Volumen 42 Número 4 Julio-Agosto 2025 Páginas 623-851
ISSN (versión papel): 0212-1611 ISSN (versión electrónica): 1699-5198 Factor de impacto: 1,1 (2024)

Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

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

Editorial

Estado actual de la nutrición enteral domiciliaria en Argentina ... 623

Trabajos Originales

Nutrición artificial

Effect of an oral inmunoenhanced formula on sarcopenia and quality of life in ambulatory patients with cancer ... 625

Home enteral nutrition – An Argentinian national cross-sectional study ... 632

Pediatría

Polynomial index of overweight and obesity (IPSO): a novel epidemiological approach to measure and compare body mass index/age *z*-score among populations aged 5-11 ... 641

The role of pediatric simple metabolic syndrome score and metabolic syndrome severity *z*-scores in identifying metabolic syndrome among obese adolescents ... 652

Nutrición en el anciano

Adaptación y validación de constructo de la Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) en México ... 661

Obesidad y síndrome metabólico

Individualised nutritional intervention and care in patients with type 2 diabetes *mellitus* combined with a heart attack ... 671

Association between community environment and metabolic sydrome among Chinese middle-aged and older adults — Evidence from the national longitudinal surveys from 2011 to 2015 ... 678

Eficacia a largo plazo de la cirugía bariátrica: resultados ponderales y metabólicos tras 10 años de seguimiento ... 686

Predictores del fracaso terapéutico a largo plazo tras la cirugía bariátrica: modelo de regresión logística basado en parámetros nutricionales y metabólicos ... 695

Valoración nutricional

Utility of equations that consider gross motor function to estimate height in a Mexican population of children and adolescents with cerebral palsy ... 702

Association between Naples Prognostic Score and all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes *mellitus* ... 710

Development of an anthropometric equation to estimate muscle mass in healthy Brazilian adults ... 720

Prognostic nomogram for overall survival in resectable gastric cancer: incorporating prognostic nutritional index and fibrinogen ... 728

Epidemiología y dietética

Patrones de consumo de productos que contienen edulcorantes no calóricos en México ... 738

Food intake influences the incidence of cardiovascular disease by driving cardiac remodeling — Evidence from a Mendelian randomization ... 745

Consumo de lácteos en Chile: comparación por género, edad, zona geográfica y nivel socioeconómico, y barreras asociadas a la ingesta ... 753

Effect of low-sodium, potassium-rich salt based on the Chinese modified DASH diet on home blood pressure monitoring in patients with hypertension and type 2 diabetes: a clinical trial ... 761

Dietary plant protein intake alleviates the adverse effect of sedentary behavior on chronic kidney disease incidence ... 772

Otros

Asociación entre variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés con edad vascular y SCORE2 ... 780

Causal association of childhood body mass index with risk of endometrioid endometrial cancer — A two-sample Mendelian randomization study ... 790

Revisiones

Inteligencia artificial generativa ChatGPT en nutrición clínica: avances y desafíos ... 797

Efecto de la percepción del gusto sobre el estado nutricio en pacientes con cáncer de mama: revisión sistemática ... 807

Artículo Especial

De los servicios de higiene de la alimentación al Centro Nacional de Alimentación y Nutrición: la evolución de la nutrición comunitaria en España (1933-1974) ... 820

Nota Clínica

Hiperfosfatemia asintomática en la realimentación tardía de un trastorno de la conducta alimentaria ... 828

Cartas al Director

Ensayos clínicos pragmáticos y explicativos: cómo distinguirlos ... 834

La importancia del desarrollo de programas de alimentación y suplementación de vitamina D complementado con micronutrientes en personas con VIH/SIDA ... 836

Usefulness of the mini-nutritional assessment tool in screening for sarcopenia in a sample of institutionalized older persons — A comment ... 838

Aleatorización mendeliana en nutrición: el desafío de la diversidad poblacional ... 839

Diagnostic research for older persons in resource-limited settings ... 841

La importancia de la realización del ayuno intermitente bajo la supervisión de un profesional de la nutrición ... 843

Mindfulness como estrategia emergente contra la obesidad en niños y adultos ... 845

Edulcorantes sin azúcar en América Latina, una perspectiva crítica desde la salud pública ... 847

El impacto de la alimentación en la disbiosis intestinal asociada a la enfermedad de Parkinson ... 849

In memorian: Dr. Gonzalo Martín Peña (1954-2025) ... 851

Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

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

© Copyright 2025. 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 290 € - Instituciones 340 €
Tarifa suscripción anual (internacional): profesional 470 € - Instituciones 620 €

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

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

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

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

Suscripciones

C/ Orense 11, 4.º - 28020 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87
e-mail: suscripc@grupoaran.com

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

ARÁN EDICIONES, S.L.

C/ Orense, 11, 4.º - 28020 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87
e-mail: nutricion@grupoaran.com
www.nutricionhospitalaria.org
www.grupoaran.com

Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

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

Director

José Manuel Moreno Villares
Departamento de Pediatría. Clínica Universidad de Navarra. Madrid
jmorenov@unav.es

Subdirector

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

Director Emérito

Jesús M. Culebras Fernández†
De la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid y del Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León. Ac. Profesor Titular de Cirugía

Coordinadores del Comité de Redacción

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

Pedro Delgado Floody
Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación
Universidad de La Frontera. Temuco, Chile
pedro.delgado@ufrontera.cl

Luis Miguel Luengo Pérez
H. U. Infanta Cristina (Badajoz)
luismiluengo@yahoo.es

Daniel de Luis Román
H. U. de Valladolid (Valladolid)
dadluis@yahoo.es

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

M.ª Dolores Mesa García
Universidad de Granada (Granada)
mdmesa@ugr.es

Consuelo Pedrón Giner
Sección de Gastroenterología y Nutrición. H. I. U. Niño Jesús (Madrid)
cpedronginer@gmail.com

María Dolores Ruiz López
Catedrática de Nutrición y Bromatología Universidad de Granada (Granada)
mdruiz@ugr.es

Francisco J. Sánchez-Muniz
Departamento de Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense (Madrid)
frasan@ucm.es

Alfonso Vidal Casariego
C. H. U. de A Coruña (A Coruña)
avcyo@hotmail.com

Carmina Wanden-Berghe
Hospital Gral. Univ. de Alicante ISABIAL-FISABIO (Alicante)
carminaw@telefonica.net

Comité de Redacción

Julia Álvarez Hernández (H. U. de Alcalá. Madrid)
M.ª Dolores Ballesteros Pomar (Complejo Asis. Univ. de León. León)
Teresa Bermejo Vicedo (H. Ramón y Cajal. Madrid)
Irene Bretón Lesmes (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)
Rosa Burgos Peláez (H. Vall d'Hebrón. Barcelona)
Miguel Ángel Cainzos Fernández (Univ. de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, A Coruña)
Ángel M. Caracuel García (Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga)
Miguel Ángel Carbajo Caballero (H. Campo Grande. Valladolid)
José Antonio Casajús Mallén (Universidad de Zaragoza. Zaragoza)
Sebastián Celaya Pérez (H. C. U. Lozano Blesa. Zaragoza)
Ana I. Cos Blanco (H. U. La Paz. Madrid)
Cristina Cuerda Compés (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)
Ángeles Franco-López (H. U. del Vinalopó. Elche, Alicante)
Raimundo García García (H. San Agustín. Avilés, Asturias)
Pedro Pablo García Luna (H. Virgen del Rocío. Sevilla)
V. García Mediavilla (IBIOMED, Universidad de León. León)
Javier González Gallego (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)
Marcela González-Gross (Univ. Politécnica de Madrid. Madrid)
Francisco Jorquera Plaza (Complejo Asist. Univ. de León. León)
Miguel León Sanz (H. U. 12 de Octubre. Madrid)
María Cristina Martín Villares (H. Camino de Santiago. Ponferrada, León)
Isabel Martínez del Río (Centro Médico Nacional 20 de noviembre. ISSSTE. México)
José Luis Máuriz Gutiérrez (IBIOMED, Universidad de León. León)
Alberto Miján de la Torre (Hospital General Yagüe. Burgos)
Juan Carlos Montejo González (H. U. 12 de Octubre. Madrid)
Paloma Muñoz-Calero Franco (H. U. de Móstoles. Madrid)
Juan José Ortiz de Urbina González (Complejo Asist. Univ. de León. León)
Carlos Ortiz Leyba (Hospital Virgen del Rocío. Sevilla)
Venancio Palacios Rubio (H. Miguel Servet. Zaragoza)
José Luis Pereira Cunill (H. Virgen del Rocío. Sevilla)
Nuria Prim Vilaró (H. Vall D'Hebron. Barcelona)
Pilar Riobó Serván (Fundación Jiménez Díaz. Madrid)
José Antonio Rodríguez Montes (H. U. La Paz. Madrid)
Jordi Salas Salvadó (H. U. de Sant Joan de Reus. Tarragona)
Jesús Sánchez Nebra (Hospital Montecelo. Pontevedra)
Javier Sanz Valero (Universidad de Alicante. Alicante)
Ernesto Toscano Novella (Hospital Montecelo. Pontevedra)
M.ª Jesús Tuñón González (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)
Gregorio Varela Moreiras (Univ. CEU San Pablo. Madrid)
Clotilde Vázquez Martínez (H. Ramón y Cajal. Madrid)
Salvador Zamora Navarro (Universidad de Murcia. Murcia)

Consejo Editorial Iberoamericano

Coordinador
A. Gil Hernández
Univ. de Granada (España)

C. Angarita (Centro Colombiano de Nutrición Integral y Revista Colombiana de Nutrición Clínica. Colombia)
E. Atalah (Universidad de Chile. Revista Chilena de Nutrición. Chile)
M. E. Camilo (Universidad de Lisboa. Portugal)
F. Carrasco (Asociación Chilena de Nutrición Clínica y Metabolismo. Universidad de Chile. Chile)
A. Criveli (Revista de Nutrición Clínica. Argentina)
J. Faintuch (Hospital das Clinicas. Brasil)
M. C. Falçao (Revista Brasileña de Nutrición Clínica. Brasil)
A. García de Lorenzo (Hospital Universitario La Paz. España)
D. H. De Girolami (Universidad de Buenos Aires. Argentina)
A. Jiménez Cruz (Univ. Autónoma de Baja California. Tijuana, Baja California. México)
J. 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)
L. A. Nin Álvarez (Universidad de Montevideo. Uruguay)
F. J. A. Pérez-Cueto (Universidad de la Paz. Bolivia)
M. Perman (Universidad Nacional del Litoral. Argentina)
J. Sotomayor (Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Colombia)
H. Vannucchi (Archivos Latino Americanos de Nutrición. Brasil)
C. Velázquez Alva (Univ. Autónoma Metropolitana. Nutrición Clínica de México. México)
D. Waitzberg (Universidad de São Paulo. Brasil)
N. Zavaleta (Universidad Nacional de Trujillo. Perú)

Nutrición Hospitalaria

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO

SENPE

JUNTA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO

Presidencia

Miguel Ángel Martínez Olmos

Vicepresidencia

Carol Lorencio Cárdenas

Secretaría

Ángel Luis Abad

Tesorera

Alicia Moreno Borreguero

Coordinadora Comité Científico-Educacional

Pilar Matía Martín

Vocales

Cristina Velasco Gimeno
David Berlana Martín
Samara Palma Milla
José Manuel Sánchez-Migallón Montull

COMITÉ CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

Coordinadora

Pilar Matía Martín

Vocales

Emilia Cancer Minchot
Isabel Ferrero López
Miguel Giribés Veiga
Juan Carlos Pérez Pons
María Dolores Ruiz López
Clara Vaquerizo Alonso

Coordinador Grupos de Trabajo SENPE

María Dolores Ruiz López

Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

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

Sumario

Vol. 42 Julio-Agosto N.º 4

sumario

Editorial

Estado actual de la nutrición enteral domiciliaria en Argentina
G. Lobo Támer, C. Campos Martín, N. E. Bouylaghman Akman 623

Trabajos Originales

Nutrición artificial

Efecto de una fórmula oral inmunomoduladora sobre la sarcopenia y la calidad de vida en pacientes ambulatorios con cáncer
D. de Luis, D. Primo, O. Izaola, J. J. López Gómez 625

Nutrición enteral domiciliaria: un estudio transversal nacional argentino
A. Crivelli, F. Pochettino M. F. Cascarón, G. Capurro, M. Puga, Ó. Soria, A. Flores, L. Morando, A. L. N. Martinuzzi 632

Pediatría

Índice polinomial de sobrepeso y obesidad (IPSO): una nueva aproximación para medir y comparar la puntuación *z* del índice de masa corporal para la edad en la población escolar
M. A. Ávila Arcos, M. Y. del Monte Vega, A. Ávila Curiel, C. Galindo Gómez, T. Shamah-Levy 641

El papel del puntaje simple de síndrome metabólico pediátrico y los puntajes *z* de gravedad del síndrome metabólico en la identificación del síndrome metabólico entre adolescentes obesos
M. Büyükinan, S. Sert, A. F. Yilmaz 652

Nutrición en el anciano

Adaptación y validación de constructo de la Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) en México
A. E. García-Ibáñez, J. A. Bricio-Barrios, X. Trujillo, Y. Cárdenas, R. García-Rodríguez, A. J. Palacios-Fonseca, V. García-Ibáñez, M. Huerta, M. Ríos-Silva 661

Obesidad y síndrome metabólico

Intervención y cuidados nutricionales individualizados en pacientes con diabetes *mellitus* de tipo 2 combinada con infarto
Y. Hong, J. Kong, R. Liu 671

Asociación entre el entorno comunitario y el síndrome metabólico en adultos chinos de mediana edad y mayores: evidencia en las encuestas longitudinales nacionales de 2011 a 2015
X. Tang, F. Yao, F. Li, L. Xiao, X. Liu, F. Liu, J. Yang, S. Xu, Z. Liu, F. Hu, X. Chen 678

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 42 Julio-Agosto N.º 4

sumario

Eficacia a largo plazo de la cirugía bariátrica: resultados ponderales y metabólicos tras 10 años de seguimiento
Á. M. González, M. González Nunes, N. Pena Piñeiro, M. Argibay Ulloa, F. J. Fraile Amador, J. Llópiz Castedo, S. M. Jaimes Jaimes, J. Rodríguez Pulian, T. C. Rodríguez Castiñeira, J. I. Silva Sousa, C. E. Sieiro Peña, M. G. González Valladares 686

Predictores del fracaso terapéutico a largo plazo tras la cirugía bariátrica: modelo de regresión logística basado en parámetros nutricionales y metabólicos
Á. Martínez González, M. González Nunes, F. J. Fraile Amador, N. Pena Piñeiro, M. Argibay Ulloa, R. Ruades Patiño..... 695

Valoración nutricional

Utilidad de las ecuaciones que consideran la función motora gruesa para estimar la talla en una población mexicana de niños y adolescentes con paráisis cerebral
A. A. García-Contreras, J. A. García-Íñiguez, D. Camacho-Buenrostro, E. M. Vásquez-Garibay, L. F. Martínez-Romero, J. Mújica-Páez, A. M. Murrieta-Verduzco, A. P. Rojas-Chávez 702

Asociación entre la puntuación pronóstica napolitana y la mortalidad por todas las causas y de origen cardiovascular en adultos de EE. UU. con diabetes *mellitus*
L. Chen, C. Ma, H. Xiao, F. Kong 710

Desarrollo de una ecuación antropométrica para estimar la masa muscular en adultos sanos brasileños
B. T. Amstalden, L. R. S. Abreu, P. G. Chiarello, A. A. Jordao, M. S. Mialich 720

Nomograma pronóstico de supervivencia global en cáncer gástrico resecable: incorporación del índice nutricional pronóstico y el fibrinógeno
H. Guo, T. Wang, X. Jiang, J. Wang, X. Ma 728

