnutrición severa, siendo considerados una secuela común. Por este motivo, la disfagia debería ser entendida como una enfermedad sistémica asociada con la malnutrición grave, dado que representa un riesgo de mortalidad del 13% (22).

Una de las causas de la problemática es la falta de concienciación sobre su trascendencia, junto con la frecuente carencia formativa en nutrición de la cadena de profesionales que intervienen directa o indirectamente en la alimentación de los pacientes, algo extensible a familiares y cuidadores, lo que conlleva que el enfermo no sea alimentado de manera adecuada (19).

En los últimos años, con el fin de mejorar la intervención nutricional en este tipo de pacientes y transitar de una manera adecuada por todas las fases por las que pueden transcurrir los problemas de deglución de cada individuo, se ha desarrollado el campo de las dietas modificadas de textura comerciales. Estas son una herramienta de trabajo clínico fundamental en los pacientes con alteraciones en la deglución y en los ancianos, en los que es necesario individualizar la textura en función del paciente y del momento evolutivo de la enfermedad (9,23-25).

En base a lo anteriormente comentado, el presente estudio tiene como objetivo conocer el estado actual del conocimiento en relación al abordaje integral de la disfagia en enfermos de alzhéimer, localizando aquellos factores que permitan un diagnóstico precoz que facilite la prevención de complicaciones y que permita la elección de la pauta de actuación más adecuada, con el fin de mejorar la calidad de vida de estos.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de artículos publicados entre los años 2005 y 2014. Se revisaron artículos en español e inglés publicados en las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane, Scopus, Elsevier, Scielo y Dialnet. La primera búsqueda se realizó en Dialnet utilizando: “disfagia y Alzheimer”. Para el resto de bases de datos los términos utilizados fueron, en una primera búsqueda, “dysphagia AND Alzheimer”; y en otra, “modified’ AND texture food”.

También se deseaba conocer el impacto y el nivel de evidencia de las publicaciones estudiadas. Para ello, se consultó, en el Journal Citation Report (JCR) de la Web of Science, el factor de impacto de las revistas que publicaron los trabajos revisados. Para valorar la evidencia de los artículos seleccionados, en un principio se decidió emplear la escala CEMB (Centre for Evidence-Based Medicine) (26) de Oxford, ya que no sólo tiene en cuenta las intervenciones terapéuticas y preventivas, sino también las ligadas al diagnóstico, pronóstico y factores de riesgo, que, como indicamos más arriba, también eran objeto de estudio. Por otro lado, y dada la cantidad de artículos descriptivos, encontramos la limitación de asignar un nivel de evidencia según esta escala, por lo que se ha hecho uso, a la vez, de otra, la propuesta por la USPSTF (U.S Preventive Services Task Force) (27).

Finalmente, como criterios de inclusión, se seleccionaron artículos publicados sobre el diagnóstico precoz y tratamiento de disfagia en pacientes con Alzheimer en el periodo de tiempo citado, excluyendo otros trabajos que, aun estando centrados en la disfagia, estaban enfocados a otras patologías como accidentes cardiovasculares (ACV), cáncer de cuello o párkinson.

Como se recomienda en la Declaración PRISMA (28) para las revisiones sistemáticas, se describe la estrategia de búsqueda y el número de documentos localizados, descartados y finalmente seleccionados para revisión (Fig. 1).

RESULTADOS

Un resumen de las principales características de los artículos revisados se encuentra en la Tabla I. Existen pocos estudios acerca de esta patología, reconocida como un síndrome geriátrico importante y tan prevalente (1), y aunque se describe una gran variedad de cuadros clínicos, los artículos localizados presentan un escaso nivel de evidencia, incluyendo 12 trabajos de revisión, 7 descriptivos y 8 artículos publicados en revistas no indexadas en JCR (Fig. 2). Sin embargo, 6 de los 23 artículos se encuentran en revistas situadas en primer y segundo cuartil. Pese a la escasez comentada, los métodos específicos para su diagnóstico se hallan bien desarrollados.

La *identificación temprana* se presenta como la medida general más importante, y se basa fundamentalmente en la observación de los signos objetivos (lentitud para iniciar deglución y/o retraso, masticación o deglución descoordinadas, muchas degluciones para un solo bocado, colocar la comida en los carrillos, regurgitación oral o nasal de los alimentos/líquidos, demasiado tiempo

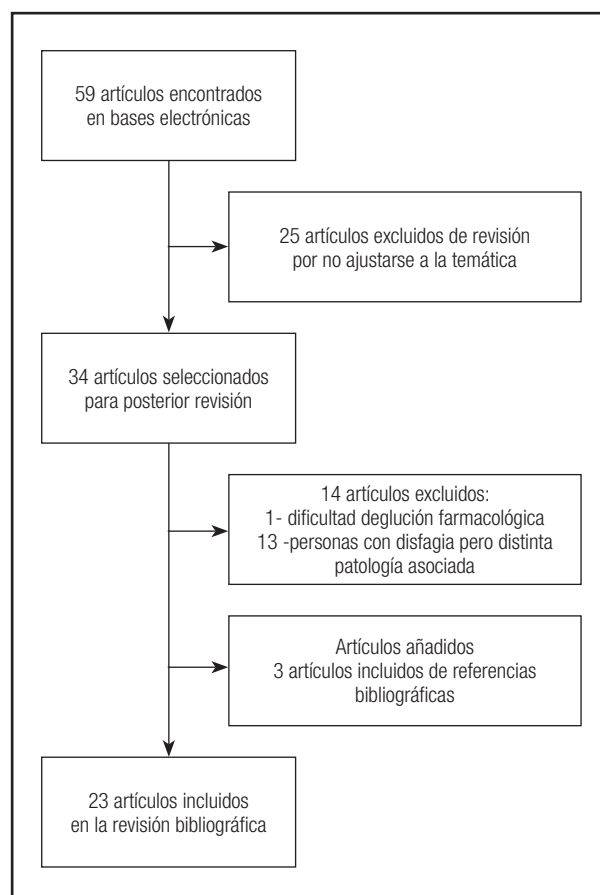


Figura 1.

Diagrama de flujo. Proceso de selección y descarte de artículo para revisión.

empleado para comer y/o beber, toser o estornudar durante la alimentación) y evaluación de la eficacia y seguridad de la deglución (métodos clínicos, exploración de la deglución y exploraciones complementarias específicas) (9,23).

También existen evidencias sobre las medidas terapéuticas que se han presentado como efectivas en el caso de la disfagia en este tipo de pacientes y que se pueden aplicar de manera simultánea, dado el caso (7). Las *estrategias posturales*, basadas en buscar verticalidad y simetría del paciente durante la ingesta, prestando atención al control de la respiración y al tono muscular, presentan un efecto modesto, ya que consiguen evitar las aspiraciones en el 25% de los pacientes a los que se aplican. Las *estrategias de incremento sensorial* se muestran especialmente útiles en pacientes con apraxia o alteraciones de la sensibilidad oral. Estas comprenden la estimulación mecánica de la lengua, modificaciones del bolo (volumen, temperatura y sabor) o la estimulación mecánica de los pilares faríngeos. Los sabores ácidos, como los del limón o la lima, o las sustancias frías desencadenan el mecanismo de la deglución y pueden reducir el número de aspiraciones. La evidencia acerca de esta estrategia es baja (3). Por otro lado, la aplicación de medidas físicas o farmacológicas de aceleración del patrón motor deglutorio faríngeo constituye una importante área de investigación para el

Tabla I. Principales características de los artículos revisados

Referencia	Tipo de estudio	Muestra (N)	Resultados	Nivel de evidencia	Factor de impacto (JCR)
García-Peris P, et al. 2014	Trabajo de revisión	No procede	DX: clínico e instrumental VFS: patrón de oro y prueba de referencia Tto.: adoptar textura alimentos y viscosidad líquida No evidencia de la eficacia de SON (suplementos nutricionales orales)	5d	1,225 62/79 Q4
Affo RH, et al. 2013	Revisión sistemática	95 artículos	Una variedad de enfoques de valoración se han utilizado para examinar la disfagia en alzhéimer pero una optimizada valoración de la deglución contextualizada en relación con las manifestaciones de la enfermedad de Alzheimer no se ha examinado No diferencias significativas de disminución de incidencia de neumonía con espesantes tipo néctar o miel. Previene aspiraciones (no afecta morbilidad a largo plazo)	2a	4,216 6/49 Q1
Clavé P, et al. 2004	Revisión sistemática	5 estudios	Combinación estrategias posturales, cambios volumen-viscosidad, incremento sensorial, maniobras deglutorias específicas VFS: selección del tto. en función de la alteración de eficacia y seguridad; dieta libre supervisada por la familia, disminución volumen e incrementos en la viscosidad del bolo, estrategias de tipo postural, maniobras activas, incremento sensorial	5d	1,317 64/75 Q4
Laurenti L 2007	Trabajo de revisión	No procede	Dx: historia clínica y exploración deglución (VFS patrón de oro y selección del tto.) Tto.: estrategias posturales, cambios volumen viscosidad del bolo, incremento sensorial, rehabilitación, maniobras deglutorias específicas (no aplicable a enfermos de alzhéimer) Categorización de consistencia: monitorear progreso y reevaluar a intervalos regulares	5d	Revista no indexada
Cámpora H, et al. 2012	Trabajo de revisión	No procede	Determinación de consistencia de alimentos según posibilidades del paciente Técnicas propias del tto.: praxias neuromusculares y maniobras deglutorias Técnicas de tto. compensatorias: estrategias de incremento sensorial, alimentación terapéutica (clave en el tto. general de disfagia), dieta apropiada en cada caso según requerimientos nutricionales	5d	Revista no indexada
Nazar M, et al. 2009	Trabajo de revisión	No procede	Tto.: Cambios posturales y suspensión laríngea Cambios en la consistencia (evaluación de forma individual): proporciones homogéneas y espesas (aumentan seguridad) y disfagia para líquidos (administrarlos con espesantes) Cambios volúmenes del bolo Uso de dispositivos facilitadores de la deglución: cucharas de goma, etc.	5d	Revista no indexada
Manrique M, et al. 2013	Trabajo de revisión	No procede	Dx: VFS Importancia evolución enfermedad de Alzheimer con el desarrollo y adaptación de la deglución de forma individual Tto.: cambios posturales que coordinen cabeza y cuello que mejoren la deglución y coordinación con la respiración	4c	13,926 1/75 Q1

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Principales características de los artículos revisados

Referencia	Tipo de estudio	Muestra (N)	Resultados	Nivel de evidencia	Factor de impacto (JCR)
De Sordi M, et al. 2009	Descriptivo	30 pacientes con disfagia	Discutir evaluación clínica ya que no es suficiente para identificar las penetraciones silenciosas y aspiraciones. Signos de aspiración observados en la evaluación clínica se confirma por examinación videofluoroscópica. Evaluación clínica y VFS son complementarias y necesarias para definir el enfoque más específico para cada paciente.	5d	0,623 37/44 Q4
Gómez-Busto F, et al. 2009	Trabajo de revisión	No procede	Identificación temprana: observación signos objetivos Dx: prueba de referencia: test volumen-viscosidad se completa con saturación oxígeno Consensuar niveles de intensidad terapéutica en cada paciente Estrategias generales: tto. postural, variaciones volumen-viscosidad, incremento sensorial, praxias y maniobras específicas Gelatina comercial de cola de pescado como vehículo espesante de dietas enteras comerciales (uso de otros espesantes pueden ser útiles para uso individual pero pierden viabilidad para uso colectivo) Alimentación oral adaptada: alternativa más viable y adecuada	5d	Revista no indexada
Rodríguez Hernández A y Martín Ávila B 2008	Revisión sistemática	No especificado	Estrategias de tto.: posturales, cambios volumen-viscosidad del bolo, incremento sensorial, praxias neuromusculares, maniobras deglutorias específicas Complicaciones derivadas de un inadecuado abordaje	5d	Revista no indexada
Alagiakrishnan K, et al. 2012	Revisión sistemática	19 artículos	Uso de cuestionarios de orientación y órdenes verbales simples que pueden ayudar a individuos en riesgo de problemas de deglución No diferencia estadística con cualquiera de estas intervenciones (postura barbilla estática, espesante de líquidos textura néctar y miel) en prevención de neumonía Limitada evidencia dx clínico y pruebas dx de intervenciones en la demencia	2b	1,525 31/49 Q3
Botella Trelis JJ y Ferrero López MS 2004	Descriptivo	241 enfermos	Alimentación adaptada no se usa nunca en el 77% de los casos Prácticas de medidas para adoptar consistencias líquidas: 97% no usan gelatinas y 95% no conoce la práctica de usar espesantes para líquidos	5d	1,250 62/79 Q4
Jae Seong Shum, et al. 2013	Descriptivo	349 pacientes, 62 con disfagia incluidos en el estudio	Espesar fluidos es el pilar de la dieta de la disfagia Alterar las características de los alimentos: uno de los abordajes más comunes que se utilizan para tratar la disfagia Un estudio de 66 pacientes con disfagia: espesar fluidos y una dieta blanda mecánica reduce incidencia de neumonía hasta un 80% en comparación con una dieta normal 75% pacientes que requieren modificar su dieta con espesantes prefieren no usarla: insatisfacción con textura y sabor, agravamiento en dificultad al tragar e inconvenientes en preparación	5d	Revista no indexada
Defabrizio ME y Rajapa A 2010	Trabajo de revisión	No procede	Dx: VFS: "gold standard"; a raíz de él se determinan las recomendaciones dietéticas Terapia de estimulación neuromuscular (NMES), puede ofrecer resultados en el desarrollo del tratamiento de la disfagia moderada/severa Combinar NMES y tto. tradicional	5d	Revista no indexada