Epidemiología y dietética

Patrones de consumo de productos que contienen edulcorantes no calóricos en México
A. Romo-Romo, L. Castillo-Martínez, C. A. Aguilar-Salinas, G. X. Brito-Córdova, A. J. Martagón, P. Almeda-Valdes 738

La ingesta de alimentos influye en la incidencia de las enfermedades cardiovasculares impulsando el remodelado cardíaco: evidencia a partir de una aleatorización mendeliana
B. Wang, Y. Song, Y. Fan, Z. Zhao 745

Consumo de lácteos en Chile: comparación por género, edad, zona geográfica y nivel socioeconómico, y barreras asociadas a la ingesta
G. Morales, C. Bugueño, R. Valenzuela, R. Chamorro, C. Leiva, M. Gotteland, S. Trunce-Morales, N. Pizarro-Aranguiz, S. Durán-Agüero..... 753

Efecto de la sal baja en sodio y rica en potasio basada en la dieta china DASH modificada sobre la monitorización domiciliaria de la presión arterial en pacientes con hipertensión y diabetes tipo 2: un ensayo clínico
L. Zhao, J. An, W. Luo, Y. Mei, X. Bu, S. Xian, P. Yu, H. Yao, L. Mu 761

La ingesta de proteínas vegetales en la dieta alivia el efecto adverso del comportamiento sedentario sobre la incidencia de la enfermedad renal crónica
Z. Xia, Y. Xiong 772

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 42 Julio-Agosto N.º 4

sumario

Otros

Asociación entre variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés con edad vascular y SCORE2
Á. A. López-González, E. Martínez-Almoyna Rifá, H. Paublini Oliveira, C. Martorell Sánchez, P. J. Tárraga López, J. I. Ramírez-Manent 780

Asociación causal del índice de masa corporal en la infancia con el riesgo de cáncer endometrial endometrioide: estudio de aleatorización mendeliana de dos muestras
Y. Lou, Y. Du, F. Jiang, J. Guan 790

Revisiones

Inteligencia artificial generativa ChatGPT en nutrición clínica: avances y desafíos
D. de Luis Román 797

Efecto de la percepción del gusto sobre el estado nutricio en pacientes con cáncer de mama: revisión sistemática
H. Rivas-Acosta, F. Vedrenne-Gutiérrez, F. Ramírez Monroy, M. B. Alejandro-Treviño, V. Fuchs-Tarlovsky 807

Artículo Especial

De los servicios de higiene de la alimentación al Centro Nacional de Alimentación y Nutrición: la evolución de la nutrición comunitaria en España (1933-1974)
A. Díaz Poveda, M. Tormo-Santamaría 820

Nota Clínica

Hiperfosfatemia asintomática en la realimentación tardía de un trastorno de la conducta alimentaria
E. Carrillo-López, S. Jiménez-Blanco, I. Leal-Leturia, B. Molina-Baena 828

Cartas al Director

Ensayos clínicos pragmáticos y explicativos: cómo distinguirlos
J. González Aroca, E. Madrid 834

La importancia del desarrollo de programas de alimentación y suplementación de vitamina D complementado con micronutrientes en personas con VIH/SIDA
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguin-Barraza, S. V. Flores 836

Utilidad de la minievaluación nutricional en el cribado de la sarcopenia en una muestra de personas mayores institucionalizadas: comentario
H. Daungsupawong, V. Wiwanitkit 838

Aleatorización mendeliana en nutrición: el desafío de la diversidad poblacional
S. Flores Carrasco, Á. Roco-Videla, R. Montaña 839

Nutrición Hospitalaria

Sumario

Vol. 42 Julio-Agosto N.º 4

sumario

Investigación diagnóstica en personas adultas mayores en entornos con recursos limitados
A. Kammar-García, E. Garza-Santiago, J. Mancilla-Galindo, O. Segura-Badilla, M. Lazcano-Hernández, O. Vera-López, A. R. Navarro-Cru 841

La importancia de la realización del ayuno intermitente bajo la supervisión de un profesional de la nutrición
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguin-Barraza, S. V. Flores 843

Mindfulness como estrategia emergente contra la obesidad en niños y adultos
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguín-Barraza, S. V. Flores 845

Edulcorantes sin azúcar en América Latina, una perspectiva crítica desde la salud pública
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, C. Villota-Arcos, S. V. Flores 847

El impacto de la alimentación en la disbiosis intestinal asociada a la enfermedad de Parkinson
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguín-Barraza, S. V. Flores 849

In memoriam: Dr.Gonzalo Martín Peña (1954-2025)
B. Molina Baena 851

Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

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

Summary

Vol. 42 July-August No. 4

Editorial

Current status of home enteral nutrition in Argentina
G. Lobo Támer, C. Campos Martín, N. E. Bouylaghman Akman 623

Original Papers

Artificial nutrition

Effect of an oral inmunoenhanced formula on sarcopenia and quality of life in ambulatory patients with cancer
D. de Luis, D. Primo, O. Izaola, J. J. López Gómez 625

Home enteral nutrition – An Argentinian national cross-sectional study
A. Crivelli, F. Pochettino M. F. Cascarón, G. Capurro, M. Puga, Ó. Soria, A. Flores, L. Morando, A. L. N. Martinuzzi 632

Pediatrics

Polynomial index of overweight and obesity (IPSO): a novel epidemiological approach to measure and compare body mass index/age *z*-score among populations aged 5-11
M. A. Ávila Arcos, M. Y. del Monte Vega, A. Ávila Curiel, C. Galindo Gómez, T. Shamah-Levy 641

The role of pediatric simple metabolic syndrome score and metabolic syndrome severity *z*-scores in identifying metabolic syndrome among obese adolescents
M. Büyükinan, S. Sert, A. F. Yilmaz 652

Nutrition in the elderly

Adaptation and construct validation of the Dietary Quality Survey for Older Adults (ECAPAM) in Mexico
A. E. García-Ibáñez, J. A. Bricio-Barrios, X. Trujillo, Y. Cárdenas, R. García-Rodríguez, A. J. Palacios-Fonseca, V. García-Ibáñez, M. Huerta, M. Ríos-Silva 661

Obesity and metabolic syndrome

Individualised nutritional intervention and care in patients with type 2 diabetes *mellitus* combined with a heart attack
Y. Hong, J. Kong, R. Liu 671

Association between community environment and metabolic sydrome among Chinese middle-aged and older adults — Evidence from the national longitudinal surveys from 2011 to 2015
X. Tang, F. Yao, F. Li, L. Xiao, X. Liu, F. Liu, J. Yang, S. Xu, Z. Liu, F. Hu, X. Chen 678

summary

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 42 July-August No. 4

summary

Long-term effectiveness of bariatric surgery: weight and metabolic outcomes after 10 years of follow-up
Á. M. González, M. González Nunes, N. Pena Piñeiro, M. Argibay Ulloa, F. J. Fraile Amador, J. Llópiz Castedo, S. M. Jaimes Jaimes, J. Rodríguez Pulian, T. C. Rodríguez Castiñeira, J. I. Silva Sousa, C. E. Sieiro Peña, M. G. González Valladares 686

Predictors of long-term therapeutic failure after bariatric surgery: a logistic regression model based on nutritional and metabolic parameters
Á. Martínez González, M. González Nunes, F. J. Fraile Amador, N. Pena Piñeiro, M. Argibay Ulloa, R. Ruades Patiño..... 695

Nutritional evaluation

Utility of equations that consider gross motor function to estimate height in a Mexican population of children and adolescents with cerebral palsy
A. A. García-Contreras, J. A. García-Íñiguez, D. Camacho-Buenrostro, E. M. Vásquez-Garibay, L. F. Martínez-Romero, J. Mújica-Páez, A. M. Murrieta-Verduzco, A. P. Rojas-Chávez 702

Association between Naples Prognostic Score and all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes *mellitus*
L. Chen, C. Ma, H. Xiao, F. Kong 710

Development of an anthropometric equation to estimate muscle mass in healthy Brazilian adults
B. T. Amstalden, L. R. S. Abreu, P. G. Chiarello, A. A. Jordao, M. S. Mialich 720

Prognostic nomogram for overall survival in resectable gastric cancer: incorporating prognostic nutritional index and fibrinogen
H. Guo, T. Wang, X. Jiang, J. Wang, X. Ma 728

Epidemiology and dietetics

Consumption patterns of products containing non-caloric sweeteners in Mexico
A. Romo-Romo, L. Castillo-Martínez, C. A. Aguilar-Salinas, G. X. Brito-Córdova, A. J. Martagón, P. Almeda-Valdes 738

Food intake influences the incidence of cardiovascular disease by driving cardiac remodeling — Evidence from a Mendelian randomization
B. Wang, Y. Song, Y. Fan, Z. Zhao 745

Dairy consumption in Chile: comparison by gender, age, geographic area and socioeconomic level, and barriers associated to intake
G. Morales, C. Bugueño, R. Valenzuela, R. Chamorro, C. Leiva, M. Gotteland, S. Trunce-Morales, N. Pizarro-Aranguiz, S. Durán-Agüero..... 753

Effect of low-sodium, potassium-rich salt based on the Chinese modified DASH diet on home blood pressure monitoring in patients with hypertension and type 2 diabetes — A clinical trial
L. Zhao, J. An, W. Luo, Y. Mei, X. Bu, S. Xian, P. Yu, H. Yao, L. Mu 761

Dietary plant protein intake alleviates the adverse effect of sedentary behavior on chronic kidney disease incidence
Z. Xia, Y. Xiong 772

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 42 July-August No. 4

summary

Others

Association between sociodemographic variables, healthy habits and stress with vascular age and SCORE2
Á. A. López-González, E. Martínez-Almoyna Rifá, H. Paublini Oliveira, C. Martorell Sánchez, P. J. Tárraga López, J. I. Ramírez-Manent 780

Causal association of childhood body mass index with risk of endometrioid endometrial cancer — A two-sample Mendelian randomization study
Y. Lou, Y. Du, F. Jiang, J. Guan 790

Reviews

Generative artificial intelligence ChatGPT in clinical nutrition – Advances and challenges
D. de Luis Román 797

Effect of taste perception on nutritional status in patients with breast cancer – A systematic review
H. Rivas-Acosta, F. Vedrenne-Gutiérrez, F. Ramírez Monroy, M. B. Alejandro-Treviño, V. Fuchs-Tarlovsky 807

Special Article

From food hygiene services to the National Food and Nutrition Center: the evolution of community nutrition in Spain (1933-1974)
A. Díaz Poveda, M. Tormo-Santamaría 820

Case Report

Asymptomatic hyperphosphatemia in late refeeding of an eating disorder
E. Carrillo-López, S. Jiménez-Blanco, I. Leal-Leturia, B. Molina-Baena 828

Letters to the Editor

Pragmatic and explanatory clinical trials — How to distinguish them
J. González Aroca, E. Madrid 834

The importance of developing nutritional and vitamin D supplementation programs complemented with micronutrients in people with HIV/AIDS
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguin-Barraza, S. V. Flores 836

Usefulness of the mini-nutritional assessment tool in screening for sarcopenia in a sample of institutionalized older persons — A comment
H. Daungsupawong, V. Wiwanitkit 838

Mendelian randomization in nutrition: the challenge of population diversity
S. Flores Carrasco, Á. Roco-Videla, R. Montaña 839

Nutrición Hospitalaria

Summary

Vol. 42 July-August No. 4

summary

Diagnostic research for older persons in resource-limited settings
A. Kammar-García, E. Garza-Santiago, J. Mancilla-Galindo, O. Segura-Badilla, M. Lazcano-Hernández, O. Vera-López, A. R. Navarro-Cru 841

The importance of performing intermittent fasting under the supervision of a nutrition professional
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguin-Barraza, S. V. Flores 843

Mindfulness as an emerging strategy against obesity in children and adults
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguín-Barraza, S. V. Flores 845

Sugar-free sweeteners in Latin America, a critical perspective from public health
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, C. Villota-Arcos, S. V. Flores 847

The impact of nutrition on intestinal dysbiosis associated with Parkinson's disease
Á. Roco-Videla, R. Aguilera-Eguía, M. Olguín-Barraza, S. V. Flores 849

In memoriam: Dr. Gonzalo Martín Peña (1954-2025)
B. Molina Baena 851

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.06073

Estado actual de la nutrición enteral domiciliaria en Argentina

Current status of home enteral nutrition in Argentina

Según los datos del Estudio Multicéntrico ELAN, la prevalencia de desnutrición hospitalaria en Latinoamérica es del 50,2 %, siendo severa en el 11,2 % de los casos, en Argentina esta prevalencia se eleva al 61,9 % y 12,4 %, respectivamente. Analizando los factores de riesgo significativos para desnutrición destacan el ser mayor de 60 años, presencia de infección o cáncer, hospitalización previa prolongada, pacientes de Medicina Interna, influyendo negativamente el bajo nivel socioeconómico (1).

Al igual que en otros estudios, el estado nutricional no se suele documentar en las historias clínicas, solo se reconoció en un 23,1 %, sucediendo lo mismo con el registro de peso habitual y actual, a pesar de la disponibilidad de básculas cerca de las camas de los pacientes, la albúmina sérica o la medición de talla (1).

El estudio AANEP´99 (realizado por la Asociación Argentina de Nutrición Enteral y Parenteral – AANEP) mostró que la desnutrición hospitalaria en este país no solo fue prevalente, sino que tuvo asociación con el aumento de la mortalidad, la incidencia de complicaciones infecciosas y no infecciosas y con el tiempo de estancia hospitalaria. Tras este trabajo se realizó el Estudio AANEP-2 donde analizaron los datos de 1546 individuos hospitalizados en 64 instituciones generales de agudos, públicas y privadas, de 14 provincias argentinas. La prevalencia de desnutrición hospitalaria, categorizada por la Evaluación Global Subjetiva (categorías B + C) fue de 48,1 % la cual no mostró diferencia con el 47,3 % documentada en el estudio AANEP`99 (2).

Continuando con los resultados del estudio ELAN, la terapia nutricional se prescribía a pocos pacientes: el 7,3 % recibieron suplementación oral, nutrición enteral un 5,6 % y nutrición parenteral el 2,3 %, por lo que se realizó en el año 2018, en alianza con FELANPE, la primera encuesta sobre terapia de nutrición domiciliaria (TND) en América Latina para conocer cómo es esa realidad en los países miembros. Participaron 17 países, incluidos Argentina y España. Los encuestados refirieron que la vía de acceso más utilizada para la administración de nutrición enteral (NE) fue la sonda nasogástrica/sonda nasoenteral (58,6 %), siendo la gastrostomía implementada en un 33,9 %, a pesar de que la mayoría de los pacientes eran neurológicos, destaca la baja práctica en el uso de dieta artesanal exclusiva (8 %), el 38 % dieta usan fórmulas industriales y el 54 % una combinación de ambas modalidades (1,3).

La mayoría de los países de América Latina no cuenta con una regulación legal; Brasil y Costa Rica son los únicos países donde existen políticas gubernamentales relativas a los equipos de nutrición y la práctica de la terapia nutricional. En Brasil, estas políticas se volvieron obligatorias a nivel nacional en 1998, tras la publicación de los primeros resultados del estudio brasileño Ibranutri. En República Dominicana, Paraguay y Uruguay el gobierno no financia la terapia nutricional utilizada, la cual se considera responsabilidad de los hospitales (1,3).

En Argentina el soporte nutricional se realiza a través de empresas externas de atención domiciliaria especializadas en el sector salud, y están reguladas por la Resolución 1548/2007 donde se incluye además una Guía de Práctica Clínica de Soporte Nutricional Enteral y Parenteral en Pacientes Hospitalizados y Domiciliarios, resolución que se incorpora al Programa Nacional de Garantía de Calidad a la Atención Médica con el objetivo de asegurar el acceso de todos los habitantes a los servicios de salud, con fuerte énfasis en el primer nivel de atención. El plan de cuidados nutricional es interdisciplinario y se desarrolla en colaboración con el médico de cabecera, el sistema de cuidados nutricionales domiciliarios (SCND) y el médico de seguimiento nutricional domiciliario (MSND), siendo este último el responsable de los cuidados nutricionales del paciente y actúa en colaboración con el/la enfermero/a, licenciados en nutrición, farmacéuticos y otros profesionales de la salud que se requieran (4).

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

En esta resolución se establece el seguimiento mediante datos básicos del paciente (enfermedad de base, tratamiento nutricional, fecha de inicio, tipo de fórmula, vía de acceso, entre otros) e información de su MSND, historiales que se realizan por duplicado, quedando una copia en el domicilio del paciente y otra en la sede de la empresa que brinda el servicio. Actualmente, en Argentina, no existen registros oficiales a nivel nacional, pero se está llevando a cabo una transición hacia historiales digitalizados, únicos y de fácil acceso. España es un ejemplo de seguimiento de atención domiciliaria y TND, contando con un registro nacional que ha cumplido más de 3 décadas desde sus inicios, también en registros en papel que se custodiaban en el Servicio de Nutrición del Hospital Universitario La Paz, pasando posteriormente a versión digital hasta la actualidad. En dicho registro participan alrededor de 45 hospitales de todo el territorio nacional con 4633 registros activos según los datos de las últimas publicaciones (5,6).

En el número actual de *Nutrición Hospitalaria* se publica el artículo titulado "Home enteral nutrition — An Argentinian national cross-sectional study" en el que participaron 5 equipos del sector privado de salud, representando a 5 regiones de Argentina. Cada equipo reportó los datos requeridos, manteniendo el anonimato de los pacientes; se computaron 1816 pacientes con un 69,9 % de población adulta y el resto pediátrica, coincidiendo con los datos aportados por el Grupo NADYA, la población mayoritaria presenta diagnóstico neurológico, destacando como vía principal de acceso la gastrostomía, seguido de sonda nasogástrica (7).

Una diferencia importante la constituye el hecho de que los pacientes incluidos en estos registros son individuos que presentan algún tipo de cobertura médica privada o seguro de salud o copago, contrariamente a la población española que corresponden a personas tratadas en instituciones sanitarias públicas y gratuitas.

Son muchos los países que cuentan con registros de nutrición artificial domiciliaria; el Reino Unido (BANS) y España (NADYA) son conocidos por sus informes anuales especialmente completos y accesibles. Dicha información permite comparar los resultados entre países, año de estudio, entre otros, motivando a la vez a aquellos que no cuentan con registros a su implementación y explotación de datos.

Gabriela Lobo Támer[1], Cristina Campos Martín[2], Nasr Eddine Bouylaghman Akman[3]

[1]Hospital Materno Infantil Virgen de las Nieves. Granada, España. [2]Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla, España. [3]BA Unternehmensgruppe. Frankfurt, Alemania

Bibliografía

1. Correia MI, Campos AC; ELAN Cooperative Study. Prevalence of hospital malnutrition in Latin America: The multicenter ELAN study. Nutrition 2003;19 (10):823-5. DOI: 10.1016/s0899-9007(03)00168-0
2. Deforel ML, Salinas S, Zwenger Y, Barritta R, Khoury M, Perman M. Desnutrición hospitalaria en Argentina: prevalencia y predicción de riesgo nutricional en adultos hospitalizados según seis herramientas de tamizaje nutricional (Estudio AANEP-2). Nutr Hosp 2025;42(2):265-74. DOI: 10.20960/nh.05065
3. Philomene D, van Aanholt J, Arenas H, Mitsue Sakano Niwa L, Oliveira Toledo D, Borges Dias M, et al. Encuesta hispanoamericana de terapia nutricional en servicios de asistencia domiciliaria. Rev Nutr Clin Metab 2022;5(3):6-17. DOI: 10.35454/rncm.v5n3.369
4. Ministerio de Salud Pública, Resolución 1548/2007. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1548-2007-134888
5. Wanden-Berghe C, Campos Martín C, Álvarez Hernández J, Burgos Peláez R, Matía Martín P, de la Cuerda Compés C, et. al. Registro del Grupo NADYA-SENPE de Nutrición Enteral Domiciliaria en España: años 2018 y 2019. Nutr Hosp 2022;39(1):223-9. DOI: 10.20960/nh.03663
6. Wanden-Berghe Lozano C, Campos C, Burgos Peláez R, Álvarez J, Frias Soriano L, Matia Martín MP, et. Al. Registro del grupo NADYA-SENPE de nutrición enteral domiciliaria en España; años 2016 y 2017. Nutr Hosp 2019;36(1):233-7. DOI: 10.20960/nh.02365
7. Crivelli A, Pochettino F, Cascarón MF, Capurro G, Puga M, Soria Ó, et al. Home enteral nutrition - An Argentinian national cross-sectional study. Nutr Hosp Nutr Hosp 2025;42(4):632-40. DOI: 10.20960/nh.05669

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Nutrición artificial

Effect of an oral inmunoenhanced formula on sarcopenia and quality of life in ambulatory patients with cancer

Efecto de una fórmula oral inmunomoduladora sobre la sarcopenia y la calidad de vida en pacientes ambulatorios con cáncer

Daniel de Luis, David Primo, Olatz Izaola, Juan José López Gómez

Department of Endocrinology and Nutrition. Hospital Clínico Universitario and Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Instituto de Investigación Biosanitaria de Valladolid (IBioVALL). Valladolid, Spain

Abstract

Background: patients with cancer are a group of high risk of malnutrition and sarcopenia. Inmunoenhanced oral nutritional supplements (ONS) can improve this complex situation.

Objective: the objective of our study was to assess the effectiveness of an inmunoenhanced oral nutritional supplements (ONS) on sarcopenia and quality of life (QoL) in ambulatory patients with cancer and malnutrition.

Material and methods: 158 ambulatory patients with cancer were recruited. A biochemical, anthropometric, impedance measurement, nutritional survey, muscle ultrasound and EQ5D quality of life test were performed before and after 12 weeks of intervention with 2 bricks per day of an immunoenhanced ONS.

Results: the mean age was 69.2 ± 10.9 years ($n = 158$). At baseline, 43.7 % were classified as severe malnutrition with GLIM criteria; following the intervention, 33.7 % were reclassified as severe malnutrition status ($p = 0.013$). After dietary intervention, handgrip strength (1.7 ± 0.3 kg; $p = 0.02$), proteins (0.7 ± 0.2 g/dL; $p = 0.01$), albumin levels (0.8 ± 0.2 g/dL; $p = 0.03$), skeletal muscle index (5.4 ± 0.1 kg/m^2; $p = 0.01$), appendicular skeletal mass (3.2 ± 0.3 kg/m^2; $p = 0.02$) and appendicular skeletal mass index (2.5 ± 0.3 kg/m^2; $p = 0.01$) improved. At the beginning of the study, 29.1 % of the patients presented according to the EWGSOP2 criteria, which decreased to 20.9 % after nutritional treatment ($p = 0.01$). The overall EQ-5D index score did not demonstrate a significant improvement following 12 weeks of supplementation. Analysis of the EQ-5D dimensions showed a significant improvement in the percentages ("no problems") of mobility dimension and usual activities dimensions.

Conclusions: the use of an inmunoenhanced ONS in real-world life study with patients with cancer shows a beneficial effect on nutritional parameters, sarcopenia and quality of life.

Keywords:

Quality of life. Cancer. Immunomodulatory formula. Sarcopenia.

Received: 29/11/2024 • Accepted: 16/05/2025

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare that they did not use artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

De Luis D, Primo D, Izaola O, López Gómez JJ. Effect of an oral inmunoenhanced formula on sarcopenia and quality of life in ambulatory patients with cancer. Nutr Hosp 2025;42(4):625-631

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05654

Correspondence:

Daniel de Luis Román. Department of Endocrinology and Nutrition. Hospital Clínico Universitario. Av. Ramón y Cajal, 3. 47003 Valladolid, Spain
e-mail: dadluis@yahoo.es

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Antecedentes: los pacientes con cáncer son un grupo con alto riesgo de desnutrición y sarcopenia. Los suplementos nutricionales orales (SON) con componentes inmunoestimulantes pueden mejorar esta compleja situación.

Objetivo: el objetivo de nuestro estudio fue evaluar la efectividad de un suplemento nutricional oral inmunoestimulante (SON) en la sarcopenia y la calidad de vida (QoL) de pacientes ambulatorios con cáncer y desnutrición en un entorno clínico real.

Material y métodos: se reclutaron 138 pacientes ambulatorios con cáncer y desnutrición que recibieron 2 envases de un ONS inmunoestimulante al día. Se realizaron evaluaciones bioquímicas, antropométricas, bioimpedancia, encuestas nutricionales, ecografía muscular y un test de calidad de vida EQ-5D antes y después de 12 semanas de intervención.

Resultados: se incluyó un total de 138 pacientes con una edad media de 69,2 ± 10,9 años. Al inicio del estudio, el 43,7 % fueron clasificados con desnutrición severa según los criterios de GLIM. Tras la intervención, el 33,7 % permanecieron en estado de desnutrición severa ($p = 0,013$). Después de la intervención dietética se observaron mejoras en la fuerza de prensión manual (1,7 ± 0,3 kg; $p = 0,02$), proteínas totales séricas (0,7 ± 0,2 g/dL; $p = 0,01$), niveles de albúmina (0,8 ± 0,2 g/dL; $p = 0,03$), índice de masa muscular (5,4 ± 0,1 kg/m²; $p = 0,01$), masa muscular apendicular (3.2 ± 0,3 kg/m²; $p = 0,02$) y índice de masa muscular apendicular (2,5 ± 0,3 kg/m²; $p = 0,01$). Al inicio, el 29,1 % de los pacientes presentaban sarcopenia, cifra que disminuyó al 20,9 % tras el tratamiento nutricional ($p = 0,01$). El índice global de EQ-5D no mostró una mejora significativa después de las 12 semanas de suplementación. Sin embargo, el análisis de las dimensiones del EQ-5D evidenció una mejora significativa en los porcentajes "sin problemas" de las dimensiones de movilidad y actividades habituales.

Conclusiones: el uso de un SON inmunoestimulante en un estudio de vida real de pacientes con cáncer muestra un efecto beneficioso en los parámetros nutricionales, la sarcopenia y la calidad de vida.

Palabras clave:

Calidad de vida. Cáncer. Fórmula inmunomoduladora. Sarcopenia.

INTRODUCTION

Malnutrition is a common complication among patients with cancer, primarily due to the oncological process itself and the treatments administered, including radiotherapy, surgery, and/or chemotherapy (1). This condition is linked to elevated morbidity and mortality rates, an increased likelihood of complications (2), extended hospitalizations (3), suboptimal responses to the aforementioned adjuvant therapies (3), and a diminished quality of life (QoL) (4). Patients with cancer are consequently at an elevated risk of developing sarcopenia, a condition that worsens all the previously described outcomes (5). In sarcopenia there is a loss of muscle mass and functionality, the situation worsening when malnutrition is associated with an underlying inflammation pattern (6). These metabolic disruptions are largely attributed to the overproduction of pro-inflammatory cytokines (7). Recently, novel formulations containing defined amounts of essential amino acids, omega-3 fatty acids, and nucleotides have been developed to enhance immune function. These formulations are commonly referred to as immunonutrition or pharmaconutrition, reflecting their pharmaceutical-like effects compared to standard nutritional support (8). The intricate interplay of inflammation, immune responses, and nutritional status observed in patients with cancer has prompted researchers to investigate whether specific nutrients, provided in supraphysiological doses as part of these defined nutrient combinations, could serve as substrates to modulate the inflammatory response and clinical outcomes (9).

Some studies in patients with cancer have demonstrated that nutritional counseling significantly enhances energy and protein intake, as well as quality of life (QoL) scores (10,11). The European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) guidelines (12,13) advocate for the use of inmunoenhanced formulas in patients with cancer and oral nutritional supplements (ONS) have shown efficacy in routine clinical practice (14). However, limited studies have specifically assessed the role of inmunoenhanced oral nutritional supplements (ONS) in ambulatory patients with cancer (15-17). Notably, no studies in the literature have investigated the impact of inmunoenhanced ONS on sarcopenia and QoL in outpatients with cancer (15).

The objective of our study was to assess the effectiveness of an inmunoenhanced oral nutritional supplements (ONS) on sarcopenia and quality of life (QoL) in ambulatory patients with cancer and malnutrition within a real-world clinical setting.

MATERIALS AND METHODS

SUBJECTS

Data were prospectively collected over 12 weeks at a single hospital from ambulatory patients with cancer who were not receiving surgical treatment during the study period. The study included 138 patients with cancer and malnutrition. Malnutrition was evaluated with (Global Leadership Initiative on Malnutrition) (GLIM) criteria (18). Participation required providing written informed consent after reviewing the study protocol. Exclusion criteria included a formal contraindication for oral nutrition, a life expectancy of less than six months, planned surgical treatment within three months of the study, psychological conditions potentially interfering with product consumption, allergy or intolerance to any ingredient in the formula, or any condition that, in the investigator's judgment, could hinder the evaluation of the formula or pose an undue risk to the patient. The study was approved by the Clinical Trials Committee of HCUV (PI17-491), and all participants provided written informed consent before initiating the study protocol.

All patients received two daily bricks of Atempero® (Nutrisens, Badajoz, Spain). The composition of this ready-to-drink oral nutritional supplement (ONS) (200 ml per serving) is detailed in table I. It delivers an energy density of 1.5 kcal/ml and contains protein sourced from casein (8.3 g per 100 ml). The fat content (5 g per 100 ml) includes 1.6 g polyunsaturated fats, providing 399 mg

of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosohexaenoico (DHA) per 100 ml. Additionally, it contains 1.7 g of fiber, 200 mg of nucleotides and 1 g of arginine per 100 ml.

At baseline and 12 weeks post-intervention, the following variables were assessed: body weight, height, body mass index (BMI), malnutrition stage with GLIM criteria (18), sarcopenia status based on the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) criteria (19), nutritional biochemistry, bioimpedance analysis (BIA), a three-day dietary record, adverse effects related to the formula, compliance, and quality of life using the EuroQol-5D (EQ-5D) assessment tool (20).

ANTHROPOMETRIC, BIA, SARCOPENIA, ULTRASOUND EVALUATION AND ANALYTICAL ASSESSMENTS

Body weight and height were measured for all patients using an Omron® device (Model, LA, CA), and BMI was calculated using the formula: body weight (kg) / height (m^2). Body composition was evaluated through bioimpedance analysis (Akern EFG, Pisa, Italy). Resistance and reactance were determined and the phase angle was calculated. Skeletal muscle mass (SM), skeletal muscle mass index (SMI), appendicular skeletal muscle mass (ASM) and appendicular skeletal muscle mass index (ASMI) were calculated. Sarcopenia assessment followed EWGSOP2 criteria to identify confirmed cases based on probable sarcopenia criteria plus abnormal (skeletal muscle index) SMI detected through BIA (< 7.0 kg/m^2 for men, and < 5.5 kg/m^2 for women) (19). Ultrasound assessments in the dominant leg of the unilateral right rectus femoris muscle (RF) and vastus intermedius muscle (VI) were performed using a portable ultrasound system with a 4-10 cm linear probe (Midray Z60, Madrid, Spain). The measurements were taken on the anterior thigh region while the patient lay supine with extended and relaxed knees. The acquisition site was located two-thirds along the length of the femur, between the anterior superior iliac spine and upper edge of patella. The circumference (RFC), area (RFA), X-axis (X-RF) and Y-axis (YRF) of the rectus femoris (RF) were measured. Finally, handgrip strength was measured with the Jamar dynamometer (J. A. Preston Corporation, New York, NY, USA) on the dominant hand.