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Principales características de los artículos revisados

Referencia	Tipo de estudio	Muestra (N)	Resultados	Nivel de evidencia	Factor de impacto (JCR)
Álvarez-Hernández J, et al. 2012	Descriptivo	1.587 pacientes de 31 hospitales	Uso de suplementos se asocia con la reducción de la estancia hospitalaria y complicaciones comparado con pacientes que no reciben suplementos Necesidad de dx del grado de malnutrición y asociarlo con necesidad de terapia nutricional e intensidad No hay método de asesoramiento nutricional universalmente aceptado ESPEN (2002): recomienda uso de NRS-2002 como herramienta de evaluación del estado nutricional en pacientes hospitalizados	5d	1,250 62/79 Q4
Rofes L, et al. 2011	Trabajo de revisión	No procede	Detección temprana: evaluar eficacia y seguridad deglución Dx etiología para tratamiento específico Clínico: <i>screening</i> : test agua (identifica 80% aspiraciones) y test volumen viscosidad (más desarrollado) Exploración: VFS: "gold standard"	5d	1,502 61/75 Q4
Clavé P, et al 2007	Trabajo de revisión	No procede	Dx: historia clínica y exploración de la deglución 4 grupos de tratamiento: tto. rehabilitador (estrategias posturales, incremento sensorial, prácticas neuromusculares y maniobras específicas), modificaciones características del bolo, gastrostomía endoscópica percutánea (PEG) y procedimiento quirúrgico Mejor práctica clínica habitual consiste en la selección del tto. de los pacientes con disfagia en función de la severidad de las alteraciones de la eficacia y seguridad identificadas durante el estudio funcional	5d	0,890 152/204 Q3
García MJ, et al. 2010	Descriptivo	42 profesionales sanitarios	Alto porcentaje de muestras espesadas preparadas por profesionales de la salud varía significativamente en viscosidad, medidas a las combinaciones de productos/líquidos similares preparados de acuerdo a las instrucciones de un laboratorio Necesidad de líquidos espesados Algunos productos son demasiado espesos o demasiado líquidos en relación a su objetivo, incrementando el riesgo de otras complicaciones médicas Las instrucciones del producto son demasiado escasas o generales y contribuyen a resultados inexactos	5d	1,233 32/107 Q2
Liu W, et al. 2014	Revisión y meta-análisis	22 estudios (9 ensayos clínicos aleatorizados)	Suplementos nutricionales: moderada evidencia en aumentar tanto el peso corporal como el índice de masa corporal Revisión no viable para evaluar intervenciones para diferentes estados de demencia debido a la variación de las muestras o por el nivel de dificultad en la comida	1a	2,248 3/107 Q1
De Luis DA, et al. 2014	Trabajo de revisión	No procede	Uso de dietas modificadas sin individualizar: disminuye ingesta calórica y proteica Dieta de textura modificada (MTF) como primera aproximación terapéutica al problema y de manera gradual hasta conseguir textura buscada Productos artificiales como 2ª opción cuando con MTF no se consiguen requerimientos energéticos y proteicos Dieta no modificada ni individualizada: empeoramiento estado salud a largo plazo Individualizar textura en función del paciente y momento evolutivo de la enfermedad.	5d	1,250 62/79 Q4

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Principales características de los artículos revisados

Referencia	Tipo de estudio	Muestra (N)	Resultados	Nivel de evidencia	Factor de impacto (JCR)
Keller H, et al.	Trabajo de revisión	No procede	MTF tiene menos calorías que la dieta de textura regular Necesidad de recetas de calidad y capacitación para preparar la dieta y asegurar consistencia adecuada Preocupación por la asfixia y preparación oral ineficiente de alimentos impulsan a la prescripción de MTF MTF aumenta el riesgo de desnutrición (especialmente alimentos puré) y afecta a la calidad de vida: causalidad difícil de demostrar por factores de confusión como el requerimiento o requisito para alimentación asistida	5d	2,659 31/79 Q2
O'Rourke F, et al. 2014	Trabajo de revisión	No especificado (se encontraron múltiples revisiones sistemáticas)	Valoración multidisciplinar Herramientas disponibles: test agua, observación signos y comidas Dx: VFS y FEE: Primera alternativa de herramienta de evaluación Tto.: estrategias compensatorias: postura y modificación volumen-viscosidad, texturas. No evidencia para identificar las técnicas más efectivas.	5d	Revista no indexada
Massoulard A, et al. 2011	Descriptivo	87 residentes de cuatro residencias de Francia	Ninguna relación entre las texturas de los alimentos utilizados y el estado nutricional de la muestra Consumo de calorías por debajo de la ingesta recomendada sea cual sea el tipo de textura Textura mixta tiene más proteína que la normal y más equilibrada respecto a la ingesta de grasa	5d	2,6599 31/79 Q2

VFS: videofluoroscopia; MTF: menú de textura modificada; SON: suplementos nutricionales orales.

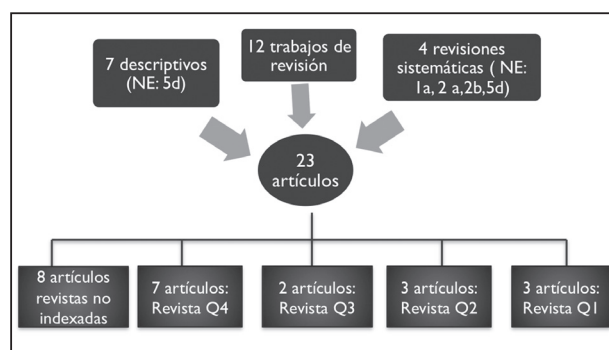


Figura 2.

Niveles de evidencia e impacto de las publicaciones revisadas.

tratamiento de la disfagia neurógena y de la disfagia asociada al envejecimiento (29). Las *prácticas neuromusculares* tienen como objetivo mejorar la fisiología de la deglución. Una de las prácticas, denominada maniobra de Shaker (para potenciar la musculatura suprahiodea, y de seis semanas de duración), ha demostrado cambios en la fisiología orofaríngea y un efecto terapéutico en los

pacientes con disfagia (21). Por su parte, las *maniobras deglutorias específicas* están especialmente dirigidas a compensar alteraciones biomecánicas concretas que el paciente debe ser capaz de aprender y realizar de forma automatizada (23,29). Esta estrategia no es aplicable a la persona con Alzheimer, ya que requiere de un paciente cognitivamente íntegro y colaborador. La *electroestimulación* transcutánea o intramuscular de los músculos miliohiodeos y tirohiodeos es un tratamiento descrito recientemente (30) que permite incrementar el ascenso hioideo y laríngeo y mejorar la protección contra aspiraciones (6). Hay pocos estudios experimentales sobre esta técnica y se necesitan ensayos controlados aleatorizados que exploren los efectos a largo plazo, así como el impacto en el resultado clínico de los pacientes (29). Por último, los *cambios de volumen y viscosidad del bolo* constituyen la técnica más desarrollada en pacientes neurológicos, causan un importante efecto terapéutico en los signos de eficacia y seguridad y han mostrado una importante mejoría en las penetraciones y aspiraciones (3,4,9,11,29,31,32). Diversos expertos están de acuerdo en que la modificación de la textura de los líquidos es extremadamente importante para asegurarse de que los pacientes con disfagia orofaríngea funcional, asociada a enfermedades neurológicas, estén adecuadamente nutridos e hidratados y no tengan aspiraciones (29).

En resumen, el pilar de la disfagia y clave en el tratamiento general es la alimentación terapéutica, alterando las características de los alimentos y, sobre todo, espesando los fluidos. En todos los casos se debe individualizar la textura, ya que el uso de dietas modificadas sin individualizar conlleva una clara disminución de la ingesta calórica y proteica (12,15,33,34).

DISCUSIÓN

Esta revisión examina la evidencia existente en la literatura sobre el abordaje de la disfagia en cuanto a diagnóstico, prevención de complicaciones y medidas terapéuticas en enfermos de alzhéimer.

PRINCIPALES HALLAZGOS

Según Defabrizio y Rajappa (6), empezar antes del desarrollo de los síntomas mediante educación y modificación de los estilos de vida puede reducir o eliminar los factores de riesgo y proporcionar beneficios para el paciente con disfagia. En este sentido, diferentes publicaciones (1,3,8,23) sostienen que el diagnóstico y tratamiento de la disfagia requieren un abordaje multidisciplinar

que incluya conocimientos de diferentes dominios profesionales. En cualquier caso, parece necesaria más investigación en este campo, puesto que existen importantes lagunas en la evidencia sobre el diagnóstico y manejo de la disfagia en personas con demencia (35), al igual que tampoco hay datos suficientes que determinen la efectividad de tratamientos para la disfagia o para prevenir la aspiración neumónica, una de las complicaciones más frecuentes (23).

DIAGNÓSTICO DE LA DISFAGIA Y PREVENCIÓN DE COMPLICACIONES

Para evaluar los dos elementos más importantes y significativos de la deglución (eficacia y seguridad) se ha evidenciado la necesidad de dos grupos de métodos diagnósticos: los métodos clínicos y la exploración clínica de la deglución, por un lado, y las exploraciones complementarias específicas, por otro. Sin embargo, no existe un consenso en cuanto a su idoneidad de uso según el caso (2). Un test que sí se ha demostrado útil en la clínica es el método de exploración clínica Volumen-Viscosidad (MECV-V) (1,4,11,23,29,33,36,37), empleado para detectar las posibles aspiraciones silentes y basado en la observación de las reacciones de tos, asfixia y alteración de voz (32,37) (Fig. 3).

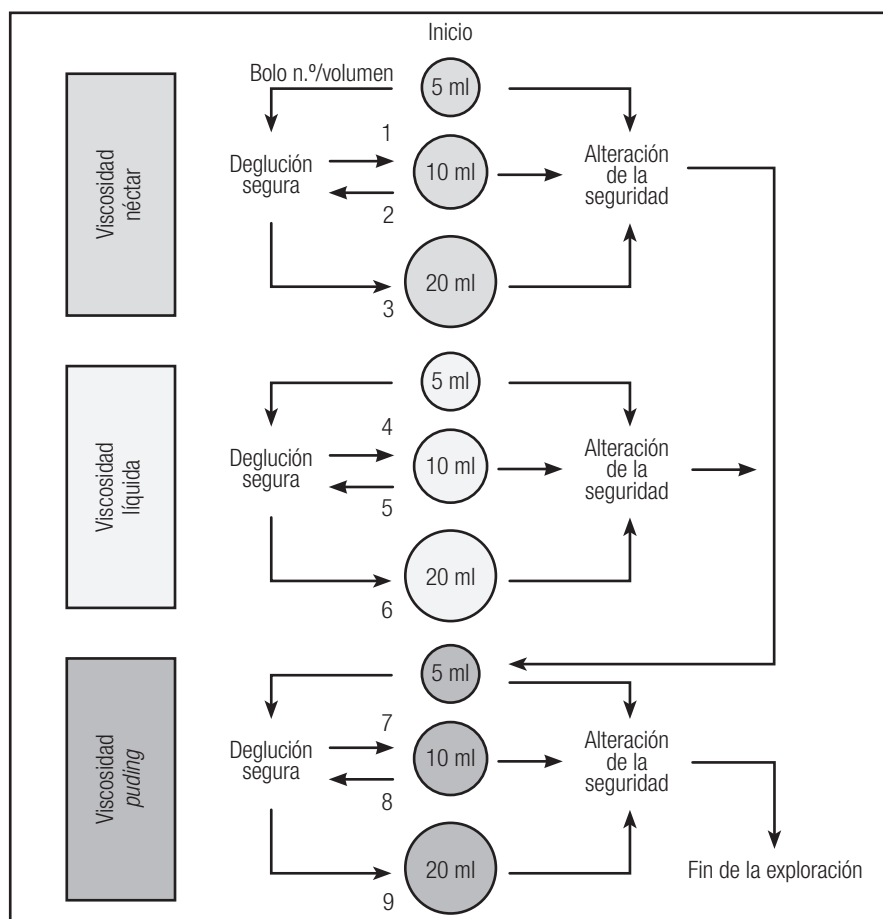


Figura 3.
Resumen del método de exploración clínica volumen-viscosidad.