Fasting blood samples were collected at baseline and after 12 weeks of nutritional intervention to analyse glucose, sodium, potassium, creatinine, albumin, prealbumin, C reactive protein and transferrin levels using a Hitachi analyser (ATM, Mannheim, Germany).

NUTRITIONAL INTERVENTION, COMPLIANCE AND QUALITY OF LIFE ASSESSMENT

At baseline, patients were instructed to consume two bricks of the prescribed oral nutritional supplement (ONS) daily (composition detailed in Table I). To evaluate dietary intake, participants completed three-day dietary intake records (two weekdays and one weekend day) at baseline and 12 weeks. Total average energy and macronutrient intake were calculated using DietSource 3.0 software (Nestlé®, Switzerland) with reference to national food composition tables (21). Total dietary intake was determined by combining ONS consumption with spontaneous food intake, as recorded in the dietary diaries. Patients documented the number of ONS servings consumed daily to monitor adherence. Daily physical activity was recorded by each patient in a self-administered questionnaire, with a final sum of physical activity scores.

Table I. Nutritional composition of Atempero®, each brick 200 ml

		100 ml
Energy	kcal kJ	163 675
Protein	g	9.0
Carbohidrates Sugars	g g	19.1 13.6
Fats Saturate Monounsaturate Polyunsaturate EPA + DHA L-arginine Nucleotides	g g g g mg g mg	5.30 1.2 2.3 1.6 399 1.0 200
Fiber	g	0.27

Adverse events (AEs) were tracked throughout the study using a daily log. Gastrointestinal symptoms potentially related to ONS consumption, such as diarrhea, nausea, and vomiting, were recorded as binary outcomes.

The EQ-5D tool was administered at baseline and after 12 weeks. This validated, non-disease-specific, and standardized instrument assesses quality of life across five dimensions: mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression. Each dimension is rated on three severity levels (no problems, some problems, extreme problems). These responses are converted into a single summary score (EQ-5D index) using predefined value sets (20), ranging from 1 (optimal health) to 0 (worst health state). The test also has a visual scale that goes from 0 (worst quality) to 100 (best quality).

STATISTICAL ANALYSIS

The sample size calculation was based on an expected improvement in the sarcopenia rate of 5 %. This calculation determined a required sample size of $n = 130$, assuming a type I error (α\alpha) of < 0.05 and 80 % statistical power. Quantitative variables following a normal distribution were analysed using paired or unpaired two-tailed Student's t-tests. For non-parametric variables, the Wilcoxon signed-rank test was applied.

Qualitative variables were assessed using the Chi-squared test, with Fisher's correction applied when expected cell counts were $n < 5$. All statistical analyses were conducted using SPSS version 23.0 (IBM, IL, USA), with results considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS

A total of 138 patients were enrolled in the study, with a mean age of 69.2 ± 10.9 years. The cohort comprised 59 (42.8 %) women and 79 (57.2 %) men. Cancer diagnoses were distributed across four primary sites: digestive tract (85 patients, 61.5 %), pancreas (17 patients, 12.3 %), head and neck (12 patients, 8.7 %), and other locations (24 patients, 17.5 %).

ANTHROPOMETRIC AND BIOCHEMICAL VARIABLES

Weight loss in the 12 weeks prior to the start of nutritional treatment was 9.6 ± 3.5 kg compared to a variation of -0.3 ± 0.8 kg during treatment ($p = 0.001$); in percentage terms, the previous variation was -10.1 % compared to -0.2 % ($p = 0.001$) during nutritional treatment. At baseline, 43.7 % were classified as severe malnutrition with GLIM criteria, following the intervention, 33.7 % were reclassified as severe malnutrition status ($p = 0.013$). Table II outlines the changes in anthropometric and biochemical parameters following the nutritional intervention. No significant changes were detected in BMI, body weight and calf circumference. In contrast, handgrip strength revealed significant increases (1.7 ± 0.3 kg; $p = 0.02$). The only significant modification detected in the biochemical values was in total proteins levels (0.7 ± 0.2 g/dL; $p = 0.01$) and albumin levels (0.8 ± 0.2 g/dL; $p = 0.03$). The remaining biochemical parameters did not show statistically significant changes.

Table III shows the variables obtained by RF impedance and ultrasound. During this 12-week intervention, patients improved the levels of reactance (4.9 ± 0.1 ohm; $p = 0.03$), phase angle (0.3 ± 0.1°; $p = 0.03$), SMI (5.4 ± 0.1 kg/m^2; $p = 0.01$), ASM (3.2 ± 0.3 kg/m^2; $p = 0.02$) and ASMI (2.5 ± 0.3 kg/m^2; $p = 0.01$). Although all the ultrasound parameters increased, statistical significance was not reached. At the beginning of the study, 29.1 % of the patients presented sarcopenia according to the EWGSOP2 criteria, which decreased to 20.9 % after nutritional treatment ($p = 0.01$).

DIETARY INTAKE AND TOLERANCE

Table IV summarizes changes in dietary intake, assessed through a 3-day food diary, which included the two daily bricks of Atempero®. Following the nutritional intervention, significant increases were observed in energy intake (409.1 ± 22.1 cal/day; $p = 0.02$), carbohydrate intake (44.8 ± 10.1 g/day; $p = 0.01$),

Table II. Classical anthropometric parameters and biochemical values

Parameters	Basal	12 weeks	*p*
Body weight (kg)	62.9 ± 3.1	61.8 ± 1.3	0.15
BMI (kg/m^2)	23.4 ± 1.3	23.2 ± 1.4	0.28
Calf circumference (cm)	32.7 ± 4.1	32.6 ± 3.2	0.19
Handgrip strength (kg)	23.1 ± 4.0	24.8 ± 3.1	0.02
Glucose (mg/dl)	98.2 ± 11.1	95.5 ± 9.3	0.37
Creatinin (mg/dl)	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.4	0.32
Sodium (mEq/L)	137.6 ± 3.2	139.1 ± 4.0	0.21
Potassium (mEq/L)	4.2 ± 0.4	4.3 ± 0.1	0.36
Total proteins (g/dl)	6.1 ± 0.4	6.8 ± 0.2*	0.01
Prealbumin (mg/dl)	21.7 ± 3.2	22.5 ± 3.1	0.19
Transferrin (mg/dl)	227.9 ± 34.1	234.6 ± 27.2*	0.12
Albumin (g/dl)	3.4 ± 0.3	4.2 ± 0.4*	0.03
C-reactive protein (mg/dl)	13.7 ± 3.3	12.4 ± 5.4	0.48

Table III. Bioimpedance and rectus femoris ultrasound parameters

Parameters	Basal	12 weeks	*p*
Resistance (ohm)	576.2 ± 96.1	570.8 ± 81.3	0.25
Reactance (ohm)	48.0 ± 2.3	52.7 ± 1.4*	0.03
Phase angle (°)	4.7 ± 0.3	5.0 ± 0.2*	0.03
SM (kg)	20.2 ± 4.0	23.6 ± 1.2	0.06
SMI (kg/m^2)	8.8 ± 3.1	14.2 ± 2.3*	0.01
ASM (kg)	8.9 ± 3.0	13.1 ± 2.4*	0.02
ASMI (kg/m^2)	11.4 ± 3.2	13.9 ± 4.0*	0.01
Fat mass (kg)	16.9 ± 2.1	16.0 ± 3.0	0.41
RFC (cm)	8.4 ± 1.4	8.6 ± 1.1	0.36
RFA (cm^2)	3.2 ± 0.2	3.3 ± 0.3	0.38
RFAI (cm^2/m^2)	1.2 ± 0.4	1.3 ± 0.3	0.21
X-RF (cm)	0.70 ± 0.1	0.71 ± 0.2	0.22
Y-RF (cm)	1.07 ± 0.2	1.08 ± 0.3	0.43

*SM: skeletal muscle mass; SMI: skeletal muscle mass index; ASM: appendicular skeletal muscle mass; ASMI: appendicular skeletal muscle mass index; RFC: rectus femoris circumference; RFA: rectus femoris area; RFAI: rectus femoris area index. *p < 0.05.*

Table IV. Dietary intake with diet and ONS

Parameters	Basal	12 weeks	*p*
Calories (cal/day)	1496.7 ± 413.9	1838.4 ± 412.1*	0.02
Carbohydrates (g/day)	160.2 ± 39.0	204.5 ± 42.3*	0.01
% Carbohydrates in TCV	44.1 %	45.4 %	0.53
Proteins (g/day)	65.6 ± 14.1	86.5 ± 13.2*	0.02
% Proteins in TCV	17.7 %	20.3 %	0.21
Fats (g/day)	61.1 ± 10.1	68.4 ± 5.2*	0.02
% Fats in TCV	38.2 %	35.3 %	0.38
Fiber (g/day)	13.1 ± 4.2	16.7 ± 5.0	0.40
EPA + DHA (mg/day)	240.4 ± 28.1	1789.7 ± 99.6	0.001
Minutes exercise per day	54.8 ± 8.1	61.3 ± 6.6	0.31

*TCV: total caloric value. *p < 0.05.*

protein intake (21.0 ± 4.2 g/day; $p = 0.02$), total fat intake (7.3 ± 2.1 g/day; $p = 0.02$), and EPA+DHA intake (1539.4 ± 239.2 mg/day; $p = 0.001$). The macronutrient distribution as a percentage of total caloric intake remained stable after 12 weeks and physical activity, too.

The oral nutritional supplement (ONS) accounted for an average of 30.5 % of total caloric intake at 12 weeks, including 20.5 % of carbohydrate intake, 27.7 % of protein intake, and 24.2 % of fat intake. Compliance was robust, with all patients adhering to the protocol and consuming two servings of the supplement daily. The mean compliance rate was 83.4 % of the prescribed bricks over 12 weeks, corresponding to an average of 1.8 ± 0.3 bricks per day. Gastrointestinal tolerance was generally favourable, with nausea and vomiting reported in only 2 patients (1.3 %) and diarrhea in 6 patients (3.8 %) during the treatment period. No patients discontinued the intervention due to intolerance.

QUALITY OF LIFE

The overall EQ-5D index score did not demonstrate a significant improvement following 12 weeks of supplementation (0.83 ± 0.31 at baseline vs. 0.85 ± 0.13 post-intervention; $p = 0.28$). The test also has a visual scale that reported similar scores (60.6 ± 9.31 at baseline vs. 64.2 ± 8.1 post-intervention; $p = 0.31$). Analysis of the five EQ-5D dimensions showed a significant higher proportion of patients reporting "no problems" after the oral nutritional supplement (ONS) intervention, in mobility dimension: 80.7 % at baseline increased to 93.6 % at three months ($p = 0.03$) and usual activities: 82.2 % at baseline improved to 92.3 % at three months ($p = 0.04$). The remaining areas (pain or discomfort (77.0 % vs 73.1 %), anxiety or depression (67.9 % vs 61.5 %) and self-care (89.3 % vs 94.4 %) improve during dietary intervention but without reaching a significant level.

DISCUSSION

Our study highlights that ambulatory patient's supplementation with an immunoenhanced oral nutritional supplement (ONS) over 12 weeks improves serum visceral protein levels, nutritional status, sarcopenia and some dimensions of quality of life (QoL).

Malnutrition and immunosuppression are significant challenges in patients with cancer. Existing evidence indicates that enteral nutrition enriched with omega-3 fatty acids, arginine, and other immunonutrients can reduce postoperative complications (22).

However, most research focuses on total tube feeding, with limited data on ambulatory cancer patients using this type of ONS (15-17). As our study, real-world evidence studies, which capture data from routine clinical practice rather than controlled settings, provide valuable insights into treatment outcomes and patient with cancer care (23). These designs without a placebo arm, as opposed to randomized clinical trials, are more pragmatic, especially in patient populations with problems in dietary adherence, such as cancer patients.

Our findings indicate that immunoenhanced ONS increased serum protein concentrations and promoting significant body weight stabilization, stopping the previous weight loss that was present before the supplementation. Our results are consistent with studies in pancreatic cancer patients, where omega-3 fatty acids intake of approximately 2 g/day was linked to body weight maintenance and lean mass gain (24). In our study, patients consumed an average of 1.8 g of EPA+DHA per day. Similarly, research on head and neck cancer patients demonstrated improved protein levels without significant body weight changes with omega-3-enriched supplementation (25). Additionally, patients in our study achieved significant increases in caloric and macronutrient intake, accompanied by high compliance rates of ONS intake in this real-world setting. This contrasts with some clinical trials where immunoenhanced ONS did not significantly enhance intake, often due to appetite suppression caused by concurrent treatments like chemotherapy (26). However, data in the literature are contradictory, including those involving radiotherapy, have reported increased intake during ONS interventions (10).

In our study, the reduction of patients diagnosed with sarcopenia (19) was striking, in relation to the increase in muscle mass detected by impedance measurement, and the increase in strength by dynamometry, without relevant findings with the ultrasound of the rectus femoris muscle. Omega 3 supplementation might produce benefit for muscle mass and strength through different mechanisms such as; anabolic effect on muscle protein, anti-catabolic effect on muscle protein, modulation

of mitochondrial functioning, motor and neuroprotective neuron excitability properties and decrease of insulin resistance (27,28). While the proposed benefits of omega-3 PUFA supplementation in managing sarcopenia are encouraging, evidence from randomized controlled trials (RCTs) remains inconsistent (29). This variability may be attributed to two key factors. First, the effectiveness of fish oil supplements in addressing sarcopenia appears to depend on the dosage used, with different doses in clinical trials (29). Second, the inclusion of a placebo in study designs may influence outcomes due to the potential placebo effect commonly observed in nutritional clinical trials. In our work it is also necessary to take into account that the immunogenic formula had, in addition to omega 3, other immunonutrients, such as arginine and nucleotides. Arginine is a non-essential amino acid that becomes essential in stress situations. It is an important amino acid for immune cells, and a precursor of nitric oxide and hydroxyproline, playing a relevant role in repair processes (30). Nucleotides are compounds derived from pyrimidine or purine. These molecules intervene in the immune system, tissue differentiation and growth (31), too. Both molecules may play a relevant role in muscle health (30,31).

Finally, the improvement in some dimensions of quality of life (mobility and usual activities), found in our study, may be related to this increase in muscle mass and its functionality. Quality of life is a multidimensional construct influenced by physical and psychological factors, closely tied to nutritional status (32). High adherence to ONS likely played a key role in these outcomes, as compliance is critical to achieving therapeutic benefits. Conversely, better health status and QoL may enhance patient motivation for continued adherence, creating a reinforcing positive cycle.

This study has several limitations. First, the intervention was relatively short (12 weeks), and the patient population was heterogeneous in terms of cancer locations. Second, the lack of a control group prevents definitive attribution of observed benefits solely to the inmmunoenhanced ONS. Additionally, nutritional intake was assessed using subjective 3-day dietary records, which may introduce reporting bias. Despite these limitations, this study demonstrates the efficacy, tolerability, and high compliance of inmmunoenhanced ONS in improving sarcopenia, QoL and nutritional parameters, supporting its applicability in routine clinical practice. Finally, the use of different techniques to determine muscle mass, such as calf circumference, raw electrical data from BIA, muscle mass data from BIA, and ultrasound of the rectus femoris muscle, allows us to have objective data on this improvement in sarcopenia and also to show how some techniques are not able to detect the improvement in muscle mass in these patients.

In conclusion, the use of an inmmunoenhanced ONS in ambulatory patients with cancer, evaluated within a real-world context, yields substantial improvements in nutritional status, sarcopenia and QoL. Further research is warranted to explore the impact of this type of ONS across diverse cancer populations, focusing on both nutritional and QoL outcomes.

REFERENCES

1. McGough C, Baldwin C, Frost G, Andreyev HJN. Role of nutritional intervention in patients treated with radiotherapy for pelvic malignancy. Br J Cancer 2004;90:2278-87. DOI: 10.1038/sj.bjc.6601868
2. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. Clin Nutr 2003;22:235-9. DOI: 10.1016/s0261-5614(02)00215-7
3. Naber THJ, Schermer T, Bree A, Nusteling K, Eggink L, Kruimel JW, et al. Prevalence of malnutrition in nonsurgical hospitalized patients and its association with disease complications. Am J Clin Nutr 1997;66:1232-9. DOI: 10.1093/ajcn/66.5.1232
4. Schattner M, Shike M. Nutrition support of the patient with cancer. In: Shils ME, et al. (eds). Modern nutrition in health and disease. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. *p.* 1290-313.
5. Wang CC, Liu HC, Lin WL, Wu LM, Guo HR, Huang SC, et al. Osteosarcopenia in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore) 2024;103(45):e40476. DOI: 10.1097/MD.0000000000040476
6. Evans MJ, Morley JE, Argilés J, Bales C, Baracos V, Guttridge D, et al. Cachexia: a new definition. Clin Nutr 2008;27:793-9. DOI: 10.1016/j.clnu.2008.06.013
7. Barber MD, Ross JA, Fearon KC. Cancer cachexia. Surg Oncol 1999;8:133-41. DOI: 10.1016/s0960-7404(99)00045-6
8. Dupertuis YM, Meguid MM, Pichard C. Advancing from immunonutrition to a pharmaconutrition: a gigantic challenge. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2009;12(4):398-403. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32832c4ce1
9. Kreymann KG. Early nutrition support in critical care: a European perspective. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2008;11:156-9. DOI: 10.1097/MCO.0b013e3282f44c41
10. Ravasco P, Monteiro-Grillo I, Marques Vidal P, Camilo ME. Dietary counseling improves patient outcomes: a prospective, randomized, controlled trial in colorectal cancer patients undergoing radiotherapy. J Clin Oncol 2005;23:1431-8. DOI: 10.1200/JCO.2005.02.054
11. Izaola O, Primo D, López JJ, Torres B, Gómez Hoyos E, de Luis DA. Estudio en vida real de un suplemento oral enriquecido con ácidos grasos ω-3 en pacientes ambulatorios oncológicos: efecto sobre la calidad de vida y los parámetros nutricionales [Real-world study in oncological outpatients of an oral supplement enriched with ω-3 fatty acids - effect on quality of life and nutritional parameters]. Nutr Hosp 2021;38:1132-7. DOI: 10.20960/nh.03514
12. Arends J, Bachmann P, Baracos V, Barthelemy N, Bertz H, Bozzetti F, et al. ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients. Clin Nutr 2017;36(1):11-48. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.07.015
13. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. Clin Nutr 2017;36(3):623-50. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.02.013
14. Stratton RJ, Elia M. Encouraging appropriate, evidence based use of oral nutritional supplement. Proc Nutr Soc 2010;69:477-87. DOI: 10.1017/S0029665110001977
15. de Luis DA, de la Fuente B, Izaola O, Martin T, Cuellar L, Terroba MC. Clinical effects of a hypercaloric and hyperproteic oral suplemment enhanced with W3 fatty acids and dietary fiber in postsurgical ambulatory head and neck cancer patients. Nutr Hosp 2014;31:759-63. DOI: 10.3305/nh.2015.31.2.8481
16. de Luis DA, Izaola O, Cuellar L, Terroba MC, Ventosa M, Martin T, et al. Clinical effects of a w3 enhanced powdered nutritional formula in postsurgical ambulatory head and neck cancer patients. Nutr Hosp 2013;28:1463-7. DOI: 10.3305/nh.2013.28.5.6662
17. de Luis DA, Izaola O, Aller R, González-Sagrado M, Cuellar L, Terroba MC, et al. Influence of a W3 fatty acids oral enhanced formula in clinical and biochemical parameters of head and neck cancer ambulatory patients. An Med Interna 2008;25:275-8.
18. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM Criteria for the Diagnosis of Malnutrition—A Consensus Report from the Global Clinical Nutrition Community. Clin Nutr 2019;38:1-9. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.002
19. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. Age Ageing 2019;48:16-31. DOI: 10.1093/ageing/afz046
20. Balestroni G, Bertolotti G. L'EuroQol-5D (EQ-5D): uno strumento per la misura della qualità della vita [EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring

quality of life]. Monaldi Arch Chest Dis 2012;78:155-9. DOI: 10.4081/monaldi.2012.121
21. Mataix J, Mañas M. Tablas de composición de alimentos españoles. Ed: University of Granada; 2003.
22. Stableforth WD, Thomas S, Lewis SJ. A systematic review of the tole of immunonutrition in patients undergoing surgery for head and neck cancer. Int J Oral Maxillofac Surg 2009;38:103-10. DOI: 10.1016/j.ijom.2008.12.008
23. Pedrazzoli P, Caccialanza R, Cotogni P, Degli Esposti L, Perrone V, Sangiorgi D, et al. The Advantages of Clinical Nutrition Use in Oncologic Patients in Italy: Real World Insights. Healthcare (Basel) 2020;8:125. DOI: 10.3390/healthcare8020125
24. Wigmore SJ, Ross JA, Falconer JS. The effect of polyunsaturated fatty acids. Nutrition 1996;12(suppl):27-30. DOI: 10.1016/j.endoen.2015.08.003
25. Izaola O, de Luis DA, Cuellar L, Terroba MC, Ventosa M, Martin T, et al. Influence of an immuno-enhanced formula in postsurgical ambulatory patients with head and neck cancer. Nutr Hosp 2010;25:793-6.
26. Poulsen GM, Pedersen LL, Østerlind K, Bæksgaard L, Andersen JR. Randomized trial of the effects of individual nutritional counseling in cancer patients. Clin Nutr 2014;33:749-53. DOI: 10.1016/j.clnu.2013.10.019
27. Yoshino J, Smith GI, Kelly SC, Julliand S, Reeds DN, Mittendorfer B. Effect of dietary *n*-3 PUFA supplementation on the muscle transcriptome in older adults. Physiol Rep 2016;4(11):e12785. DOI: 10.14814/phy2.12785
28. Lim SN, Huang W, Hall JC, Ward RE, Priestley JV, Michael-Titus AT. The acute administration of eicosapentaenoic acid is neuroprotective after spinal cord compression injury in rats. Prostaglandins Leukot Ess Fat Acids 2010;83:193-201. DOI: 10.1016/j.plefa.2010.08.003
29. Tseng PT, Zeng BY, Zeng BS, Liao YC, Stubbs B, Kuo JS, et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in sarcopenia management: A network meta-analysis of randomized controlled trials. Ageing Res Rev 2023;90:102014. DOI: 10.1016/j.arr.2023.102014
30. Gerlach AT, Murphy C. An update on nutrition support in the critically ill. J Pharm Pract 2011;24:70-7. DOI: 10.1177/0897190010388142
31. Osland E, Hossain MB, Khan S, Memon MA. Effect of timing of pharmaconutrition (immunonutrition) administration on outcomes of elective surgery for gastrointestinal malignancies: a systematic review and meta-analysis. JPEN J Parenter Enter Nutr 2014;38:53-69. DOI: 10.1177/0148607112474825
32. Hernández-Galiot A, Goñi I. Quality of life and risk of malnutrition in a home-dwelling population over 75 years old. Nutrition 2017;35:81-6. DOI: 10.1016/j.nut.2016.10.013

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Nutrición artificial

Home enteral nutrition – An Argentinian national cross-sectional study

Nutrición enteral domiciliaria: un estudio transversal nacional argentino

Adriana Crivelli, Fabricio Pochettino, María Fernanda Cascarón, Gabriela Capurro, Marcelo Puga, Óscar Soria, Agustín Flores, Lucas Morando, Andrés Luciano Nicolás Martinuzzi

Nutrihome S.A. Buenos Aires, Argentina

Abstract

Introduction: home enteral nutrition (HEN) is an essential medical procedure for patients unable to meet nutritional requirements through oral intake. Globally, HEN practices vary due to differences in healthcare systems and patient populations, but data from Latin America, particularly Argentina, are scarce. This study aimed to describe HEN practices and outcomes within a private healthcare service in Argentina.

Methods: a retrospective cross-sectional study was conducted, including all adult and pediatric patients receiving HEN in April 2023. Data on demographic, clinical, nutritional, and HEN characteristics were collected. Nutritional regimens, access methods, infusion modalities, and complications were analysed. Statistical analysis included descriptive and comparative tests, with $p < 0.05$ considered significant.

Results: among 1,816 patients (1,269 adults, 547 children), neurological conditions were the leading indication for HEN (adults: 77.9 %, paediatric: 67.8 %), followed by oncological conditions (adults: 11.7 %, paediatric: 1.3 %). Gastrostomy was the predominant access method, and non-continuous infusion was most common (cyclic in adults, intermittent in paediatric). Complication rates related to nutrition access were low (adults: 2.3 %, paediatric: 2.9 %), with tube dislodgement and ostomy leakage as the most frequent issues. Nutritional formulas were prescribed based on caloric and protein needs, with no significant differences in complication rates between formula types.

Conclusion: this first Latin American study on HEN highlights the predominance of neurological conditions, the preference for gastrostomy access, and non-continuous feeding. The low complication rates suggest the safety of HEN, underscoring the need for standardized data collection and regulation to optimize care and outcomes in Argentina.

Keywords:

Home enteral nutrition. Argentina. Neurological conditions. Nutritional support. Complications. Healthcare practices.

Received: 13/12/2024 • Accepted: 02/04/2025

Consent of publication: Our manuscript does not contain any personal data nor any individual information.

Availability of data and materials: The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors´ contribution: All intellectual and scientific contributions, as well as the accuracy and integrity of the data presented, remain the sole responsibility of the authors. The final manuscript was thoroughly reviewed and approved by the authors to ensure compliance with ethical and professional standards for scientific publication. Following our ethical obligation as researchers, we must report that AM, AC are employees and Medical Directors of NUTRIHOME-SA.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Declaration of generative AI & AI-assisted technologies in the writing process: Artificial intelligence (AI) tools, specifically ChatGPT (OpenAI, GPT-4), were used in the preparation of this manuscript to improve the clarity of English grammar, spelling, and language structure. These tools were employed to enhance the readability and presentation of the text but were not used to generate scientific content, interpret data, or influence the study's conclusions.

Crivelli A, Pochettino F, Cascarón MF, Capurro G, Puga M, Soria Ó, Flores A, Morando L, Martinuzzi ALN. Home enteral nutrition – An Argentinian national cross-sectional study. Nutr Hosp 2025;42(4):632-640

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05669

Correspondence:

Andrés Luciano Nicolás Martinuzzi. Nutrihome S.A. Buenos Aires, Argentina
e-mail: andres.martinuzzi@nutrihome.com.ar

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: la nutrición enteral domiciliaria (NED) es un procedimiento médico esencial para pacientes que no pueden satisfacer sus requerimientos nutricionales a través de la ingesta oral. A nivel mundial, las prácticas de NED varían debido a diferencias en los sistemas de salud y en las poblaciones de pacientes, pero los datos de América Latina, particularmente de Argentina, son escasos. Este estudio tuvo como objetivo describir las prácticas y resultados de la NED dentro de un servicio de salud privado en Argentina.

Métodos: se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal que incluyó a todos los pacientes adultos y pediátricos que recibieron NED en abril de 2023. Se recopilaron datos demográficos, clínicos, nutricionales y características relacionadas con la NED. Se analizaron los regímenes nutricionales, métodos de acceso, modalidades de infusión y complicaciones. El análisis estadístico incluyó pruebas descriptivas y comparativas, considerando significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados: se incluyeron 1816 pacientes (1269 adultos, 547 pediátricos), las afecciones neurológicas fueron la principal indicación para NED (adultos: 77,9 %, pediátricos: 67,8 %), seguidas de las afecciones oncológicas (adultos: 11,7 %, pediátricos: 1,3 %). La gastrostomía fue el acceso nutricional predominante, y la infusión no continua fue la más común (cíclica en adultos, intermitente en pediatría). Las tasas de complicaciones asociadas a los accesos nutricionales fueron bajas (adultos: 2,3 %, pediátricos: 2,9 %), siendo el desplazamiento del tubo y la fuga de ostomía los problemas más frecuentes. Las fórmulas nutricionales se adaptaron según las necesidades calóricas y proteicas, sin diferencias significativas en las tasas de complicaciones entre tipos de fórmulas.

Conclusión: este primer estudio latinoamericano sobre NED resalta la predominancia de afecciones neurológicas, la preferencia por el acceso por gastrostomía y la alimentación no continua. Las bajas tasas de complicaciones sugieren la seguridad de la NED, destacando la necesidad de una recolección de datos estandarizada y regulación para optimizar el cuidado y los resultados en Argentina.

Palabras clave:

Nutrición enteral domiciliaria. Argentina. Afecciones neurológicas. Soporte nutricional. Complicaciones. Prácticas de atención médica.

INTRODUCTION

Enteral nutrition (EN) is a safe and effective type of nutrition support for those patients who do not meet their requirements through oral alimentation (1). Its efficacy is well documented in the hospital setting and at the patients' homes (2). Hence home enteral nutrition (HEN) is a medical procedure indicated to patients requiring nutritional support and unable to achieve nutritional goals with a standard oral, home-made diet when the continuation of hospital stay is no longer necessary and could continue this procedure at their home (3).

The use of HEN has increased enormously in the last few decades, triggering the development of specific legislation (4), national registries in many countries, and the publication of several guidelines and different surveys to address how many patients are in HEN and their characteristics (1,5). We could quote NADYA registration to HEN in Spain, established in 1992. Also, Europe has several studies concerning this population of patients from UK, Italy, France and one large European survey from ESPEN-HAN-group (6). One of the latest European epidemiological data from 2016 shows several differences in European HEN practice (7). Primarily due to different organizational structures in healthcare systems with different reimbursement programs and diverse populations of patients (3). Heterogeneity of the HEN populations are not only related to diagnosis, and nutrition method but could also be regarding type of diets and prognosis (1,4,5).

There is lack of evidence regarding for HEN in Latin America. The only publication addressing similar information is the "Ibero-American survey of nutritional therapy in home care services" (8), in which it is described information gathered from 18 countries in Latin America, mostly from Brazil, but they do not present the number of patients assisted or numbers related to the real HEN practice. The only results are regarding the professional's answers about their practice.

It is important to obtain information regarding HEN in Argentina and to compare our results with other available publications. Our study is aimed to provide data concerning HEN from our institutions from Argentina.

MATERIAL AND METHODS

We conducted a retrospective cross-sectional study of HEN patients from private homecare companies providing services in Argentina. All patients of both genders receiving HEN on April 30, 2023 were included.

PRIMARY ENDPOINTS

To describe the type of nutritional support provided to patients in the home enteral nutrition program, including the characteristics of the regimens used and their adequacy for individual nutritional needs.

SECONDARY ENDPOINTS

To compare the types of enteral access used (e.g., nasogastric tube, gastrostomy, jejunostomy) based on the clinical characteristics of the patients. To assess the use of different types of enteral formulas according to the patient population and requirements. To determine the prevalence of complications related to HEN.

INCLUSION CRITERIA

- Adult and paediatric patients of any gender currently receiving Home Enteral Nutrition (HEN).
- Availability of comprehensive clinical records to gather the necessary information for analysis.

EXCLUSION CRITERIA

- Patients whose HEN was prematurely discontinued due to complications unrelated to the prescribed nutritional support.
- Pregnant patients.

RECRUITMENT OF HOMECARE COMPANIES

The project leaders invited homecare companies from the private healthcare sector known to have patients receiving HEN. The study protocol and database were submitted for evaluation by the Ethics Committee. A total of five teams from the private healthcare sector, representing five different regions of Argentina, participated in the study. Each participating team maintained its own database, recording anonymized patient data.