La limitación de la exploración clínica es principalmente la detección de aspiraciones silentes y de penetraciones, siendo necesaria otra exploración complementaria que permita un diagnóstico preciso con objeto de instaurar un tratamiento específico (8). La videofluoroscopia es considerada por la gran mayoría de autores como el patrón de oro. Esta prueba permite identificar entre 1/3 y 1/4 de los pacientes que padecen aspiraciones silentes no diagnosticables clínicamente y que, por tanto, presentan un elevadísimo riesgo de neumonía (38).

TRATAMIENTO DE LA DISFAGIA

Los tratamientos que han mostrado mayor eficacia y cuyo uso se está generalizando en la actualidad se basan en el incremento de la viscosidad, dado que puede lograrse fácilmente con el uso de los espesantes apropiados, altamente disponibles en el mercado (3,29). La prevalencia de aspiraciones de bolos líquidos sobrepasa el 20% de los pacientes neurológicos y se reduce significativamente al 10,5% mediante viscosidad néctar y al 5,3% mediante viscosidad pudín. Esta estrategia terapéutica es muy valiosa ya que se trata de un método de gran eficacia que no requiere integridad cognitiva, no supone ningún aprendizaje y la aplicación corre a cargo del cuidador (29).

Una preocupación por la asfixia y por la preparación oral ineficiente de los alimentos, impulsa a la prescripción de dietas modificadas de textura (MTF). Es especialmente relevante individualizar la textura en función del paciente y del momento evolutivo de la enfermedad, y hacerlo de forma gradual (8,23,34,37-39), ya que se ha evidenciado que el uso de dietas modificadas sin individualizar acarrea una clara disminución de la ingesta calórica y proteica (34,39,40), así como otras potenciales alteraciones nutricionales. En algunos pacientes puede que los requerimientos energéticos y proteicos con dietas naturales modificadas de textura sean difíciles de conseguir, por ello puede ser necesaria la utilización de productos artificiales (15). Sin lugar a dudas, las MTF se presentan como la mejor opción terapéutica, ya que el uso sistemático de suplementos nutricionales orales (SON) convencionales no aporta beneficio.

En este sentido, Milne y cols. (1) revisaron 55 ensayos controlados aleatorizados que estudiaban los beneficios clínicos y nutricionales de los SON en pacientes de edad avanzada de un hospital, viviendo en su domicilio y en residencias. Los autores concluyeron que pueden mejorar el estado nutricional y reducir la morbilidad en los pacientes desnutridos durante el ingreso hospitalario y desaconsejaron su utilización en personas mayores que vivan en su domicilio y en los bien nutridos en cualquier situación (hospital, casa o residencia).

Es necesario tener en cuenta que los ancianos institucionalizados con disfagia reciben en muchas ocasiones, según el código de dietas del centro, una dieta modificada de textura con la presunción de que esa indicación mejorará la ingesta (19). Como evidenciaron Wright y cols. (2014) (34), esta práctica no es adecuada porque, finalmente, la ingesta calórica y proteica es alrededor de un 30% inferior en aquellos a los que se les pauta

una MTF sin asesoramiento nutricional, comparada con los que ingieren una dieta convencional. De esta manera, una MTF no individualizada ni modificada a lo largo de un año, puede empeorar el estado de salud de la persona. Además, Massoulard y cols. (40) demostraron que al personalizar la textura de la dieta modificada en un colectivo de ancianos institucionalizados, el aporte calórico y de macronutrientes era similar al de los pacientes que no precisaban modificación de la textura. Por tanto, sucesivas investigaciones para determinar el impacto nutricional de las MTF (donde se homogeneice su definición) son necesarias. Algunos resultados ya han sido publicados (24,25).

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones asociadas con esta revisión incluyen el pequeño número de revisiones sistemáticas con metaanálisis o estudios analíticos localizados, siendo la mayoría de ellos trabajos de revisión o estudios descriptivos, lo cual denota la escasa evidencia científica en el diagnóstico, prevención y tratamiento de esta patología tan prevalente. La ausencia de metodología en algunas revisiones dificulta la identificación de la muestra y, con ello, la interpretación de los resultados. Además, destaca la dificultad de interpretación de los resultados vinculada a la heterogeneidad en la definición de las MTF y su diversidad, lo que dificulta la obtención de unos criterios generales de clasificación de los alimentos empleados.

CONCLUSIONES

La disfagia orofaríngea en los enfermos de alzhéimer es un síntoma muy prevalente que, por la escasa evidencia e importantes lagunas en su manejo y disminución de complicaciones, pone de manifiesto la necesidad de futuras investigaciones. Las medidas dietéticas desempeñan un papel primordial y deben ser individualizadas en función del paciente y del momento evolutivo de la enfermedad. Además, espesar fluidos es el pilar de la dieta en estos casos, y la alteración de las características de los alimentos, uno de los abordajes más comunes. Prevención, intervención precoz, asegurar un adecuado soporte nutricional y llevar a cabo una alimentación adecuada adaptada al enfermo de alzhéimer deben ser elementos básicos en su plan de cuidados, y tanto familiares como cuidadores deben tener conocimientos suficientes para formar parte activa de los mismos. Hay un relativo desconocimiento y desacuerdo en cuanto a la alimentación de estos enfermos y a las medidas básicas de adaptación en la evolución de la enfermedad, por lo que resulta fundamental un abordaje multidisciplinar que incluya aportaciones de diferentes dominios profesionales. En relación al diagnóstico precoz de la disfagia, sería conveniente mejorar la evaluación clínica, ya que se ha mostrado insuficiente para identificar penetraciones silenciosas y aspiraciones, por lo que se hace necesaria la confirmación por examinación videofluoroscópica.

BIBLIOGRAFÍA

- García P, Velasco C, Frías L. Papel del equipo nutricional en el abordaje de la disfagia. *Nutrición Hospitalaria* 2014;29(Supl. 2):13-21.
- Affoo R, Foley N, Rosenbek JC, Shoemaker JK, Martin RE. Swallowing dysfunction and autonomic nervous system dysfunction in Alzheimer's disease: A scoping review of the evidence. *Journal of the American Geriatrics Society* 2013;61(12):2203-13.
- Clavé P, Terré R, De Kraa M, Serra M. Approaching oropharyngeal dysphagia. *Revista Española de Enfermedades Digestivas* 2004;96(2):119-31. Consultado en febrero 2015. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15255021>
- Laurenti L. Abordaje nutricional en el tratamiento de la disfagia. *Archivos de Neurología, Neurocirugía y Neuropsiquiatría* 2007;14(1):22-8.
- Caviedes I, Buchi D, Yazigi R, Lavados Po. Patología de la deglución y enfermedades respiratorias. *Rev Chil Enferm Respir* 2002;18(1):22-34.
- DeFabrizio ME, Rajappa A. Contemporary approaches to dysphagia management. *The Journal for Nurse Practitioners* 2010;6(8):622-30.
- Manrique M, Martínez JD, Garzón MA, Hormaza N, Lizarazo J, Marulanda JC, et al. Enfermedad de Alzheimer y disfagia. Desarrollo del compromiso deglutorio. *Revista Colombiana de Gastroenterología* 2013;28(3).
- De Sordi M, Fieguelredo L, Da Silva A, Leite L. Interdisciplinary evaluation of dysphagia: Clinical swallowing evaluation and videoendoscopy of swallowing. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 2009;75(6):776-87.
- Gómez F, Andia V, Ruiz L, Francés I. Abordaje de la disfagia en la demencia avanzada. *Revista Española de Geriatría y Gerontología* 2009;44(2):29-36.
- Álvarez-Hernández J, Planas Vila M, León-Sanz M, García de Lorenzo A, Celaya-Pérez S, García-Lorda P, et al. Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients; the PREDyCES Study. *Nutr Hosp* 2012;27(4):1049-59.
- Rodríguez A, Martín B. Abordaje multidisciplinar en el tratamiento de la disfagia. *Revista ENE* 2008;4.
- García JM, Chambers E, Clark M, Helverson, I, Matta Z. Quality of care issues for dysphagia: Modifications involving oral fluids. *Journal of Clinical Nursing* 2010;19:1618-24.
- Liu W, Cheon J, Thomas SA. Interventions on mealtime difficulties in older adults with dementia: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies* 2014;51:14-27.
- Tian H, Abouzaid S, Sabbagh MN, Chen W, Gabriel S, Kahler KH, et al. Health care utilization and costs among patients with AD with and without dysphagia. *Alzheimer Disease & Associated Disorders* 2013;27(2):138-44.
- Edaheiro A, Hirano H, Yamada R, Chiba Y, Watanabe Y, Tonogi M, et al. Factors affecting independence in eating among elderly with Alzheimer's disease. *Geriatrics & Gerontology international* 2012;12:481-90.
- Suominen M, Muurinen S, Routasalo P, Soini H, Suur-Uski I, Peponen A, et al. Malnutrition and associated factors among aged residents in all nursing homes in Helsinki. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005;59(4):578-83.
- Saletti A, Lindgren EY, Johansson L & Cederholm T. Nutritional status according to mini nutritional assessment in an institutionalized elderly population in Sweden. *Gerontology* 2000;46:139-45.
- Van Nes MC, Herrmann FR, Gold G, Michel JP, Rizzoli R. Does the mini nutritional assessment predict hospitalization outcomes in older people? *Age Ageing* 2001;30:221-6.
- Goes VF, Billing M, Oliveira L, Hack J, Magro M, Sartori J. Evaluation of dysphagia risk, nutritional status and caloric intake in elderly patients with Alzheimer's. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 2014;22(2):317-24.
- Noreik M, et al. Changes in nutritional status after deep brain stimulation of the nucleus basalis of Meynert in Alzheimer's disease - Results of a phase I study. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 2015;19(8):812-8.
- Seth R. Weight loss in Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry* 1994;9:605-20.
- Hudson HM, Daubert CR, Mills RH. The interdependency of protein-energy malnutrition, aging, and dysphagia. *Dysphagia* 2000;15(1):31-8.
- Rofes L, Arreola V, Almirall J, Cabré M, Campins LI, García-Peris P, et al. Diagnosis and management of oropharyngeal dysphagia and its nutritional and respiratory complications in the elderly. *Gastroenterology Research and Practice* 2011; vol 2011; DOI: 10.1155/2011/818979
- Calleja A, Pintor de la Maza B, Vidal Casariego A, Villar Taibo R, Urioste Fondo A, Cano Rodríguez I, et al. Características técnicas de los productos alimentarios específicos para el paciente con disfagia. *Nutrición Hospitalaria* 2015;32(4):1401-7.
- Escartell Sánchez R, Reig García-Galbis M. Nutrición enteral en el estado nutricional del cáncer; revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2015;32(4):1408-16.
- Primo J. Niveles de evidencia y grados de recomendación (I/II). *Enfermedad Inflamatoria Intestinal al Día* 2003;2(2):39-42.
- Manterola C, Zavando D, Grupo MINCIR. Cómo interpretar los "Niveles de Evidencia" en los diferentes escenarios clínicos. *Revista chilena de Cirugía* 2009;61(6):582-95.
- Urrútia G, Barfill X. Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y meta-análisis. *Medicina clínica* 2010;135(11):507-11.
- Clavé P, Arreola V, Velasco M, Quer M, Castellví JM, Almirall J, et al. Diagnóstico y tratamiento de la disfagia orofaríngea funcional. Aspectos de interés para el cirujano digestivo. *Cirugía Española* 2007;82(2):62-76.
- Rofes L, Cola PC, Clav P. The effects of sensory stimulation on neurogenic oropharyngeal dysphagia. *Journal of Gastroenterology and Hepatology Research* 2014;3(5):1066-72.
- Seong Shim J, Byung-Mo OH, Tai Ryoan H. Factors associated with compliance with viscosity-modified diet among dysphagic patients. *Annals of Rehabilitation Medicine* 2013;37(5):628-32.
- O'Rourke F, Vickers K, Upton C, Chan D. Swallowing and oropharyngeal dysphagia. *Clinical Medicine* 2014;14(2):196-99.
- Cámpora H, Falduti A. Evaluación y tratamiento de las alteraciones de la deglución. *Revista Americana de Medicina Respiratoria* 2012;12(3):98-107.
- De Luis DA, Aller R, Izaola Os. Menú de textura modificada y su utilidad en pacientes con situaciones de riesgo nutricional. *Nutrición Hospitalaria* 2014;29(4):751-9.
- Alagiakrishnan K, Bhanji R, Kurian M. Evaluation and management of oropharyngeal dysphagia in different types of dementia: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2012;56:1-9.
- Correia M, Morillo LS, Jacob W, Mansur LL. Swallowing in moderate and severe phases of Alzheimer's disease. *Arquivos de Neuro-psiquiatria* 2010;68(6):855-61.
- Gómez F, Andia V, Ruiz L, Francés I. Abordaje de la disfagia en la demencia avanzada. *Revista Española de Geriatría y Gerontología* 2009;44(2):29-36.
- Manrique M, Martínez J, Garzón MA, Hormaza N, Lizarazo J, Marulanda JC, et al. Enfermedad de Alzheimer y disfagia. Desarrollo del compromiso deglutorio. *Revista Colombiana de Gastroenterología* 2013;28(3).
- Keller Healthier H, Chambers LW, Fergusson DA, Niezgoda H, Parent M, Caissie D, et al. A mix of bulk and ready-to-use Modified-texture food: Impact on older adults requiring dysphagic food. *Canadian Journal on Aging* 2012;31(3):335-48.
- Massoulard A, Bonnabau H, Gindre-Poulverlarie L, Baptiste V, Preux PM, Villemonteix C, et al. Analysis of the food consumption of 87 elderly nursing home residents, depending on food texture. *The Journal Of Nutrition Health & Aging* 2011;15(3):192-5.