HOMECARE COMPANIES' HEN SERVICES AND REGULATIONS

Homecare companies providing specialized nutritional support in Argentinian healthcare sector are regulated by Resolution MINSAL 1548/2007, a framework jointly established by the National Ministry of Health and the Argentine Society of Enteral and Parenteral Nutrition. This regulation mandates that home enteral nutrition (HEN) must be delivered by interdisciplinary teams, including physicians, nurses, and dietitians.

These companies are required to have a dedicated homecare structure, with the necessary health and commercial authorizations, and must comply with international guidelines regarding the use of medical supplies and disposables. Regular home visits are conducted to ensure ongoing clinical monitoring. Traditionally, patient medical records have been maintained in duplicate—one copy at the patient's home and another at the homecare company's headquarters. However, there is an ongoing transition towards a single, widely accessible digital medical record, enhancing efficiency and continuity of care.

PATIENTS

Patients who met the inclusion criteria were included. Their information from the HEN service delivered during April 2023, was obtained from their clinical histories within the homecare company. Once the registration period was closed, the anonymized patient database was sent to the project leaders, who acted as principal investigators and compiled the data into an encrypted SharePoint database until the information was transferred to the analysis format.

DATA COLLECTED

Each principal investigator from the participating teams recorded various data points. General information included the patient's gender, age in years, and classification as either pediatric (< 18 years) or adult (≥ 18 years). Anthropometric data comprised current weight at the time of admission, usual weight before the onset of illness, height, and body mass index (BMI). Additionally, the Subjective Global Assessment (SGA) score was documented.

Regarding nutritional support, investigators recorded the primary disease, the indication for home enteral nutrition (HEN), diet type, energy and protein intake, and the duration of nutritional support. Diets were categorized based on their energy and protein content: high-energy diets contained ≥ 1.3 kcal/mL, while high-protein diets contain more than 20 % of total energy from protein. Based on these definitions, four groups were created: normocaloric and normoproteic formula; normocaloric and high-protein formula; high-energy and high-protein formula; and high-energy and normoproteic formula (9).

Nutritional support access methods included gastrostomy (whether percutaneous or surgical), jejunostomy, nasogastric tube, and nasojejunal tube. Infusion methods were classified into continuous and non-continuous feeding. Continuous feeding involved administering enteral nutrition (EN) with or without a feeding pump over a 24-hour period. Non-continuous feeding included cyclic feeding, which delivered EN over a period of less than 24 hours, typically between 10 and 16 hours; intermittent feeding, which provided EN over a span of 20 to 60 minutes every 4 to 6 hours; and bolus feeding, where EN was administered over a short period at specific intervals, either by gravity or using a syringe.

STATISTICAL ANALYSIS

Continuous variables were summarized by median and interquartile range (IQR, Q1-Q3) and some as mean and standard deviation (SD). For continuous variables with a non-normal distribution, the Mann-Whitney U-test was used for independent samples. Categorical variables are reported as frequencies and percentages and were tested with the Chi-square test for independent samples. A two-sided p-value < 0.05 was considered significant. Statistical analysis was performed using IBM SPSS, version 24.

ETHICAL ASPECTS

The conduct of this study adhered to ethical principles and regulatory standards for research in human health, both nationally and internationally. These standards include Resolution 1480/2011 of the Ministry of Health of Nation, Law 3301/09 of CABA, and the Declaration of Helsinki of the World Medical Association, along with its amendments. Good Clinical Practice (GCP) standards, as outlined in ICH E6, were also followed. Data management respected patient confidentiality provisions outlined in National Law 25.326.

The research team leaders have received training in Good Clinical Practices from NIDA (Clinical Trials Network, National Institutes of Health, Department of Health, and Human Services) and were responsible for ensuring adherence to research GCP and the guiding principles of the Declaration of Helsinki.

As stated in Chapter 10 of the International Ethical Guidelines for Health-Related Research with Human Beings CIOMS/2016, this research posed no risks for the participants, as it was an

observational retrospective study aimed solely at characterizing the home enteral nutrition provided. The established treatment was not modified. A waiver of informed consent was granted by the participating ethical committee.

RESULTS

A total of 2646 patients with HEN met the inclusion criteria. Of these, 1816 (68.6 %) were finally included in the study (1269 adult patients and 547 paediatric patients). However, 829 (31.4 %) patients were excluded due to lack of data in their records (Fig. 1).

The baseline characteristics of these HEN patients are presented in TABLE 1. Among the adult patients, the median age was 69 years (range 42-82 years) and 46.2 % were men. In the paediatric population, the median age was 8 years (range 4-12 years) and 55.2 % were boys. In both groups of patients, the most common indication for HEN was neurological pathology, accounting for 77.9 % of cases in adults and 67.8 % in children. Oncological diseases were more prevalent in the adult group (11.7%) compared to paediatric patients (1.3 %) (Table I).

The median time in HEN of those patients was 473 days for adults and 1168 days for paediatric patients. Table II presents the duration of HEN in relation to pathology and patient type.

Table III presents information related to the nutrition access. The most frequent nutrition support (NS) access used was gastrostomy, followed by nasogastric tube in both adult and paediatric patient groups. The predominant modality of infusion was non-continuous in both adults and in paediatric patients. Among

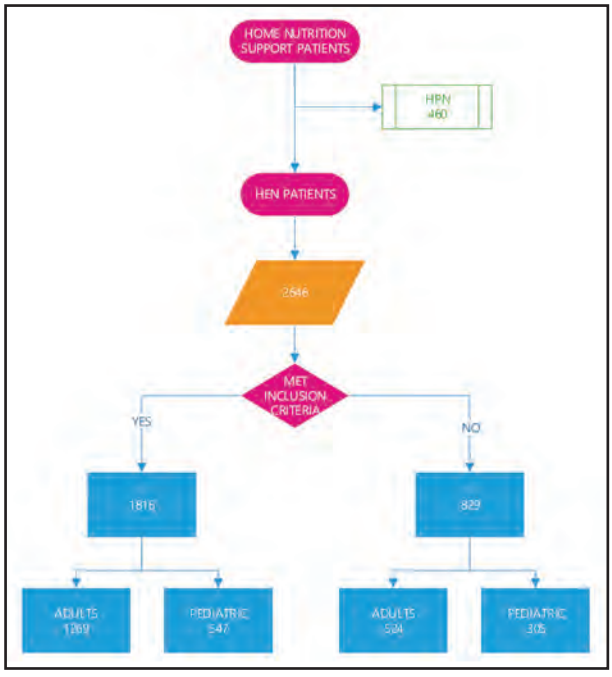


Figure 1. Study flowchart.

Table I. Baseline characteristics

	HEN adults (*n* = 1269)	HEN paediatrics (*n* = 547)
Gender (male:female)	46.2 % (586): 53.8 % (683)	55.2 % (302): 44.8 % (245)
Age	69 (42-82)	8 (4-12)
Pathology		
Head and neck tumors	3.4 % (47)	NA
Cardiology	0.6 % (8)	2.9 % (16)
Digestive	4.1 % (52)	8.4 % (46)
Endocrinology	0.7 % (9)	0.9 % (5)
Genetic/congenital	1.1 % (14)	15.4 % (84)
Neurology	77.9 % (989)	67.8 % (371)
Digestive tract tumors (not head and neck)	8.4 % (106)	1.3 % (7)
Others	1.1 % (14)	1.8 % (10)
Psychiatry/Psychology	1.3 % (17)	0.2 % (1)
Respiratory	1.0 % (13)	1.3 % (7)
Active oncology disease		
Yes	11.7 % (149)	1.3 % (7)
Actual body weight (kg)	60 (49-69)	20.8 (14-29)
Usual body weight (kg)	67.5 (55-75)	25 (20-51)
Height (m)	1.62 (1.55-1.70)	1.15 (0.97-1.33)
BMI (m^2/kg)	22.2 (19.4-24.8)	15.7 (13.8-18.3)
Subjective global assessment		
A	38.8 % (493)	34.6 % (189)
B	53.7 % (681)	57.4 % (314)
C	7.5 % (95)	8 % (44)
Type of home NS		
EN	99.8 % (1267)	99.1 % (542)
EN + PN	0	0.5 % (3)
EN + OS	0.2 % (2)	0.4 % (2)
EN access		
Gastrostomy	65.5 % (831)	71.3 % (390)
Jejunostomy	4.9 % (62)	0.5 % (3)
Nasogastric tube	27.9 % (354)	28.0 % (153)
Nasojejunal tube	1.7 % (22)	0.2 % (1)
Primary EN mode		
Continuous	42.3 % (537)	15.7 % (86)
Non-continuous	57.3 % (732)	84.3 % (461)
Cyclic	42.3 % (537)	25.8 % (141)
Bolus	4.1 % (52)	17.7 % (97)
Intermittent infusion	11.3 % (143)	40.8 % (223)
Infusion pump used		
Yes	98.1 % (1245)	95.4 % (522)
No	1.9% (24)	4.6% (25)
EN volume (ml)	1500 (1000.0-1500.0) 1364 +/- 394*	1100 (1000-1450) 1158 +/- 357*

(Continues on next page)

Table I (cont.). Baseline characteristics

	HEN adults (*n* = 1269)	HEN paediatrics (*n* = 547)
EN calories		
Total (kcal/day)	1500 (1330-2000)	1200 (910-1500)
	1582 +/- 462*	1182 +/- 417*
kcal/kg/day	27.8 (22.7-34)	57.9 (38.5-84.4)
EN protein (g)		
Total g/day	66.0 (52.0-80.0)	28.8 (22.0-38.0)
	67.3 +/- 26.9*	31.4 +/- 15.8*
g/kg/day	1.15 (0.91-1.50)	1.50 (1.00-2.06)
Time in HEN (days)	473 (149-1343)	1168 (486-2092)
Time in HEN (years)	1.29 (0.4-3.68)	3.2 (1.33-5.73)
EN access complication		
No	97.7 % (1240)	97.1 % (531)
Ostomy infection	0.1 % (1)	0.2 % (1)
Access occlusion	0.2 % (3)	0.4 % (2)
Ostomy leakage	0.3 % (4)	1.3 % (7)
Tube/Ostomy rupture	0.4 % (5)	-
Accidental tube/ostomy remove	1.3 % (16)	1.1 % (6)
HEN suspension	2.04 % (26)	1.82 % (10)
Discharged	1.10 % (14)	0.91 % (5)
Readmission	0.63 % (8)	0.73 % (4)
Programmed admission	0.15 % (2)	0.18 % (1)
Death	0.15 % (2)	-

*All continuous data in the present table are expressed as median and Quartile 1-Quartile 3, except for the values marked with *, which are expressed as mean and standard deviation. HEN: home enteral nutrition; EN: enteral nutrition; PN: parenteral nutrition; OS: oral supplementation.*

Table II. Pathology

Pathology	Time in HEN (years)	
	Adult	Paediatric
	Median IQR, Q1-Q3	Median IQR, Q1-Q3
Head and neck tumours	1 (0.3-2.1)	N/A
Cardiology	0.4 (0.3-1)	3.4 (1-5.5)
Digestive	1 (0.2-3.6)	3 (0.8-5.7)
Endocrinology	1.1 (0.5-2)	2.4 (2.3-2.8)
Genetic/congenital	2.8 (0.8-10.4)	2.8 (1.1-6.1)
Neurology	1.5 (0.5-4.2)	3.4 (1.4-5.7)
Digestive tract tumors (not head and neck)	0.3 (0.1-1)	0.2 (0.2-1.1)
Psychiatry/Psychology	1.1 (0.1-1-5)	7.1
Respiratory	1 (0.7-2.6)	3.6 (3-6.9)

All continuous data in the present table are expressed as median and Q1-Q3. Q: quartile.

adults, the most common mode within this category was cyclic, whereas in paediatric patients, it was intermittent. An infusion pump was used in 98.1 % of adult patients and 95.4 % of paediatric patients (Table III).

The incidence of reported complications related to EN access during the period of study was low: 2.3 % in adults and 2.9 % in paediatric patients. The most frequent complication in adults was accidental tube removal, while in paediatric patients, it was ostomy leakage (Table III).

When analysing the cases divided into long-term or short-term EN access, short-term access was more frequently observed in females and in patients with active oncology disease. Among patients with more than 8 weeks on HEN, 78 % had long-term EN access. There was no difference in EN complications between long-term and short-term EN access. However, regarding EN access complications, those with short-term EN access more frequently presented with complications (4 % vs 1.9 %, $p < 0.001$).

Regarding EN formulas, 48.2 % of patients received a normocaloric and normoproteic formula, 18.9 % received a normocaloric and high-protein formula, 26.4 % received a high-energy and high-protein formula, and 6.5 % received a high-energy and normoproteic formula. Table IV presents the types of formulas used for different pathologies (Table IV).

No significant differences in EN-related complications based on the type of formula were observed during the study period. Table V displays the Chi² test results assessing the relationship between EN formulas and enteral complications.

The median caloric intake in adult patients was 1500 kcal/day (IQR 1330-2000), equivalent to 27.8 kcal/kg per day (range 22.7-34). In paediatric patients, it was on average 1200 kcal/day (range 910-1500), equivalent to 57.9 kcal/kg per day (range 38.5-84.4) (Table I). The median protein intake was 66 g/day (1.15 g/kg per day) in adults and 28.8 g/day (1.50 g/kg per day) in paediatric patients. The median volume of EN received was 1500 ml/day (range 1000-1500) in adults and 1100 ml/day (range 1000-1450) in paediatric patients (Table I).

Finally, during the period of study, 2.0 % of adult patients and 1.8 % of paediatric patients suspended HEN, mostly due to nutritional discharge (Table I).

Table III. Nutrition access comparison

	Long term EN access (*n* = 1286)	Short term EN access (*n* = 530)	*p*-value Chi² test
Adult: paediatric	69.4 % (893): 30.6 % (393)	70.0 % (376): 29.1 % (154)	0.526
Gender (M: F)	52.1 % (670): 47.9% (616)	41.1 % (218): 58.9 % (312)	< 0.001
Active oncology disease Yes	8.6 % (95)	11.5 % (61)	< 0.006
> 8 weeks EN Yes	78 % (1003)	22 % (117)	< 0.0001
Infusion pump use Yes	96.8 % (1245)	98.5 % (522)	0.055
EN complications No Diarrhea Constipation Bloating & vomiting	96.2 % (1237) 1.3 % (17) 1.3 % (17) 1.2 % (15)	95.4 % (506) 1.0 % (5) 1.5 % (8) 2.1 % (11)	0.494
EN access complication No Periostomy infection Access occlusion Periostomy leakage Tube/Ostomy rupture Accidental tube/ostomy disposal	98.1 % (1262) 0.2 % (2) 0.3 % (4) 0.9 % (11) 0.3 % (4) 0.2 % (3)	96.0 % (509) - 0.2 % (1) - 0.2 % (1) 3.6 % (19)	< 0.001

M: male; F: female. EN: enteral nutrition.

Table IV. Pathology, patient type and EN formula

Adult				
	Normocaloric and normoproteic formula	Normocaloric and high-protein formula	High-energy and high-protein formula	High-energy and normoproteic formula
	% (n)	*% (n)*	*% (n)*	*% (n)*
Head and neck tumours	19.1 % (9)	12.7 % (6)	6.4 % (3)	61.7 % (29)
Cardiology	37.5 % (3)	12.5 % (1)	12.5 % (1)	37.5 % (3)
Digestive disease (non-malignant)	26.8 % (11)	17.1 % (7)	0 % (0)	56.1 % (23)
Endocrinology	25.0 % (2)	62.5 % (5)	0 % (0)	12.5 % (1)
Genetic/congenital	50.0 % (8)	12.5 % (2)	25.0 % (4)	12.5 % (2)
Neurology	41.0 % (396)	25.7 % (248)	2.3 % (22)	31.1 % (300)
Digestive tract tumors (not head and neck)	23.7 % (23)	17.52 % (17)	1.0 % (1)	57.7 % (56)
Psychiatry/Psychology	26.7 % (8)	26.7 % (8)	0 % (0)	46.7 % (14)
Respiratory	18.2 % (2)	27.3 % (3)	0 % (0)	54.5 % (6)

(Continues on next page)

Table IV (cont.). Pathology, patient type and EN formula

Paediatric				
	Normocaloric and normoproteic formula	**Normocaloric and high-protein formula**	**High-energy and high-protein formula**	**High-energy and normoproteic formula**
	% (n)	***% (n)***	***% (n)***	***% (n)***
Head and neck tumours	-	-	-	-
Cardiology	80.0 % (12)	0 % (0)	20.0 % (3)	0 % (0)
Digestive disease (non-malignant)	73.0 % (24)	12.0 % (4)	15.0 % (5)	0 % (0)
Endocrinology	100.0 % (4)	0 % (0)	0 % (0)	0 % (0)
Genetic/congenital	76 % (65)	4.0 % (3)	18.0 % (15)	2.0 % (2)
Neurology	71.0 % (252)	6.0 % (23)	15.0 % (53)	8.0 % (28)
Digestive tract tumors (not head and neck)	72.0 % (5)	14.0 % (1)	0 % (0)	14.0 % (1)
Psychiatry/Psychology	0 % (0)	0 % (0)	100.0 % (1)	0 % (0)
Respiratory	72.0 % (5)	0 % (0)	14.0 % (1)	14.0 % (1)

Table V. Enteral nutrition formula: complications vs. formula type

Complications	**Formula type**				
	Normocaloric and normoproteic formula	**Normocaloric and high-protein formula**	**High-energy and high-protein formula**	**High-energy and normoproteic formula**	**Total**
No	45.8 % (833)	17.8 % (324)	6.4 % (116)	25.4 % (462)	1735
Yes	2.1 % (39)	1.0 % (19)	0.1 % (3)	1.1 % (20)	81
Total	872	343	119	482	1816
Complications: constipation, diarrhoea, blotting & vomiting.					
Chi² test					
	Value	**d.f**	***p***		
EN formula complications	4,212	3	0.239		

DISCUSSION

HEN is a practice in constant growth. The study by Mundi et al., carried out in 2017, refers to approximately 250,000 adults with HEN in the US (10), which represents a large increase compared to the 152,000 patients (adult and paediatric) reported in 1992 (11). In the multicentre study carried out in Poland, 4586 patients with HEN were reported during a one-year period (3). The Italian study showed an increase in HEN, with a mean point prevalence of 464 ± 129 cases/million inhabitants (12). On the other hand, a recent study carried out by Palchaudhuria et al. reports that there were 80,080 hospital admissions during the study period and a discharge with HEN of 2,527 patients (3.2 %) (13).

In Argentina, there were no reports regarding the prevalence of this practice. There are no national registries, and its practice is not formally regulated.

In the present study, the teams responsible for patient follow-up consisted of a physician, a nurse, and a dietitian. The physician and dietitian conducted monthly home visits to monitor

clinical and nutritional variables, an approach aligned with international publications (14,15). At the beginning of the treatment, nurses were responsible for training patients and caregivers in the proper handling and administration of EN, with focus on hygiene practices, equipment use, and the recognition of potential complications (16).

Following this initial phase, and depending on the complexity of the case, nurses visited the patient two (2) to seven (7) times per week to check vital signs, manage ancillary supply stocks, and ensure the integrity and safety of the nutritional support (NS) access. This approach may be related to the treatment safety observed in the population included in the present study.

Patients' access to HEN depends mainly on their social coverage (social security or private system) and is not covered by the health authority. The patients included in this study belong to the subgroup with social security and private system coverage. Nevertheless, when comparing our total number of patients with those presented in international reports, we have a non-inferior experience, considering our economic and national limitations (12,17,18).

Most of our patients were adults (69.8 %), which is lower than the data reported by Spain (97.6 %) in 2007 but similar to that reported by Australia (64.5 %) (19-21).

Our report shows similar data regarding pathologies to those observed in various international reports (17,18). The majority of our patients presented with neurological pathology as their main indication (4,22). Nonetheless, the percentage of oncological patients was lower (head and neck 3.4 % + digestive tumours 8.4 %) compared to the percentages reported by the NADYA teams (head and neck 17.6 % + digestive tumours 7.2 %) and by Folwarski et al. in 2020 (head and neck 15.7 % + digestive tumours 7.6 %) (3,23). This could perhaps be interpreted as a lack of knowledge regarding NS prescription in this group of patients or as barriers to proper access due to reimbursement issues.

In our study, EN formulas were most frequently infused using a non-continuous infusion method. For adult patients, cyclic infusion was used, while for paediatric patients, intermittent infusion was the preferred method. Most patients used a pump for infusion. This contrasts sharply with the report from Poland in 2020-2021, where the primary infusion method was bolus administration (3,24). Current evidence from different reports suggests that the use of bolus feeding is increasing in these groups (25,26). The reasons for its use are based on the fact that bolus feeding is more physiological, resembling the normal eating pattern, it is easier to adopt in the home environment and allows the patient a freer lifestyle (7,27,28). Also, recent studies have shown that no significant differences in safety and tolerance were observed between continuous feeding and bolus feeding (29-31), and some guidelines currently recommend its use (22); importantly, in the latest ESPEN Guideline in this regard, bolus or intermittent continuous or continuous infusion through a pump may be used depending on clinical need, safety and level of precision required (16).

Regarding complications in these patients, a single-centre cohort study of patients discharged with HEN confirmed that this population, even after adjusting for the presence of comorbidities and a diagnosis of malnutrition, was more likely to be readmitted within 30 and 90 days (32). Among these readmissions, it was observed that 20.5 % were directly related to EN complications. The three most important causes were problems with access, gastrointestinal symptoms due to EN, and alterations in sodium related to diet and lavage volume (33).

In our report, the rate of complications was very low. This can be attributed to the fact that most patients had been on HEN for over a year, reducing the probability of complications. They had secure NS access and demonstrated proven tolerance to the EN formula. However, complications related to both the EN formula (4.6 %) and EN access (4.0 %) were more frequent in paediatric patients.

When researching the most frequently used EN formulas in the HEN setting, one of the most thorough studies on this topic was the Polish survey of 2020. This survey revealed that 40 % of their patients were using a protein-enriched formula, 28 % an isocaloric formula, and 16 % a hypercaloric formula (3).

In our study, we used a slightly different classification. We reported 48.2 % of patients using a normocaloric and normoproteic formula, 26.4 % using a high-energy and high-protein formula, and 18.9 % using a normocaloric and high-protein formula. Interestingly, in the paediatric population, the normocaloric and normoproteic formula formula was most frequently used, regardless of pathology. In contrast, among adult patients, certain groups were more commonly prescribed high-protein formulas. In our practice, we did not use blenderized EN formulas for our HEN patients, despite publications recommending their use, citing advantages such as promoting dietary adaptation with real food, respecting food diversity and culture, lower cost, and easier access to ingredients (34). From our perspective, the disadvantages outweigh the benefits. Among the most significant drawbacks are the increased time required by professionals to calculate dietary plans, greater difficulty in adjusting daily nutritional needs, and reduced microbiological and chemical stability (34).

Finally, we must acknowledge the limitations of our study, as it is a retrospective cross-sectional study with biases inherent to this design. Additionally, the results have limited generalizability, as they represent only patients with social security or private healthcare coverage. The classification differences of EN formulas between this study and others may also hinder direct comparisons.

The lower percentage of oncological patients observed might indicate gaps in NS prescription for this group, suggesting barriers to access or a lack of awareness that warrants further exploration. Regarding infusion method trends, while bolus feeding is increasingly recommended in guidelines and studies, its use was less common in this cohort, potentially reflecting resistance to adopting newer practices or variability in patient preferences.

Nevertheless, we believe that this line of work, related to HEN registries, and its results are crucial for a deeper understanding of the practice and for identifying opportunities to improve this essential healthcare process for patients requiring safe and effective treatment at home.

CONCLUSIONS

This study is to our knowledge the first of its kind in Latin America, providing a comprehensive analysis of HEN based on the experience of a large, multidisciplinary team. It highlights the predominance of neurological conditions as the main indication for HEN in adult and paediatric patients, with a higher prevalence of oncological conditions in adults. Gastrostomy was the most common access method used, and non-continuous infusion was the preferred modality. The low complications rates, particularly in long-term on NS access, demonstrate the safety of these interventions. These findings underscore the need for structured data collection and regulation to enhance patient care and outcomes in the region.

REFERENCES

1. Bischoff SC, Austin P, Boeykens K, Chourdakis M, Cuerda C, Jonkers-Schuitema C, et al. ESPEN guideline on home enteral nutrition. Clin Nutr 2020;39:5-22. DOI: 10.1016/J.CLNU.2019.04.022
2. Boullata JI, Carrera AL, Harvey L, Escuro AA, Hudson L, Mays A, et al. ASPEN Safe Practices for Enteral Nutrition Therapy. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition 2017;41:15-103. DOI: 10.1177/0148607116673053
3. Folwarski M, Bartoszewska L, Figuła K, Jakubczyk M, Jurczuk A, Kamocki Z, et al. Home Enteral Nutrition in Adults—Nationwide Multicenter Survey. Nutrients 2020;12:2087. DOI: 10.3390/NU12072087
4. Cuerda C, Planas M, Candela CG, Luengo LM. Trends in home enteral nutrition in Spain; analysis of the NADYA registry 1992-2007. Nutr Hosp 2009;24:347-53
5. Ojo O. The challenges of home enteral tube feeding: A global perspective. Nutrients 2015;7:2524-38. DOI: 10.3390/nu7042524
6. Hebuterne X, Bozzetti F, Moreno Villares JM, Pertkiewicz M, Shaffer J, Staun M, et al. Home enteral nutrition in adults: A European multicentre survey. Clinical Nutrition 2003;22:261-6. DOI: 10.1016/S0261-5614(03)00005-0
7. Hubbard GP, Andrews S, White S, Simpson G, Topen S, Carnie L, et al. A survey of bolus tube feeding prevalence and practice in adult patients requiring home enteral tube feeding. British Journal of Nutrition 2019;122:1271-8. DOI: 10.1017/S000711451900223X
8. Van Aanholt DPJ, Arenas H, Niwa LMS, Toledo DO, Dias MB, Ciosak SI. Encuesta hispanoamericana de terapia nutricional en servicios de asistencia domiciliaria. Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo 2022;5:6-17. DOI: 10.35454/rncm.v5n3.369
9. Lochs H, Allison SP, Meier R, Pirlich M, Kondrup J, Schneider S, et al. Introductory to the ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Terminology, Definitions and General Topics. Clinical Nutrition 2006;25:180-6. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.02.007
10. Mundi MS, Pattinson A, McMahon MT, Davidson J, Hurt RT. Prevalence of Home Parenteral and Enteral Nutrition in the United States. Nutr Clin Pract 2017;32:799-805. DOI: 10.1177/0884533617718472
11. Howard L, Ament M, Richard Fleming C, Shike M, Steiger E. Current use and clinical outcome of home parenteral and enteral nutrition therapies in the United States. Gastroenterology 1995;109:355-65. DOI: 10.1016/0016-5085(95)90321-6
12. Paccagnella A, Marcon ML, Baruffi C, Giometto M, Mauri A, Vigo C, et al. Enteral nutrition at home and in nursing homes: an 11-year (2002-2012) epidemiological analysis. Minerva Gastroenterol Dietol 2016;62:1-10.
13. Palchaudhuri S, Mccreary B, Davis J, Mcginnis B, Nyberg S, Mundi MS, et al. Discharged on Enteral Nutrition: What Now? The Poor State of Outpatient Support for Patients on Enteral Nutrition Support. Curr Gastroenterol Rep 2023;25:61-8. DOI: 10.1007/s11894-023-00864-x
14. Bischoff SC, Austin P, Boeykens K, Chourdakis M, Cuerda C, Jonkers-Schuitema C, et al. ESPEN practical guideline: Home enteral nutrition. Clinical Nutrition 2022;41:468-88. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.10.018
15. Durfee SM, Adams SC, Arthur E, Corrigan ML, Hammond K, Kovacevich DS, et al. A.S.P.E.N. Standards for Nutrition Support: Home and Alternate Site Care. Nutr Clin Pract 2014;29:542-55. DOI: 10.1177/0884533614539017
16. Bischoff SC, Austin P, Bowykens K, Chourdakis M, de la Cuerda Compés C, Jonkers-Schuitema C, et al. ESPEN practical guideline: Home enteral nutrition. Nutr Hosp 2023;40:858-85. DOI: 10.20960/nh.04796
17. Mundi MS, Mohamed Elfadil O, Olson DA, Pattinson AK, Epp LM, Miller LD, et al. Home enteral nutrition: A descriptive study. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition 2023;47:550-62. DOI: 10.1002/jpen.2498
18. Folwarski M, Bartoszewska L, Figuła K, Jakubczyk M, Jurczuk A, Kamocki Z, et al. Home enteral nutrition in adults—nationwide multicenter survey. Nutrients 2020;12:1-9. DOI: 10.3390/nu12072087
19. Luengo Pérez LM, Chicharro ML, Cuerda C, García Luna PP, Rabassa Soler A, Romero A, et al. Registro de nutrición enteral domiciliaria en España en el año 2007. Nutr Hosp 2009;24:655-60. DOI: 10.3305/nh.2009.24.6.4548
20. Flood C, Parker EK, Kaul N, Deftereos I, Breik L, Asrani V, et al. A benchmarking study of home enteral nutrition services. Clin Nutr ESPEN 2021;44:387-96. DOI: 10.1016/j.clnesp.2021.05.007
21. Wanden-Berghe C, Martín CC, Hernández JÁ, Peláez RB, Martín PM, Compes CC. The NADYA-SENPE Home Enteral Nutrition Registry in Spain: years 2018 and 2019. Nutr Hosp 2022;39:223-9. DOI: 10.20960/nh.03663
22. Bischoff SC, Austin P, Boeykens K, Chourdakis M, Cuerda C, Jonkers-Schuitema C, et al. ESPEN practical guideline: Home enteral nutrition. Clinical Nutrition 2022;41:468-88. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.10.018
23. Wanden-Berghe C, Campos Martín C, Álvarez Hernández J, Burgos Peláez R, Matía Martín P, Cuerda Compés C, et al. The NADYA-SENPE Home Enteral Nutrition Registry in Spain: years 2018 and 2019. Nutr Hosp 2021. DOI: 10.20960/nh.03663
24. Wyszomirska K, Wyszomirski A, Brzeziński M, Borkowska A, Zagierski M, Kierkuś J, et al. Home artificial nutrition in polish children: An analysis of 9-year national healthcare provider data. Nutrients 2021;13:1-11. DOI: 10.3390/nu13031007
25. Zhang M, Hubbard J, Rudnicki SA, Johansen CS, Dalton K, Heiman-Patterson T, et al. Survey of current enteral nutrition practices in treatment of amyotrophic lateral sclerosis. ESPEN J 2013;8:e25. DOI: 10.1016/J.CLNME.2012.11.003
26. Kereena C, Kumar C. Enteral Nutrition Support in Patients with Head and Neck Cancers Being Treated with Radiotherapy and/or Chemotherapy. American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics 2015.
27. Stratton RJ, Stubbs RJ, Elia M. Short-term continuous enteral tube feeding schedules did not suppress appetite and food intake in healthy men in a placebo-controlled trial. J Nutr 2003;133:2570-6. DOI: 10.1093/JN/133.8.2570
28. Stratton RJ, Stubbs RJ, Elia M. Bolus tube feeding suppresses food intake and circulating ghrelin concentrations in healthy subjects in a short-term placebo-controlled trial. Am J Clin Nutr 2008;88:77-83. DOI: 10.1093/AJCN/88.1.77
29. Evans DC, Forbes R, Jones C, Cotterman R, Njoku C, Thongrong C, et al. Continuous versus bolus tube feeds: Does the modality affect glycemic variability, tube feeding volume, caloric intake, or insulin utilization? Int J Crit Illn Inj Sci 2016;6:9. DOI: 10.4103/2229-5151.177357
30. Lee JSW, Auyeung TW. A comparison of two feeding methods in the alleviation of diarrhoea in older tube-fed patients: a randomised controlled trial. Age Ageing 2003;32:388-93. DOI: 10.1093/AGEING/32.4.388
31. Johnson TW, Sara Seegmiller RN, Epp L, Mundi MS. Addressing Frequent Issues of Home Enteral Nutrition Patients. Nutrition in Clinical Practice 2019;34:186-95. DOI: 10.1002/ncp.10257
32. Palchaudhuri S, Mehta SJ, Snider CK, Hudson L, Wu GD, Pickett-Blakely O. Hospital Discharge on Enteral Nutrition is Associated with Increased Hospital Readmissions. Journal of the American Nutrition Association 2023;42:207-10. DOI: 10.1080/07315724.2021.2022034
33. Palchaudhuri S, Mehta SJ, Snider CK, Parsikia A, Hudson L, Compher C, et al. Causes of readmissions for patients discharged on enteral nutrition. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition 2022;46:1672-6. DOI: 10.1002/jpen.2331
34. Santos DC Dos, Ataide CDG, Mota Da Costa N, Oliveira Junior VP De, Egea MB. Blenderized formulations in home enteral nutrition: a narrative review about challenges in nutritional security and food safety. Nutr Rev 2022;80:1580-98. DOI: 10.1093/NUTRIT/NUAB121