Nutrición Hospitalaria



Artículo especial

Sumario de recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson *Summary of evidence-based nutritional recommendations of the Clinical Practice Guideline for the management of patients with Parkinson's disease*

Eduard Baladia^{1,2}, Alberto Frutos Pérez-Surio^{3,4} y Rodrigo Martínez-Rodríguez^{1,2}

¹Centro de Análisis de la Evidencia Científica de la Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas (CAEC-FEDN). Pamplona, Navarra. ²Red de Nutrición Basada en la Evidencia (red-NuBE). Pamplona. ³Servicio de Farmacia del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Servicio Aragonés de Salud. Zaragoza. ⁴Universidad de Zaragoza. Zaragoza

Resumen

Objetivos: dar a conocer las recomendaciones relacionadas con la Nutrición Humana y Dietética (NHd) de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de la enfermedad de Parkinson del Sistema Nacional de Salud (GPC-EP/SNS) y favorecer su difusión e implementación en la práctica. El objetivo secundario es presentar la implicación de los profesionales de la NHd en la elaboración de la guía.

Material y métodos: siguiendo el Manual Metodológico de Elaboración de Guías de Práctica Clínica en el Sistema Nacional de Salud, se formularon las preguntas clínicas, se realizó una búsqueda sistemática para cada pregunta en bases de datos (PubMed/Medline, Embase, Cochrane Library, CRD, LILACS, IBECs y ClinicalTrials), se definieron los criterios de elegibilidad, al menos dos investigadores seleccionaron los estudios, se realizó lectura crítica de la literatura se resumió en tablas de síntesis de evidencia y se establecieron las recomendaciones.

Resultados: se propusieron 14 preguntas relacionadas directamente con NHd-Parkinson, de las cuales solamente 3 pudieron incluirse. Se formuló una pregunta relacionada con la terapia de logopedia aplicada en personas con EP que presentan problemas de deglución, tratamiento donde se imbrican los profesionales de la NHd. De 642 artículos localizados, únicamente 2 pudieron ser incluidos para contestar las correspondientes preguntas. De las evidencias halladas, se derivaron 11 recomendaciones directa o indirectamente relacionados con la NHd.

Conclusiones: la implicación de profesionales sanitarios en equipos multidisciplinares mejora el resultado final de las guías y la atención sanitaria de los pacientes. Es necesario que los profesionales sanitarios de la NHd (los/las dietistas-nutricionistas) se impliquen en iniciativas basadas en la mejor evidencia científica disponible y que formen parte de los equipos de trabajo multidisciplinarios.

Palabras clave:

Enfermedad de Parkinson. Terapia nutricional. Dietética. Medicina basada en la evidencia. Guía de Práctica Clínica.

Abstract

Objectives: To announce the Human Nutrition and Dietetics (NHd) recommendations of the Clinical Practice Guideline in the management of Parkinson's disease in the Spanish National health system, and promoting its dissemination and implementation in practice. To point out the implication of NHd professionals in the quoted guideline was the secondary objective.

Material and methods: The following items were carried out according to the Methodological Manual for Clinical Practice Guidelines Preparation in the Spanish National health system: formulating the clinical questions, systematic search for each question in databases (PubMed/Medline, Embase, Cochrane Library, CRD, LILACS, IBECs and ClinicalTrials), definition of eligibility criteria, studies were selected by at least two researchers, critical reading of the literature was made using evidence summary tables, and corresponding recommendations were established.

Results: 14 questions directly related with Parkinson's disease and NHd were proposed; only 3 of which could be finally included. It was formulated a question related to speech therapy for Parkinson's disease patients with swallowing disorders. Human Nutrition and Dietetics professionals got involved in this treatment. Only 2 of the 642 articles were included to answer the corresponding questions. According to evidence found, 11 recommendations were proposed with the active involvement of Human Nutrition and Dietetics.

Conclusions: Multidisciplinary healthcare professionals' implication improves the final result of the guideline and the health care results in patients. It is necessary that Human Nutrition and Dietetics healthcare professionals get involved in this kind of initiatives, based on the best evidence available, and they should be a member of multidisciplinary work teams.

Key words:

Parkinson disease. Nutrition therapy. Dietetics. Evidence-based medicine. Practice guideline.

Recibido: 20/01/2016
Aceptado: 08/03/2016

Baladia E, Frutos Pérez-Surio A, Martínez-Rodríguez R. Sumario de recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson. Nutr Hosp 2016;33:749-760

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.287>

Correspondencia:

Eduard Baladia. Centro de Análisis de la Evidencia Científica de la Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas (CAEC-FEDN). Red de Nutrición Basada en la Evidencia (red-NuBE). C/Luis Morondo n.º 4, oficina 5. 31006 Pamplona, Navarra
e-mail: e.baladia@rednube.net

INTRODUCCIÓN

Se define una Guía de Práctica Clínica (GPC) como el conjunto de recomendaciones basadas en una revisión sistemática de la evidencia y en la evaluación de los riesgos y beneficios de las diferentes alternativas, con el objetivo de optimizar la atención sanitaria a los pacientes (1).

En España, intrínsecamente relacionado con la estrategia para el abordaje de la cronicidad en el Sistema Nacional de Salud (SNS) (2), se está desarrollando el Programa de GPC en el SNS. Este programa tiene como propósitos: a) promover la elaboración, adaptación y/o actualización de guías basadas en la mejor evidencia científica disponible con una metodología homogénea y contrastada; y b) difundir las guías a nivel nacional e internacional.

En el marco del Programa de GPC en el SNS, recientemente se ha elaborado la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson (3) (PC-EP/SNS), en la que se abordan cuestiones de interés para varios profesionales sanitarios implicados en la atención de estos pacientes que presentan numerosas comorbilidades y pluripatologías. La versión íntegra de la guía (3), que se elabora al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Economía y Competitividad, y el Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, en el marco del desarrollo de actividades de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS, financiadas por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, está disponible a través del portal de GuíaSalud-Biblioteca de GPC del SNS (3): http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_546_Parkinson_IACS_compl.pdf

Las guías no se editan actualmente de forma impresa, por lo que uno de los aspectos fundamentales del éxito, su difusión e implementación, puede quedar comprometida. Martínez y cols., en 2010, destacaron la importancia de realizar una adecuada implementación de las guías (4), y Gagliardi y cols., en 2015, consiguieron desarrollar y concretar un *checklist* (5) que incorpora los pasos o consideraciones que han logrado tener efectos positivos en la planificación de implementación de guías. Según estos autores (5), una revisión sistemática que evaluó diferentes esfuerzos de implementación de guías, encontró que la difusión a través de páginas web, publicación en revistas científicas y otros medios resultó en un mayor conocimiento y conformidad con la guía entre los usuarios diana (6). Asimismo, se recomienda, como aspecto supresor de barreras observadas, la consideración de difundir e implementar la guía "recomendación a recomendación" en lugar de difundirla en su versión completa (5), por lo que en este artículo se presentan solamente las recomendaciones finales correspondientes a las preguntas directa o indirectamente relacionadas con la Nutrición Humana y Dietética (NHd) e incluidas en la guía (3).

OBJETIVOS

El objetivo primario de este artículo es dar a conocer las recomendaciones relacionadas con la Nutrición Humana y Dietética

de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson, siguiendo una de las estrategias del apartado de difusión e implementación de la misma (3). El objetivo secundario es presentar la implicación de los profesionales relacionados con el campo en la elaboración de la guía.

MATERIAL Y MÉTODOS

MARCO METODOLÓGICO Y ETAPAS DE ELABORACIÓN

Para la elaboración de la guía se siguió la metodología recogida y explícitamente expresada en el Manual Metodológico de Elaboración de GPC en el SNS (7), que es el resultado de una metodología mixta de dos de los principales productores internacionales de guías de práctica basadas en la evidencia, el Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) (8) y el National Institute for Health and Care Excellence (NICE) (9), teniendo en cuenta los criterios de evaluación de guías incluidos en el instrumento AGREE II (Appraisal of Guidelines Research and Evaluation) (10). En la tabla I se enumeran las etapas y el cronograma planteados para la elaboración de la guía.

FORMULACIÓN DE PREGUNTAS, ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y BASES DE DATOS CONSULTADAS

La formulación de las preguntas clínicas se realizó siguiendo el formato PICO: Paciente-Intervención-Comparación-*Outcome* o resultado (11). Todos los integrantes del Grupo Elaborador de la Guía (GEG), específicamente aquellos integrantes directamente relacionados con la NHd (en este caso, un dietista-nutricionista), pudieron formular las preguntas de interés, consensuándose la batería final de preguntas a contestar en la reunión de constitución de GEG y entre todos los integrantes.

Se consultaron las siguientes fuentes de información: PubMed/Medline, Embase, Cochrane Library, CRD, LILACS e IBECS. Se utilizaron términos incluidos en sus correspondientes tesauros (palabras controladas), así como lenguaje libre o natural.

Adicionalmente se realizó una consulta al registro de ensayos clínicos, ClinicalTrials (<https://clinicaltrials.gov/>) para identificar datos no publicados y evitar, en la medida de lo posible, el sesgo de publicación (12).

Se filtraron las búsquedas a guías basadas en la evidencia, revisiones sistemáticas (RRSS), con o sin metaanálisis, y ensayos controlados aleatorizados. Para la búsqueda de eficiencia en la asignación de recursos se consultaron adicionalmente estudios de evaluación económica (especialmente CRD).

Todos los integrantes del GEG pudieron aportar las palabras clave que identificaron como de interés para cada componente de la pregunta PICO.

Pese a que las búsquedas se ejecutaron en 2013, se definieron alertas automáticas de correo electrónico para nuevos estudios

Tabla I. Etapas y cronograma planteados para la elaboración de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson (GPC-EP/SNS)

	2013												2014											
GPC-EP/SNS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Alcance y objetivos																								
Preguntas clínicas																								
Búsqueda bibliográfica																								
Lectura crítica																								
Elaboración Tablas Síntesis																								
Elaboración de recomendaciones																								
Redacción de la GPC																								
Revisión externa																								
Edición																								

incluidos en Pubmed/Medline, Embase y Cochrane Library, aceptándose nuevos estudios hasta finales de 2014.

CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD DE LA EVIDENCIA

Para la selección de estudios a ser incluidos para la elaboración de la guía, se consideraron los siguientes criterios de elegibilidad, además de los asociados al diseño de estudio:

- Estudios realizados en la población diana de interés: enfermos de Parkinson (no debutantes, en general, excepto en preguntas específicas).
- Para la pregunta clínica (PC) 15 (Tabla II) los sujetos debieron presentar un déficit de síntesis renal de 1,25-dihidroxitamina D. Se consideró adecuada cualquier fuente de suplementación con vitamina D (no exposición solar como intervención), siempre que no contuviera más sustancias que pudieran tener efectos sobre el resultado. Los estudios debieron evaluar, como mínimo, su relación con la prevención de caídas y fracturas.
- Para la PC 16 (Tabla II) los sujetos debieron presentar sobrepeso (IMC > 25) u obesidad (IMC > 30). Se consideró cualquier dieta hipocalórica, independientemente del porcentaje de restricción calórica o la distribución de macronutrientes. Los estudios debieron evaluar, como mínimo, el efecto sobre el peso corporal, incluyendo alguna medida de efecto sobre la grasa corporal.
- Para la PC 17 (Tabla II) se aceptaron también sujetos debutantes en enfermedad de Parkinson (EP), en tratamiento con L-dopa con un mínimo de antelación de 2 semanas. Se consideró cualquier estrategia de modificación de la ingesta proteica, ya fuera en su cantidad diaria como su distribución a lo largo de la jornada. Los estudios debieron evaluar cualquier tipo de interacción fármaco-nutriente.

- Para la PC 12 (Tabla II) los pacientes debían tener problemas de disfagia orofaríngea. Se consideró cualquier tipo de ejercicio oral motor, maniobra de protección de la función respiratoria o corrección postural. Los estudios debieron evaluar la mejora subjetiva de la deglución o menor tasa de atragantamiento.

PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

En una primera fase se realizó una búsqueda preliminar de guías basadas en la evidencia y de RRSS (con o sin metaanálisis) en las bases de datos mencionadas anteriormente. Se incluyeron como fuente de evidencia preevaluada algunas recomendaciones de guías ya publicadas para responder a apartados concretos de la presente guía, de acuerdo a la metodología propuesta en la guía de asma del País Vasco (13), que valida la metodología ADAPTE a nuestro ámbito. Las guías que se quisieron incluir fueron evaluadas mediante el instrumento AGREE II (10) y se estableció, como requisito mínimo para constituir fuente de evidencia de esta guía, alcanzar una puntuación superior al 60% en los dominios 1, 3 y 6 de dicho instrumento.

En una segunda fase se ejecutaron las estrategias de búsqueda, se eliminaron duplicados y artículos cuyo diseño de estudios no fuera de elección y se realizó una primera criba leyendo los títulos y *abstracts*, preseleccionando aquellos cuya temática fuera claramente la evaluada en el presente trabajo. Posteriormente se obtuvieron los textos completos de los estudios preseleccionados y, mediante su lectura atenta y perspicaz, se marcaron los que cumplieron con todos los criterios de elegibilidad. La segunda criba fue realizada de forma independiente y a ciegas por dos miembros del equipo y, en caso de desacuerdo, se discutió y se tomó una decisión entre los miembros del GEG.

Tabla II. Preguntas de la GPC-EP/SNS directa o indirectamente relacionadas con la Nutrición Humana y Dietética (incluidas y excluidas para la guía)

Preguntas clínicas (PC) incluidas
<i>Relación directa:</i> – PC 15 - ¿Cuál es la eficiencia y seguridad de la suplementación con vitamina D para la prevención de caídas y de fractura de cadera en personas con enfermedad de Parkinson que presentan un defecto de síntesis renal de 1,25-dihidroxitamina D? – PC 16 - ¿Cuál es la eficiencia de las diferentes dietas de adelgazamiento en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en personas con enfermedad de Parkinson? – PC 17 - ¿Cuál es el efecto de la modificación de la ingesta proteica en la dosis necesaria de L-dopa en personas debutantes de Parkinson y en personas con enfermedad de Parkinson? <i>Relación indirecta:</i> – PC 12 - ¿Cuál es la eficiencia de la logopedia en la mejora de la deglución en personas con enfermedad de Parkinson? <i>Set de preguntas finalmente no incluidas:</i> – ¿Cuál es la eficacia de la modificación de texturas de la dieta en la mejora de la deglución en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia del soporte nutricional oral precoz (fortificación, aumento de alimentos de alta densidad energética, aumento de frecuencia de ingestas, etc.) en la prevención de la pérdida de peso no intencionada en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia del aumento de la ingesta de fibra y fluidos en la prevención del estreñimiento en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia del soporte con nutrición enteral para la prevención de malnutrición en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado designadas como <i>nil per os</i>? – ¿Cuál es la eficacia y seguridad de la suplementación con vitamina D para la prevención de caídas y de fractura de cadera en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado que presentan un defecto de síntesis renal de 1,25-dihidroxitamina D? – ¿Cuál es la eficacia de las diferentes dietas de adelgazamiento en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es el efecto de la manipulación de la ingesta proteica en la absorción de L-dopa en personas debutantes de Parkinson y en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia y seguridad de la suplementación de antioxidantes en la prevención del Parkinson y en la disminución de la progresión de la enfermedad (agente neuroprotector) en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia y seguridad de la suplementación con Co-enzima Q10 en la disminución de la progresión de la enfermedad (agente neuroprotector) en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia de las modificaciones dietéticas (frecuencia de comidas o disminución de la ingesta de hidratos de carbono simples) en la hipotensión postprandial en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado? – ¿Cuál es la eficacia y seguridad de la suplementación con creatina en la disminución de la progresión de la enfermedad (agente neuroprotector) en personas con enfermedad de Parkinson en estadio avanzado?

LECTURA CRÍTICA, SÍNTESIS Y EVALUACIÓN FORMAL DE LA EVIDENCIA

Los estudios finalmente seleccionados fueron evaluados mediante la herramienta de lectura crítica de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco – OSTEBAS (14), obteniéndose además las tablas de síntesis de la evidencia. La lectura crítica fue realizada por el experto en NHyD (un dietista-nutricionista) y compartida de forma *on-line* con los coordinadores del GEG.

La formulación de recomendaciones se realizó según la “evaluación formal” o “juicio razonado”, la clasificación de la evidencia y la graduación de las recomendaciones del sistema SIGN (8). Las recomendaciones controvertidas o con ausencia de eviden-

cia se resolvieron por consenso en reunión de todo el GEG, y fueron marcadas para su correcta interpretación y uso mediante el símbolo *tick* (✓).

PREPARACIÓN DEL BORRADOR, REVISIÓN INTERNA Y EXTERNA DE LA GUÍA

Un borrador de la guía fue escrito por un miembro del GEG y supervisado por otro. Posteriormente, el primer borrador fue revisado primero por los colaboradores/as expertos (revisión interna) y después, el segundo borrador fue revisado por el grupo de revisores/as externos (revisión externa). Todos los cambios sugeridos por el grupo de revisores/as externos fueron comunicados al GEG

y adoptados si se consideraron adecuados o bien debatidos entre ambas partes hasta llegar a un contenido adecuado para todos.

RESULTADOS

CREACIÓN DEL GRUPO ELABORADOR, PREGUNTAS SELECCIONADAS Y ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

Para la creación del GEG, se contó con el respaldo y la participación de 15 asociaciones, sociedades científicas o federaciones (incluida la Federación Española de Parkinson). Tras la primera reunión, el GEG quedó formado por 33 profesionales sanitarios: médicos (medicina general, medicina familiar y comunitaria, especialistas en neurología y psiquiatras), farmacéuticos y enfermeros adscritos a unidades hospitalarias, fisioterapeutas, logopedas, psicólogos, terapeutas ocupacionales y dietistas-nutricionistas.

Pese a que el GEG no incluyó un grupo de pacientes, familiares o cuidadores, se recurrió a la Directora General de la Federación Española de Parkinson como colaboradora experta y representante de los mismos. Además, se acudió a potenciales usuarios de la información dirigida a pacientes para la revisión de este contenido.

La distribución del perfil de los participantes fue la siguiente: 15 elaboradores o miembros del grupo de trabajo, 12 revisores externos y 6 colaboradores expertos. Los colaboradores expertos participaron en la formulación de preguntas, en la revisión del primer borrador de la guía y, en el caso de los temas relacionados con la NHyD, participaron en la selección de palabras clave para la búsqueda, en la segunda criba y en la lectura crítica de los estudios incluidos. Los revisores externos participaron en la revisión del segundo borrador. Todas las personas que participaron rellenaron la declaración de conflictos de interés (anexo 5 de la versión completa de la GPC-EP/SNS) (3).

La mayor parte de la comunicación con los participantes se mantuvo a través de correos electrónicos. Únicamente contando los correos recibidos, suman más de 1.000, de los cuales 620 se han recibido del GEG, de los colaboradores expertos y de los revisores externos, y 387 correos eran de alertas automáticas desde las principales bases de datos consultadas. No se suman a este registro los correos iniciales con las sociedades científicas, los correos internos entre los coordinadores de la guía o los correos con el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Se mantuvieron dos reuniones presenciales: se celebró una reunión para constituir el GEG y otra para ratificar la adecuación de las recomendaciones finales de la guía según la evidencia encontrada.

Se formularon 16 preguntas clínicas, agrupadas en dos grandes apartados: tratamientos farmacológicos y tratamientos no farmacológicos. En la tabla II se recogen las preguntas relacionadas directamente con la NHyD, así como una pregunta relacionada indirectamente con dicho campo (logopedia-deglución), elegidas como preguntas de interés para ser respondidas. Cabe destacar que en la fase de elaboración de preguntas clínicas se propusieron

adicionalmente 11 preguntas relativas al papel de NHyD (Tabla II); sin embargo, debido al enfoque global e interdisciplinar de la guía y a que existen limitaciones de recursos (humanos y materiales), dichas preguntas no pudieron ser desarrolladas ni contestadas.

Las estrategias de búsqueda diseñadas para cada pregunta clínica directamente relacionadas con la NHyD y cada base de datos son accesibles en el material adicional ofrecido en <http://nutricionhospitalaria.org/nutricionhospitalaria-vol-33-no-3-contenido-adicional/>

SELECCIÓN Y SÍNTESIS DE EVIDENCIAS

En la primera fase de búsqueda de GPC basadas en la evidencia se hallaron dos guías relacionadas con el tema tratado en la guía de enfermedad de Parkinson, la guía NICE de 2006 (15) y la guía SIGN de 2010 (16), que obtuvieron puntuaciones superiores al 60% en todos sus dominios (excepto la guía NICE en el dominio 5, que fue del 52%) tras su evaluación con el instrumento AGREE II (10). Ninguna de las recomendaciones de dichas guías pudo ser utilizada para contestar las preguntas planteadas sobre NHyD.

En segunda fase, a través de las estrategias de búsqueda realizadas para cada pregunta relacionada con la NHyD y la búsqueda inversa en las referencias de los artículos identificados, se obtuvieron 642 artículos correspondientes a todas las bases de datos mencionadas y 1 artículo localizado por búsqueda inversa (17) (sin duplicados). Tras la primera criba se obtuvieron 22 artículos potencialmente de interés, de los cuales se excluyeron 20 (18-37), indicándose sus razones en la tabla III. En consecuencia, 2 artículos fueron incluidos para la elaboración de recomendaciones (17,38). La figura 1 detalla el diagrama de flujo del proceso de selección de evidencias.

En la tabla IV se adjunta la lectura crítica y síntesis de la evidencia realizada a través de las fichas de lectura crítica OSTEBA.

RECOMENDACIONES BASADAS EN LA EVIDENCIA

En la tabla V se muestran los niveles de evidencia y grados de recomendación tomados como referencia. Para cada pregunta se realizó un juicio razonado, del que derivaron las siguientes evidencias y recomendaciones:

Suplementación con vitamina D - prevención de caídas/fracturas

Evidencias:

- El número de fracturas de cadera y otras fracturas no vertebrales fue un 17,5% menor en el grupo intervención (vitamina D) en comparación con grupo placebo (nivel de evidencia 1+) (17).
- La incidencia de otras fracturas no vertebrales durante los 18 meses en el grupo placebo fue de hasta el 20,0%, indi-

Tabla III. Artículos rechazados y razón de rechazo en segunda criba tras la lectura de textos completos y aplicación de los criterios de elegibilidad

Cita	Autor, año	Razón de exclusión
<i>PC 15 - Parkinson - Vitamina D - prevención de caídas/fracturas</i>		
(18)	Latham NK, 2003	No recoge la población de referencia de nuestra pregunta: estudia la población anciana en general. Útil para introducción de la pregunta
(19)	Bischoff-Ferrari HA, 2005	No recoge la población de referencia: estudian población anciana en general. Útil para introducción de la pregunta
(20)	Sato Y, 2006	No recoge la intervención de la pregunta: compara vitamina D + alendronato frente a vitamina D + placebo
(21)	Sato Y, 2007	No recoge la intervención de la pregunta: compara vitamina D + risedronato frente a vitamina D + placebo
(22)	Coelho M, 2008	Revisión narrativa que expone opciones de tratamiento para los síntomas no motores, incluyendo las caídas. El artículo que incluye para las caídas es Sato y cols. 1999 (17) 25-dihydroxyvitamin D (1, 25-[OH] ₂ D
(23)	Evatt ML, 2008	No recoge la intervención de la pregunta
(24)	Bischoff-Ferrari HA, 2009	No recoge la población de referencia: revisa población anciana en general
(25)	Avenell A, 2009	No recoge la población de referencia: se habla de mujeres posmenopáusicas
(26)	Bergman GJ, 2010	No recoge la población de referencia: estudia en mujeres ancianas
(27)	Sato Y, 2011	Revisa una fuente alternativa a la suplementación de vitamina D (exposición solar)
(28)	Sato Y, 2011	No recoge la intervención de nuestra pregunta: emplean risedronato en mujeres
(29)	Iwamoto J, 2012	Revisa una fuente alternativa a la suplementación de vitamina D (exposición solar)
(30)	Gillespie LD, 2012	No recoge la población de referencia e intervenciones varias
(31)	Powers JG, 2012	No recoge la población de referencia
(32)	Suzuki M, 2013	No se evalúa el uso de la vitamina para la prevención de caídas o fractura de cadera. La población de referencia de la pregunta no es la adecuada ("defecto de síntesis renal de 1,25-dihidroxivitamina D" frente a genotipo VDR FokI CC)
(33)	van den Bos F, 2013	No es RS o ECA que responda a nuestra pregunta. Referencia relevante: artículo de Sato y cols. 1999. Útil para ver variables confusoras (actividad física y ejercicio, fuerza muscular, deficiencia vitamina D, bajo peso corporal, hiperhomocisteinemia, estilos de vida...)
(34)	Bjelakovic G, 2014	No recoge la población de referencia: adultos en general
<i>PC 16 - Parkinson - Dietas hipocalóricas - sobrepeso/obesidad</i>		
(35)	Barichella M, 2007	ECA simple ciego, cruzado. Tamaño de la muestra (6 pacientes, 3 por grupo) y número de días de estudio (14 días) insuficientes como para poder establecer ninguna recomendación. La mayoría son sujetos en normopeso (IMC < 25) y en el estudio no se evalúa la pérdida de peso
<i>PC 17 - Parkinson - Modificación ingesta proteica - L-dopa</i>		
(36)	Barichella M, 2006	Incluido en RRSS de Cereda 2010 (38). No se tiene en cuenta para no duplicar valoración
(35)	Barichella M, 2007	ECA simple ciego, cruzado. Tamaño de la muestra (6 pacientes, 3 por grupo) y número de días de estudio (14 días) insuficientes como para poder establecer ninguna recomendación
(37)	Coimbra CG, 2003	Se evalúa como intervención el uso de riboflavina y no evalúan la modificación de la ingesta proteica en la absorción de L-dopa

cando una tasa de fractura de 167/1.000 pacientes al año (nivel de evidencia 1+) (17).

- 1-alfa-(OH)-D₃ enlentece la pérdida de masa ósea y previene las fracturas no vertebrales en EP (nivel de evidencia 1+) (17).

Recomendaciones:

- La suplementación con vitamina D (en la dieta, mediante alimentos enriquecidos, complementos alimenticios o medicamentos) ayuda a la prevención de fracturas en pacientes

con EP que no tienen la ingesta suficiente, o se encuentran en déficit de exposición solar, o tienen mayor demanda (grado de recomendación B) (17).

- Si se requiere un suplemento adicional con vitamina D en personas con EP, se recomienda asociar calcio, siempre y cuando se realice ejercicio físico o no estén cubiertas las necesidades de calcio diario con la dieta (buena práctica clínica✓).

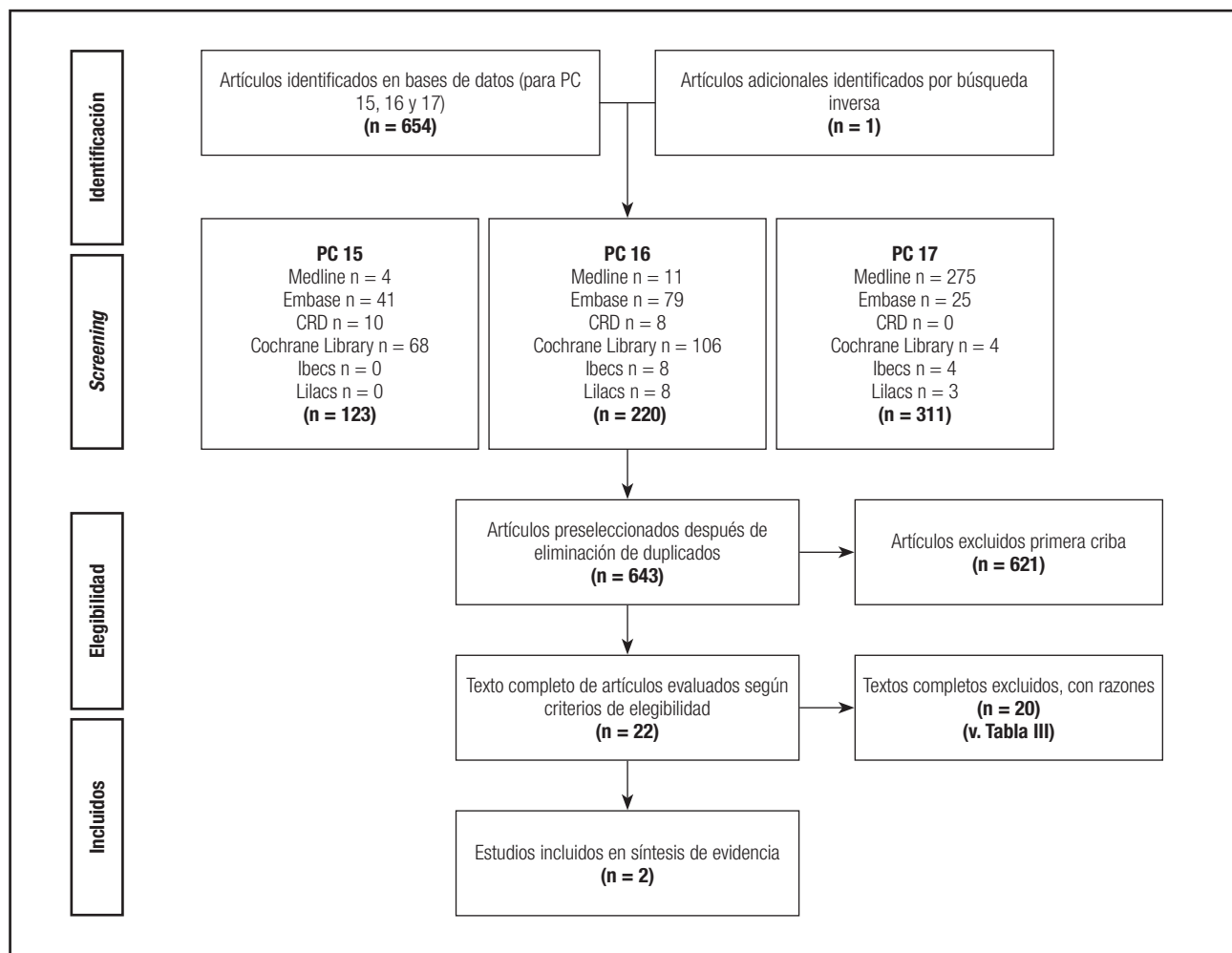


Figura 1.

Diagrama de flujo del proceso de selección de evidencias.

- Los complementos alimenticios no deben utilizarse como sustituto de una dieta equilibrada en personas con EP y estado nutricional adecuado y suficiente exposición solar (buena práctica clínica ✓).

dad crónica y de comorbilidades asociadas (buena práctica clínica ✓).

Sobrepeso y obesidad - tratamiento dietético

Evidencias:

- No se han encontrado estudios de diseño adecuado que permitan dar respuesta a la pregunta planteada en este apartado.

Recomendaciones:

- Se recomienda que las personas afectadas por la EP y que tengan sobrepeso u obesidad realicen ejercicio moderado, reciban una alimentación saludable y desarrollen un estilo de vida que contribuya a disminuir la carga de esta enferme-

Modificación de ingesta proteica - interacción L-dopa

Evidencias:

- Mediante la redistribución de la ingesta proteica se consigue una disminución de 3,5 h/d del tiempo en *off* (n = 14); mejora en rendimiento motor máximo (n = 8); sin cambio en la escala UPDRS; tasa de respuesta a la intervención dietética 60,7%; 10 pacientes continúan cumpliendo con la dieta durante al menos 6 meses; pierden una media de 0,32 kg de peso (con un rango que va desde una disminución de 5 kg hasta un aumento de más de 4 kg) (nivel de evidencia 1-) (38).

Tabla IV. Lectura crítica y síntesis de la evidencia de los estudios incluidos

Referencia	Estudio	Población	Intervención comparación	Resultados	Conclusiones	Comentarios	Calidad de la evidencia
Cita abreviada: Sato y cols. 1999 (17)	Objetivos: Establecer el efecto de la suplementación con 1,25-OH-D ₃ en la masa ósea y en la incidencia de fracturas de cadera y no vertebrales en pacientes con EP. Diseño: ECA doble ciego con placebo. Periodo de realización: 1999	Número de participantes / grupo: 86 participantes; 43 grupo tratamiento, 43 grupo placebo. Características de los participantes: 35 hombres, 51 mujeres, edad media 70,6 años (rango 65 a 88). Numerosos criterios de exclusión*	Intervención grupo experimental: Dosis oral diaria de 1,0 microgramos de 1-alfa-(OH)-D ₃ durante 18 meses. Intervención grupo control: Placebo. Periodo de seguimiento: 18 meses Pérdidas post aleatorización: 6 (3 en cada grupo)	Magnitud del efecto: 8/40 fracturas por caídas en grupo placebo (6 fracturas de cadera y 2 fracturas de radio y tobillo). 1/40 fractura de cadera en grupo tratamiento. OR de fractura no vertebral entre pacientes del grupo placebo con grupo vitamina D ₃ es 9,8 (IC 95% 4,7; 20,2). Número de fracturas no vertebrales por 1.000 pacientes-año: 17 en grupo tratamiento, 167 en grupo placebo. No hay diferencias significativas entre los dos grupos en número de caídas por sujeto en los 18 meses: grupo tratamiento 1,4 (DE 1,8) y grupo placebo 1,3 (DE 1,9). Efectos adversos: No estudiados	Conclusiones: El número de fracturas de cadera y otras fue un 17,5% menor en el grupo intervención (vitamina D) en comparación con grupo placebo. La incidencia de fracturas no vertebrales fue un 20,0% mayor en el grupo placebo. 1-alfa-(OH)-D ₃ enlentece la disminución de la densidad mineral ósea y la pérdida de masa ósea y previene las fracturas no vertebrales en EP	Comentarios: La población del estudio vive en el distrito de Kahanzan (Japón), condicionando la validez externa del estudio. El estudio presenta también resultados de variables "blandas". La población de estudio no presenta alteración renal	Media
Cita abreviada: Cereda y cols. 2010 (38) RRSS	Objetivos: Evaluar los estudios de intervención que investigan los resultados neurológicos de dietas bajas en proteínas (< 0,8 g/kg de peso ideal/día) y redistribución de proteínas en pacientes con EP que experimentan fluctuaciones motoras durante los tratamientos con levodopa. Periodo de búsqueda: 01/01/1973 a 01/06/2009	Población: Pacientes con EP y fluctuaciones motoras	Intervención: Dieta de redistribución proteica. 7 g de proteínas antes de la cena ($\approx$ 0,8-1,0 g/kg peso ideal/día). 12-15 g de proteínas antes de la cena ($\approx$ 0,8-1,0 g/kg peso ideal/día) Comparación: Dieta con pocas proteínas < 0,8 g/kg peso ideal/día	Magnitud del efecto: Los dos trabajos estudian los efectos de la dieta de redistribución proteica. Riley y cols. 1988: Aceptabilidad de la intervención 100%; $\downarrow$ 3,5 h/d del tiempo en <i>off</i> (n = 14); mejora en rendimiento motor máximo (n = 8); sin cambio en la escala UPDRS; tasa de respuesta a la intervención dietética 60,7%; 10 pacientes continúan cumpliendo con la dieta durante $\geq$ 6 meses (pierden una media de 0,32 kg de peso (rango -5 kg; > 4 kg), pérdida peso grave en 2 pacientes. Giménez-Roldán y cols. 1991: Aceptabilidad de la intervención 57,6% (pérdidas de 11 pacientes: 9 son incapaces de adaptar los hábitos de la dieta o prepararse la comida, 1 discinesia, 1 no responde), $\downarrow$ 10,5 h/día del tiempo en <i>off</i> ; $\uparrow$ 6,4 puntos en la escala AIMS en el momento de discinesia de pico de dosis; tasa de respuesta a la intervención dietética 66,6%. N.º de estudios y pacientes: 16 artículos incluidos en la RRSS. Se seleccionan: Riley y cols. 1988 (30 pacientes, 4 semanas) y Giménez-Roldán y cols. 1991 (26 pacientes, 3 meses)	Conclusiones: No se pueden establecer conclusiones robustas. Los aspectos sugeridos por los estudios de los pacientes que responden a la dieta son: menor duración de la EP, menor duración del tratamiento con levodopa, mayor edad al inicio de la enfermedad y menor duración de las fluctuaciones	Comentarios: Problemas metodológicos importantes en la propia RRSS y en los estudios incluidos (16 estudios, de los que se recogen únicamente los 2 que tienen suficiente número de pacientes y duración del ensayo). Posible planteamiento para líneas de investigación futuras	Baja

*Otras causas de osteoporosis, como hiperparatiroidismo u osteodistrofia renal; deterioro de la función renal, cardiaca o tiroidea; tratamiento previo con corticosteroides, estrógenos, calcitonina, etidronato, calcio o vitamina D durante $\geq$ 3 meses en los 18 meses previos al estudio (también tratamientos de corta duración en los dos meses inmediatamente anteriores al estudio). También pacientes con estado Hoehn and Yahr 5 y con historial de fractura no vertebral.

ECA: ensayo controlado aleatorizado; EP: enfermedad de Parkinson; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; IC 95%: intervalo de confianza al 95%; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; AIMS: Abnormal Involuntary Movements Scale; RRSS: revisión sistemática.

Tabla V. Niveles de evidencia y grados de recomendación de SIGN para estudios de intervención

Niveles de evidencia	
1++	Metaanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo
1+	Metaanálisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos bien realizados con poco riesgo de sesgos
1-	Metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos con alto riesgo de sesgos
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles. Estudios de cohortes o de casos y controles con riesgo muy bajo de sesgo y con alta probabilidad de establecer una relación causal
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal
3	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos
4	Opinión de expertos
Grados de recomendación	
A	Al menos un metaanálisis, revisión sistemática o ensayo clínico clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la guía; o un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 1+ y con gran concordancia entre ellos
B	Un volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2++, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestran gran concordancia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ o 1+
C	Un volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2+ directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2++
D	Evidencia científica de nivel 3 o 4; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2+
Los estudios clasificados como 1- y 2- no deberían usarse para la elaboración de recomendaciones por su alta posibilidad de sesgo	
Buena práctica clínica*	
✓	Práctica recomendada basada en la experiencia clínica y el consenso del equipo redactor

*En ocasiones, el grupo elaborador se percata de algún aspecto práctico importante sobre el que se quiere hacer énfasis y para el cual no existe, probablemente, ninguna evidencia que lo soporte. En general, estos casos tienen que ver con algún aspecto del tratamiento considerado buena práctica clínica y que nadie cuestionaría habitualmente. Estos aspectos son valorados como puntos de buena práctica clínica. Estos mensajes no son una alternativa a las recomendaciones basadas en la evidencia, sino que deben considerarse únicamente cuando no existe otra manera de destacar dicho aspecto.

- Con la dieta de redistribución proteica se produce una disminución de 10,5 h/día del tiempo en *off*; un aumento de 6,4 puntos en la escala AIMS en el momento de discinesia de pico de dosis; tasa de respuesta a la intervención dietética 66,6% (nivel de evidencia 1-) (38).
- Los pacientes con mayor edad al inicio de la enfermedad, menor duración de la EP, menor duración del tratamiento con L-dopa y menor duración de las fluctuaciones pueden responder mejor a la dieta (nivel de evidencia 1-) (38).

Recomendaciones:

- Puede ser aconsejable informar a los pacientes que mantengan la ingesta proteica dentro de los requerimientos dietéticos recomendados ($\approx 0,8$ g/kg/día) cuando se inicia el tratamiento con L-dopa. La evaluación dietética rutinaria puede asegurar el cumplimiento (buena práctica clínica ✓) (38).
- Pese a que no existen pruebas concluyentes, cuando aparecen fluctuaciones motoras y se sospeche de interacción fármaco-nutriente, se puede plantear la dieta de redistribución proteica a los pacientes con EP que estén mentalmente activos, motivados y muy cooperadores, pero se deben con-

siderar y manejar los posibles efectos secundarios (buena práctica clínica ✓) (38).

- La participación de los profesionales sanitarios de nutrición humana y dietética en los equipos multidisciplinares puede contribuir a alcanzar y mantener el cumplimiento en la ingesta proteica diaria recomendada (buena práctica clínica ✓).

Logopedia - deglución

Evidencias:

- La evidencia es insuficiente para avalar o refutar la eficacia de la logopedia en la mejora de la deglución en personas con EP (nivel de evidencia 1-) (39).
- Las aproximaciones compensatorias (consistencia de bolo fino y espesor tipo pudín, postura de barbilla hacia abajo y consistencia de bolo tipo néctar y espesor tipo miel, estimulación termotáctil) pueden tener el beneficio potencial de producir alivio inmediato de los síntomas de disfagia en pacientes con EP, pero estos métodos pueden hacer poco por mejorar la

calidad de vida a largo plazo y no hacen nada por resolver el problema de deglución (nivel de evidencia 1-) (40).

- Las aproximaciones rehabilitadoras (ejercicios de deglución, LSVT [Lee Silverman Voice Treatment], deglución forzada en combinación con biorretroalimentación, entrenamiento para fortalecer la musculatura espiratoria) tienen el potencial de reducir o resolver la disfagia en sí misma, lo que puede mejorar la seguridad y calidad de vida de los pacientes con EP, pero con una ganancia más lenta (nivel de evidencia 1-) (40).
- La incidencia de los trastornos en la movilidad de tragado es reducida significativamente después de LSVT y algunas variables cronometradas de deglución mejoran significativamente (nivel de evidencia 1-) (41).
- El uso de la postura de bajar la barbilla hacia el pecho con líquidos poco espesos es menos eficaz en la prevención de la aspiración en comparación con utilizar líquidos espesos solos; no reduce eficazmente la incidencia de neumonía en las poblaciones con EP y demencia (nivel de evidencia 1-) (39).
- En pacientes con EP sin alteración cognoscitiva que tienen trastornos de la deglución se asocia la terapia de deglución asistida por vídeo (VAST, por sus siglas en inglés) con una mejor calidad de vida relacionada con la deglución y menos residuos en la faringe (nivel de evidencia 1+) (42).

Recomendaciones:

- Se recomienda valorar la utilización de la terapia VAST para la mejora de la deglución en personas con EP (grado de recomendación B) (42).
- Se recomienda valorar la utilización de la técnica LSVT para el manejo de los problemas de deglución en personas con EP (buena práctica clínica ✓) (41).
- Se recomienda no considerar como primera línea la utilización de la técnica de bajar la barbilla junto con líquidos poco espesos para disminuir la incidencia de neumonía por aspiración en pacientes con EP y trastornos de la deglución (buena práctica clínica ✓) (39).
- Se recomienda abordar de forma multidisciplinar los trastornos de la deglución en personas afectadas por la EP. Especialmente se insta a formar equipos de trabajo coordinados que incluyan profesionales sanitarios especialistas en endocrinología y nutrición, medicina física y rehabilitación, farmacia hospitalaria, así como logopedas, dietistas-nutricionistas, enfermeras y terapeutas ocupacionales, para fomentar la sinergia entre las tareas de rehabilitación, educación y soporte nutricional (buena práctica clínica ✓).

Cabe destacar la interesante recomendación de la formación de equipos multidisciplinarios en los que los/las dietistas-nutricionistas deben quedar implicados.

INFORMACIÓN ADICIONAL DIRIGIDA A PACIENTES (NO BASADO EN LA EVIDENCIA)

Adicionalmente, en el anexo 2 de la GPC-EP/SNS, referente a información dirigida a pacientes, se añadió un punto específico

sobre hábitos y conductas para prevenir complicaciones (3). En dicho apartado se hizo una traducción del documento sobre descriptores de la consistencia o textura de las dietas y los alimentos para personas con disfagia (43) y se ofrecen las principales recomendaciones recogidas en el libro *Consejos para pacientes con Parkinson: el papel de la dieta en el Parkinson -Alteraciones conductuales y emocionales* (44).

CONCLUSIONES

De las 78 recomendaciones elaboradas en toda la GPC-EP/SNS, 55 correspondieron al apartado de tratamiento farmacológico y 23 al apartado de tratamiento no farmacológico. Respecto al nivel de evidencia de las recomendaciones, 6 recomendaciones fueron de nivel A, 17 de nivel B, 1 de nivel C, 22 de nivel D y 32 categorizadas como recomendaciones de buena práctica clínica ✓ (prácticas recomendadas basadas en la experiencia clínica y el consenso del equipo redactor). Respecto a las preguntas directamente relacionadas con la NHyD se redactaron 7 recomendaciones, 1 de las cuales fue categorizada como de nivel B, y las 6 restantes como recomendaciones de buena práctica clínica. Asimismo, respecto a la pregunta relacionada indirectamente con la NHyD (logopedia-deglución), se elaboraron 5 recomendaciones, de las cuales solamente 1 fue de nivel B y las 3 restantes categorizadas como recomendaciones de buena práctica clínica.

Ninguna de las preguntas relacionadas con la NHyD incluidas en la presente guía ha sido tratada en la guía basada en la evidencia de NICE publicada en 2006 (15), ni en la guía SIGN de 2010 (16).

Como principal limitación en la elaboración de la guía, cabe destacar que no se ha seguido la gradación de las recomendaciones según la metodología del grupo de trabajo de clasificación de la evaluación, desarrollo y valoración de las recomendaciones Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation - GRADE (45,46).

Durante el transcurso de la elaboración de la guía, se redactaron también 23 líneas de investigación futura, destacando 3 referentes al campo de la NHyD:

- Son necesarios ensayos controlados aleatorizados bien diseñados y que controlen los posibles sesgos y otras variables (exposición solar, actividad y ejercicio, alimentación adecuada y equilibrada, interacciones con alimentos y medicamentos, enfermedades y trastornos, entre otras) que aporten la evidencia necesaria sobre el papel de la vitamina D en pacientes con EP.
- Sería recomendable incluir dentro de las líneas de investigación futuras la cuestión relativa a la eficiencia de las diferentes dietas de adelgazamiento en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en personas con EP, desarrollando estudios bien diseñados, con una muestra cuantitativa y cualitativamente adecuada, y con el periodo de tiempo de seguimiento suficiente como para poder establecer una evidencia científica contrastada según la cual poder formular alguna recomendación.

- Se recomienda realizar estudios bien diseñados, con suficiente número de pacientes y de seguimiento prolongado para valorar los efectos de la modificación de la ingesta proteica en la absorción de L-dopa en personas afectadas por la EP, y definir las características de los pacientes que respondan a las modificaciones dietéticas.
- Estas tres líneas de investigación trazadas podrían ser puestas en conocimiento del Evidence-Based Research Network (<http://ebnetwork.org/>) como líneas en las cuales no se ha detectado buena evidencia científica que justifique una recomendación al respecto.

La implicación de profesionales sanitarios de diversas disciplinas y especialidades mejora el resultado final de las guías basadas en la evidencia y la consecución de mejores resultados en la atención sanitaria de los pacientes. Es necesario que los profesionales sanitarios de NHyD (los/las dietistas-nutricionistas) se impliquen en iniciativas de este tipo, basadas en la mejor evidencia científica disponible, y que formen parte de los equipos de trabajo multidisciplinarios.

AGRADECIMIENTOS

Al GEG, al equipo de GuíaSalud y muy especialmente a M^a Esther García Pomar, por todo el apoyo administrativo y personal realizado durante la elaboración de la GPC-EP/SNS.

BIBLIOGRAFÍA

- National Research Council. Clinical Practice Guidelines We Can Trust. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Estrategia para el Abordaje de la Cronicidad en el Sistema Nacional de Salud. Madrid; 2012.
- Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson. Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con enfermedad de Parkinson. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud; 2015. Guías de Práctica Clínica en el SNS. Disponible en: http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_546_Parkinson_IACS_compl.pdf
- Martínez García L, Alonso-Coello P, Rotaecche del Campo R, Pérez Irazusta I. Hacia una adecuada implementación de las guías de práctica clínica. Aten Primaria 2010;42(8):441.
- Gagliardi AR, Marshall C, Huckson S, James R, Moore V. Developing a checklist for guideline implementation planning: review and synthesis of guideline development and implementation advice. Implement Sci 2015;10:19.
- Mickan S, Burls A, Glasziou P. Patterns of «leakage» in the utilisation of clinical guidelines: a systematic review. Postgrad Med J 2011;87(1032):670-9.
- Grupo de Trabajo sobre GPC. Elaboración de Guías de Práctica Clínica en el Sistema Nacional de Salud. Manual Metodológico 2006. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Guías de Práctica Clínica en el SNS: I+CS No 2006/01. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud-I+CS. Disponible en: http://www.guiasalud.es/emanuales/elaboracion/documentos/Manual_metodologico_-_Elaboracion_GPC_en_el_SNS.pdf
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: a guideline developers' handbook. Edinburgh: SIGN; 2014 [consultada 6 de julio de 2014]. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk/pdf/sign50.pdf>
- National Institute for Health and Clinical Excellence (November 2012) The guidelines manual. London: National Institute for Health and Clinical Excellence. Disponible en: www.nice.org.uk
- AGREE Next Steps Consortium. El Instrumento AGREE II Versión electrónica; 2009. Consultado: 26/03/2014, de <http://www.agreetrust.org>; versión en español: <http://www.guiasalud.es>
- Stone PW. Popping the (PICO) question in research and evidence-based practice. Appl Nurs Res ANR 2002;15(3):197-8.
- Guyatt GH, Oxman AD, Montori V, Vist G, Kunz R, Brozek J, et al. GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence--publication bias. J Clin Epidemiol 2011;64(12):1277-82.
- Etcheberria A, Rotaecche R, Lekue I, Callén B, Merino M, Villar M, et al. Descripción de la metodología de elaboración-adaptación-actualización empleada en la guía de práctica clínica sobre asma de la CAPV. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Sanidad - Gobierno Vasco; 2005.
- López de Argumedo M, Reviriego E, Andrio E, Rico R, Sobradillo N, Hurtado de Saracho I. Revisión externa y validación de instrumentos metodológicos para la Lectura Crítica y la síntesis de la evidencia científica. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco (Osteba); 2006. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBAN 2006/02.
- National Collaborating Centre for Chronic Conditions. Parkinson's disease: national clinical guideline for diagnosis and management in primary and secondary care. London: Royal College of Physicians; 2006.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Diagnosis and pharmacological management of Parkinson's disease: a national clinical guideline. Edinburgh: SIGN; 2010.
- Sato Y, Manabe S, Kuno H, Oizumi K. Amelioration of osteopenia and hypovitaminosis D by 1alpha-hydroxyvitamin D3 in elderly patients with Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1999;66(1):64-8.
- Latham NK, Anderson CS, Reid IR. Effects of vitamin D supplementation on strength, physical performance, and falls in older persons: a systematic review. J Am Geriatr Soc 2003;51(9):1219-26.
- Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA 2005;293(18):2257-64.
- Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Alendronate and vitamin D2 for prevention of hip fracture in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. Mov Disord Off J Mov Disord Soc 2006;21(7):924-9.
- Sato Y, Honda Y, Iwamoto J. Risedronate and ergocalciferol prevent hip fracture in elderly men with Parkinson's disease. Neurology 2007;68(12):911-5.
- Coelho M, Ferreira J, Rosa M, Sampaio C. Treatment options for non-motor symptoms in late-stage Parkinson's disease. Expert Opin Pharmacother 2008;9(4):523-35.
- Evatt ML, Delong MR, Khazai N, Rosen A, Triche S, Tangpricha V. Prevalence of vitamin D insufficiency in patients with Parkinson disease and Alzheimer disease. Arch Neurol 2008;65(10):1348-52.
- Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB, Orav JE, Stuck AE, Theiler R, et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ 2009;339:b3692.
- Avenell A, Gillespie WJ, Gillespie LD, O'Connell D. Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures associated with involutional and post-menopausal osteoporosis. Cochrane Database Syst Rev 2009;(2):CD000227.
- Bergman GJD, Fan T, McFetridge JT, Sen SS. Efficacy of vitamin D3 supplementation in preventing fractures in elderly women: a meta-analysis. Curr Med Res Opin 2010;26(5):1193-201.
- Sato Y, Iwamoto J, Honda Y. Amelioration of osteoporosis and hypovitaminosis D by sunlight exposure in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord 2011;17(1):22-6.
- Sato Y, Iwamoto J, Honda Y. Once-weekly risedronate for prevention of hip fracture in women with Parkinson's disease: a randomised controlled trial. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2011;82(12):1390-3.
- Iwamoto J, Takeda T, Matsumoto H. Sunlight exposure is important for preventing hip fractures in patients with Alzheimer's disease, Parkinson's disease, or stroke. Acta Neurol Scand 2012;125(4):279-84.
- Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database Syst Rev 2012;9:CD007146.
- Powers JG, Gilchrist BA. What you and your patients need to know about vitamin D. Semin Cutan Med Surg 2012;31(1):2-10.
- Suzuki M, Yoshioka M, Hashimoto M, Murakami M, Noya M, Takahashi D, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of vitamin D supplementation in Parkinson disease. Am J Clin Nutr 2013;97(5):1004-13.
- van den Bos F, Speelman AD, Samson M, Munneke M, Bloem BR, Verhaar HJJ. Parkinson's disease and osteoporosis. Age Ageing 2013;42(2):156-62.
- Bjelakovic G, Gluud LL, Nikolova D, Whitfield K, Wetterslev J, Simonetti RG, et al. Vitamin D supplementation for prevention of mortality in adults. Cochrane Database Syst Rev 2014;1:CD007470.
- Barichella M, Savardi C, Mauri A, Marczevska A, Vairo A, Baldo C, et al. Diet with LPP for renal patients increases daily energy expenditure and improves

- motor function in parkinsonian patients with motor fluctuations. *Nutr Neurosci* 2007;10(3-4):129-35.
36. Barichella M, Marczevska A, De Notaris R, Vairo A, Baldo C, Mauri A, et al. Special low-protein foods ameliorate postprandial off in patients with advanced Parkinson's disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc* 2006;21(10):1682-7.
 37. Coimbra CG, Junqueira VBC. High doses of riboflavin and the elimination of dietary red meat promote the recovery of some motor functions in Parkinson's disease patients. *Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica AI* 2003;36(10):1409-17.
 38. Cereda E, Barichella M, Pedrolli C, Pezzoli G. Low-protein and protein-redistribution diets for Parkinson's disease patients with motor fluctuations: a systematic review. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc* 2010;25(13):2021-34.
 39. Ashford J, McCabe D, Wheeler-Hegland K, Frymark T, Mullen R, Musson N, et al. Evidence-based systematic review: Oropharyngeal dysphagia behavioral treatments. Part III--impact of dysphagia treatments on populations with neurological disorders. *J Rehabil Res Dev* 2009;46(2):195-204.
 40. Smith SK, Roddam H, Sheldrick H. Rehabilitation or compensation: time for a fresh perspective on speech and language therapy for dysphagia and Parkinson's disease? *Int J Lang Commun Disord R Coll Speech Lang Ther* 2012;47(4):351-64.
 41. Baijens LWJ, Speyer R. Effects of therapy for dysphagia in Parkinson's disease: systematic review. *Dysphagia* 2009;24(1):91-102.
 42. Manor Y, Mootanah R, Freud D, Giladi N, Cohen JT. Video-assisted swallowing therapy for patients with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2013;19(2):207-11.
 43. NHS National Patient Safety Agency; Royal College of Speech Language Therapists; National Association of Care Catering; British Dietetic Association; National Nurses Nutrition Group; Hospital Caterers Association. *Dysphagia Diet Food Texture Descriptors*. NHS National Patient Safety Agency; 2012.
 44. Pagonabarraga J, Kulisevsky J, Campolongo A. Consejos para pacientes con Parkinson: El papel de la dieta en el Parkinson. Alteraciones conductuales y emocionales. Badalona: Euro medice, Ediciones Médicas, S.L.; 2012.
 45. Andrews J, Guyatt G, Oxman AD, Alderson P, Dahm P, Falck-Ytter Y, et al. GRADE guidelines: 14. Going from evidence to recommendations: the significance and presentation of recommendations. *J Clin Epidemiol* 2013;66(7):719-25.
 46. Andrews JC, Schünemann HJ, Oxman AD, Pottie K, Meerpohl JJ, Coello PA, et al. GRADE guidelines: 15. Going from evidence to recommendation--determinants of a recommendation's direction and strength. *J Clin Epidemiol* 2013;66(7):726-35.



Carta al Editor

DANCE PARTICIPATION AND ACADEMIC PERFORMANCE IN YOUTH GIRLS

Dear Editor,

Dance is a predominant type of physical activity among girls (1). Dance characteristics imply skills associated to health-related physical fitness (2-4), as well as others such as learning and memory, mental representation, imagination and creativity, which are related to cognitive development (2,5,6). Although dance has been shown to influence physical health among youth girls (2,3), whether dance may influence academic performance and cognition in youth remains to be elucidated. The objective of this work was to examine the association between participation in dance and academic performance in youth girls. Participants were part of the UP&DOWN study (7). Children and adolescents were recruited from schools in Cádiz and Madrid (Sapin), respectively. A total of 2,225 youth (1,188 children) participated in the UP&DOWN study. Parents and school supervisors were informed by letter about the study, and written informed consent was provided. The present study included 714 youth girls aged 11.83 ± 2.50 years. Body mass index (BMI) was determined by standardized methods and calculated as weight/height squared (kg/m^2). Physical activity and participation in dance were assessed with the Physical Activity Questionnaire for Adolescents/Children (PAQ-A/C) (7). Academic performance was assessed through grades reported by every school;

four main indicators were used: a) Mathematics; b) Language; c) average of Mathematics and Language; and d) Grade point average (8). Table I presents the association between dance participation and academic performance segmented by age group, since we found an interaction between age group and dance participation in relation to academic performance. Child girls who participated in dance had significantly higher scores in all academic indicators than those who did not participate in dance after adjustment for age, maternal education and BMI. In model 2, after further adjustment for other physical activities these associations remained significant (all $p < 0.05$). However, among adolescent girls, dance participation was not associated with academic performance ($p > 0.05$). When analyzing separately younger (12.28 ± 0.60) and older adolescents (15.30 ± 0.65) the results were similar ($p > 0.05$). In the scientific literature, there are few studies related to dance benefits and academic performance in youth since most studies are focused on total physical activity (9). An intervention study of aerobic dance in 208 children, including boys and girls, had similar results. After 30 minutes of aerobic dance three times per week during one year, the intervention group ($n = 85$) improved cardiorespiratory fitness and math scores (2). Our results show a positive association between participation in dance and higher levels of academic performance only in child girls. Recent research suggests that during sensitive periods plasticity is heightened and the brain primes to process particular stimuli in each stage (10). It is possible that during childhood brain is more sensitive to dance-related

Table I. Differences in academic performance according to dance participation in youth girls

	Children (n = 277)				Adolescents (n = 437)			
	Yes Mean $\pm$ SD	No Mean $\pm$ SD	<i>P</i> _{Model 1}	<i>P</i> _{Model 2}	Yes Mean $\pm$ SD	No Mean $\pm$ SD	<i>P</i> _{Model 1}	<i>P</i> _{Model 2}
<i>n</i>	154	123			211	226		
Math (1-5)	3.58 $\pm$ 1.21	3.14 $\pm$ 1.32	<i>0.006</i>	<i>0.006</i>	2.87 $\pm$ 1.36	2.92 $\pm$ 1.35	0.459	0.326
Language (1-5)	3.84 $\pm$ 1.14	3.38 $\pm$ 1.23	<i>0.003</i>	<i>0.002</i>	3.18 $\pm$ 1.27	3.16 $\pm$ 1.31	0.917	0.977
Math & Language (1-5)	3.71 $\pm$ 1.12	3.26 $\pm$ 1.22	<i>0.003</i>	<i>0.002</i>	3.03 $\pm$ 1.21	3.04 $\pm$ 1.18	0.718	0.568
Grade point average (1-5)	3.90 $\pm$ 0.85	3.53 $\pm$ 0.92	<i>0.001</i>	<i>0.001</i>	3.39 $\pm$ 0.96	3.42 $\pm$ 0.91	0.748	0.628

Statically significant values are in italics. Model 1: Analyses were adjusted by age (years), maternal education (university level/below university level) and BMI (kg/m^2). Model 2: Adjustments for model 1 plus other physical activities (PAQ-A/C score without dance participation).

stimuli than in adolescence. However, the design that was used limited the possibility to draw any conclusions on the causal direction of the associations. Further research is needed but this evidence suggests that dance programs might be important for successful academic performance in girls, mainly during childhood.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the youth, parents and teachers who participated in this study. The UP&DOWN Study was supported by the DEP 2010-21662-C04-00 grant from the National Plan for Research, Development and Innovation (R+D+i) MICINN. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Sara Higuera-Fresnillo¹, David Martínez-Gómez¹, Carmen Padilla-Moledo², Julio Conde-Caveda² and Irene Esteban-Cornejo¹

¹*Department of Physical Education, Sports, and Human Movement. Autonomous University of Madrid. Madrid, Spain.*

²*Department of Physical Education. School of Education, University of Cadiz. Cadiz, Spain
(sara.higuera@uam.es)*

REFERENCES

1. O'Neill JR, Pate RR, Liese AD. Descriptive epidemiology of dance participation in adolescents. *Res Q Exerc Sport* 2011;82:373-80.
2. Gao Z, Hannan P, Xiang P, Stodden DF, Valdez VE. Video game-based exercise, Latino children's physical health, and academic achievement. *Am J Prev Med* 2013;44:240-6.
3. Higuera-Fresnillo S, Esteban-Cornejo I, González-Galo A, Bellvis-Guerra G, Martínez-Gómez D. The association of dance participation with body fat and physical fitness among youth girls. *Nutr Hosp* 2015;32:1396-7.
4. Karpati FJ, Giacosa C, Foster NE, Penhune VB, Hyde KL. Dance and the brain: A review. *Ann NY Acad Sci* 2015;1337:140-6.
5. Bläsing B, Calvo-Merino B, Cross ES, Jola C, Honisch J, Stevens CJ. Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta Psychol* 2012;139:300-8.
6. Sevdalis V, Keller PE. Captured by motion: Dance, action understanding, and social cognition. *Brain Cogn* 2011;77:231-6.
7. Castro-Piñero J, Carbonell-Baeza A, Martínez-Gómez D, Gómez-Martínez S, Cabanas-Sánchez V, Santiago C, et al. Follow-up in healthy schoolchildren and in adolescents with Down syndrome: Psycho-environmental and genetic determinants of physical activity and its impact on fitness, cardiovascular diseases, inflammatory biomarkers and mental health; the UP&DOWN Study. *BMC Public Health* 2014;14:400.
8. Esteban-Cornejo I, Tejero-González CM, Martínez-Gómez D, Cabanas-Sánchez V, Fernández-Santos JR, Conde-Caveda J, et al. Objectively measured physical activity has a negative but weak association with academic performance in children and adolescents. *Acta Paediatr* 2014;103:11:501-6.
9. Esteban-Cornejo I, Tejero-González CM, Sallis JF, Veiga OL. Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *J Sci Med Sport* 2014;18:534-9.
10. Fuhrmann D, Knoll LJ, Blakemore SJ. Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends Cogn Sci* 2015;19:558-66.



www.senpe.com