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Pediatría

Polynomial index of overweight and obesity (IPSO): a novel epidemiological approach to measure and compare body mass index/age *z*-score among populations aged 5-11

Índice polinomial de sobrepeso y obesidad (IPSO): una nueva aproximación para medir y comparar la puntuación z del índice de masa corporal para la edad en la población escolar

Marco Antonio Ávila Arcos[1], Marti Yareli del Monte Vega[2], Abelardo Ávila Curiel[2], Carlos Galindo Gómez[2], Teresa Shamah-Levy[1]

[1]Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos. México. [2]Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México

Abstract

Introduction: between 1999 and 2022, the prevalence of overweight and obesity (OW + Ob) in adults increased by more than 20 % in 45 countries, a trend also reflected in the rise of obesity among children and adolescents in 186 countries.

Objectives: to compare OW + Ob in the population aged 5 to 11 years over different periods using the polynomial index of overweight and obesity (IPSO).

Methodology: cross-sectional anthropometric data from children aged 5-11 years were analyzed using information from the 1999 National Nutrition Survey, the National Health and Nutrition Surveys (ENSANUT 2006-2022), and the National Weight and Height Registry (RNPT 2015-2018). *z*-scores for BMI-for-age were calculated based on WHO standards. Means for age and *z*-scores were estimated for all ages (60-144 months) across seven intervals. T-SQL scripts were developed to obtain a polynomial regression model and an integral to calculate IPSO values, which were graphically represented.

Results: $IPSO_{60\text{-}144}$ increased from 32.5 in 1999 to 50.1 in 2006 and 53.1 in 2022, showing increases across all analyzed age intervals. The RNPT highlighted differences by sex (27.62 for girls vs. 41.57 for boys) and socioeconomic level.

Conclusions: IPSO is useful for historical analysis and monitoring the magnitude of obesity in future research, as it enables visualization of OW + Ob trends in school-aged children. It is a key tool for guiding interventions and public policy proposals aimed at reducing OW + Ob in childhood.

Keywords:

Body mass index. BMI/age *z*-score. Childhood obesity. Growth charts. Nutritional status index.

Received: 29/11/2024 • Accepted: 05/04/2025

Conflicts of interest of all listed authors: The authors of this manuscript declare that they have no financial, commercial, professional or personal conflicts of interest related to the content of this article. No organization or entity has influenced the results, analyses or interpretations presented in this work.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Ávila Arcos MA, del Monte Vega MY, Ávila Curiel A, Galindo Gómez C, Shamah-Levy T. Polynomial index of overweight and obesity (IPSO): a novel epidemiological approach to measure and compare body mass index/age *z*-score among populations aged 5-11. Nutr Hosp 2025;42(4):641-651

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05653

Correspondence:

Abelardo Ávila Curiel. Departamento de Nutrición Aplicada y Educación Nutricional. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Av. Vasco de Quiroga, 15, Belisario Domínguez XVI, C.P. 14080 Tlalpan. Ciudad de México, México
e-mail: Abelardo.avilac@incmnsz.mx

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: entre 1999 y 2022, la prevalencia del sobrepeso y la obesidad (SP + Ob) en adultos aumentó más del 20 % en 45 países, tendencia que también se refleja en el incremento de obesidad en niños y adolescentes en 186 países.

Objetivos: comparar el SP + Ob en la población de 5 a 11 años de edad durante diferentes períodos, utilizando el índice polinomial de sobrepeso y obesidad (IPSO).

Metodología: se analizaron datos antropométricos transversales de niños/as de 5-11años utilizando información de la Encuesta Nacional de Nutrición de 1999, las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición (ENSANUT 2006-2022) y el Registro Nacional de Peso y Talla (RNPT 2015-2018). Las puntuaciones *z* del indicador IMC para la edad fueron calculadas con la referencia de la OMS, se estimaron las medias de edad y *score z* para todas las edades (60-144 meses) en siete intervalos. Se desarrollaron *scripts* en lenguaje T-SQL para obtener un modelo de ajuste mediante regresión polinomial, y una integral para obtener los valores del IPSO representados gráficamente.

Resultados: el $IPSO_{60\text{-}144}$ mostró un incremento de 32,5 en 1999 a 50,1 en 2006 y 53,1 en 2022, identificándose incrementos en todos los intervalos de edad analizados. El RNPT destacó diferencias por sexo (27,62 para mujeres *vs.* 41,57 en hombres) y nivel socioeconómico.

Conclusiones: el IPSO es útil para análisis histórico y vigilancia de la magnitud de obesidad en futuras investigaciones, permite visualizar el comportamiento del SP + Ob en escolares. Es una herramienta clave para guiar intervenciones y propuestas de política pública orientadas a la reducción del SP + Ob en la infancia.

Palabras clave:

Índice de masa corporal. *Score z*. IMC para la edad. Obesidad infantil. Patrones de crecimiento. Índices de estado de nutrición.

INTRODUCTION

Overweight and obesity (OW + Ob) have become critical issues in the recent decades. Between 1990 and 2022, obesity prevalence among adults has increased by over 20 % in 45 countries, based on age-standardized data from recent studies. This issue extends beyond adults and significantly affects school-age children and adolescents (5-19 years). For girls, 186 countries (93 %) reported an increase in obesity, whereas for boys, this increase was observed in 195 countries (98 %). Many countries registered a twofold increase, with notable increases in Polynesia, the Caribbean Islands, Brunei, and Chile (1). Epidemiological changes associated with nutritional transition have been studied for decades. Since 1993, Dr. Popkin (2) and current studies conducted in 2019 (3) and 2024 (1) have documented trends and proposed behavioral patterns that provide a complete overview of the slow and rapid increases in OW + Ob prevalence worldwide. While most regions show a steady rise, some areas with a high prevalence have stabilized. In Mexico, the rising prevalence of OW + Ob among children has serious consequences. Immediate health implications include a higher risk of chronic conditions such as type 2 diabetes, cardiovascular disease, and hypertension, which were previously seen mainly in adults but are now common in younger populations (4). Obesity also affects physical parameters such as motor performance and coordination, which are linked to regular physical activity and body composition in children and adolescents (5). Moreover, overweight and obese children often face social and psychological challenges, including stigmatization, bullying, and low self-esteem, which can have lasting effects on their mental health and wellbeing (6,7). The economic burden of obesity-related healthcare costs is substantial, placing strain on healthcare systems and contributing to socioeconomic disparities (8). Furthermore, obese children are more likely to remain obese during adolescence and adulthood, thereby perpetuating the cycle of obesity and its associated health risks.

Between 2015 and 2018, Mexico conducted the National Registry of Weight and Height (RNPT) to collect anthropometric data from approximately 15 million school-aged children nationwide. In its first round (2015), with approximately 10 million anthropometries, the RNPT found a 34.5 % prevalence of OW + Ob (9). Further details on RNPT characteristics, coverage, and results are available in literature (10). In Mexico, the prevalence of OW + Ob among school-age children (5-11 years) has increased from 25.5 % in 1999 to 35.7 % in 2020, reflecting a 40 % increase over two decades (11,12), and the most recent data from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT 2022) reported an OW + Ob prevalence of 37.3 %, indicating the trend continues. Anthropometry is indispensable for monitoring the nutritional well-being of children in developing populations (13), and the central role of nutritional status is critical for children's overall health and well-being worldwide (14). Analyzing the OW + Ob trends during the school-age period is essential for understanding the patterns that lead to a high prevalence of 41.2 % in adolescents (12-19 years) and 75.2 % in adults in Mexico (15). The prevalence among preschool-age children (0-4 years) is 7.7 % (16), with a cut-off for OW + Ob at ≥ 2 *Z* (17); however, when using the cut-off for ages 5-11 years at ≥ 1 *Z*, the 2022 prevalence of pre-school children was 26.1 % (18). When analyzing the prevalence of OW + Ob among populations, we sought to understand some of the differences present in specific population subgroups and geographic, cultural, and social characteristics. These elements are important guides for future research, particularly to improve the prediction of future trends. These changes over time stress the importance of analyzing the behavior of the data to compare the magnitude of this phenomenon among populations and over time.

Our working group developed a polynomial model to analyse pairs of data on age in months and BMI *Z* in the period 60-144 months, using the polynomial index of overweight and obesity (IPSO). This index, similar to the one previously developed to assess malnutrition in children aged 0-4 years (19), will facilitate comparisons of OW + Ob in different populations and time periods. Examples of other public health indices that use anthropometric data include the Global Hunger Index (https://www.globalhungerindex.org) and Global Obesity Observatory (https://data.worldobesity.org/).

The main objective of the present work is to test the developed model for three different scenarios: first, as an easy method to compare and diagnose the OW + Ob magnitude among populations; second, as a comprehensive and visually clear tool

to characterize the evolution of OW + Ob development during the school-age time lapse; and third, as a reliable tool to rapidly compute indexes, inspect, analyze, and compare the OW + Ob behavior of different subpopulations in response to variables of interest.

MATERIAL AND METHODS

INPUT DATA AND POLYNOMIAL FUNCTION CALCULATIONS

To model the behavior of OW + Ob in a population during the 5 to < 12 years old time lapse, we proposed using data pairs consisting of the population's means of age and the *z*-score of BMI/age defined by the WHO (20) for each of the 7 year intervals in months: [60, 72], [72, 74) up to [132, 144] using the ages in the X axis and the *z*-score in the Y (Table IA).

The model justification lies in the fact that this polynomial model represents a curve that describes how the variable of interest (*z*-score average) that represents the BMI/age status of the population behaves through the 5-11 years old time lapse. In other words, the area under this curve could be interpreted as the OW + Ob magnitude of the population over time.

To model this data, we developed a polynomial regression algorithm in the Transact-SQL language for implementation on a Microsoft SQL Server database. This algorithm was designed to obtain $n + 1$ coefficients of an *n-order* polynomial function when $n + 1$ (x,y) data pairs are provided (21). In the present work, a fifth-degree polynomial function (Table IA) was chosen because of its precision in modelling up to five inflection points using six coefficients (A to F).

In order to validate how accurate was the fitting process, along with the calculation of the coefficients, an additional function was written to obtain the "determination coefficient" also known as *R2* (Table IC), which expresses the goodness of fit of the model. This value ranges from zero to one. When these values are closer to one the model fits the data better. Additionally, because the intended use of the model is based on data from populations, one may expect to have sufficient observations in each group, thereby avoiding large fluctuations in the *Z*-averages due to a small *n* effect, leading to smoother and better-fitted polynomial models. Considering these two conditions, we expected that the IPSO would perform well when estimating the OW + Ob magnitude.

For the data in table IA, the coefficients and R^2 values were obtained when the polynomial regression algorithm was applied. The coefficients and R^2 values were obtained for the data in table ID, when the polynomial regression algorithm was applied.

Replacing coefficients in Equation 1 and evaluating the function in the 60-144 months interval allowed us to plot the model vs. actual sample data to evaluate the behavior of the modelling process (Fig. 1A).

Table I. Data for polynomial algorithm

A. Example data for polynomial regression fitting algorithm			
Age group (years)	**Months interval**	**Data from population**	
		X **Avg. age in months**	**Y** **Avg. BMI/age *z*-score**
5	≥ 60, < 72	66	-0.5
6	≥ 72, < 84	78	0
7	≥ 84, < 96	90	1.4
8	≥ 96, < 108	102	1.3
9	≥ 108, < 120	114	1.2
10	≥ 120, < 132	126	1.4
11	≥ 132, < 144	138	1.6
B. Equation 1 Polynomial function of fifth degree used to fit the data			
$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5$			
C. Equation 2 Determination coefficient (R2) formula			
$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}$		$\bar{y}$ = Average of observations. $\hat{y}_i$ = Prediction of y_i using the model	

(Continues on next page)

Table I (cont.). Data for polynomial algorithm

D. Coefficients obtained by the polynomial regression algorithm using the example data	
Coefficient	**Value**
A	$1.79062198378451 \times 10^{-4}$
B	$-3.77187348505926 \times 10^{-2}$
C	$-3.03519986132779 \times 10^{-3}$
D	$1.05741108237223 \times 10^{-4}$
E	$-1.00416475337658 \times 10^{-6}$
F	$3.01548529040646 \times 10^{-9}$
R^2	0.942747418748061
E. Equation 3. Integral (ii) of polynomial function (i) and definite integral (iii) used for IPSO computing	
$(i)\ f(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5$ $(ii)\ \int f(x) = ax + \frac{bx^2}{2} + \frac{cx^3}{3} + \frac{dx^4}{4} + \frac{ex^5}{5} + \frac{fx^6}{6}$ $(iii)\ IPSO = \int_{60}^{144} f(x)$	

POLYNOMIAL INDEX OF OVERWEIGHT AND OBESITY (IPSO) CALCULATION

With age and OW + Ob prevalence data pairs fitted into a polynomial function, we propose to obtain the IPSO value as the area under the curve described by the definite integral between 60 and 144 months of the equation (Table IE, Equation 3). One reason for using this approach is the ease of the calculation and programming of the function.

The IPSO resulting coefficients can be easily interpreted as follows: in a theoretical population that behaves similarly to the WHO reference, one might expect that the *z*-score average would be close to zero, so the model and the area would also be near such a value; moreover, in a fictitious population on which the *z*-score averages would be around +1 (the cutoff of overweight), we would expect to have an IPSO value of approximately 84, which corresponds to the definite Integral 60-144 for a polynomial function where $X \approx +1$ in the entire interval. In this sense, we can use the IPSO values directly as an OW + Ob magnitude estimate.

Another useful characteristic of data modelling is that in addition to the global IPSO calculation, partial (interval) areas can be calculated by simply changing the definite integral interval. That is, $IPSO_{60\text{-}72}$, $IPSO_{72\text{-}84}$, etc. Therefore, we evaluated the OW + Ob behavior in different age groups.

IPSO USAGE AND TESTING WITH ANTHROPOMETRIC DATA FROM NATIONAL SOURCES

We evaluated anthropometric school-age children´s data from the 1999 National Nutrition Survey (ENN) (22), National Health and Nutrition Surveys (ENSANUT) from 2006 to 2022 (18), and National Weight and Height Registry (RNPT) from 2015 to 2018 (23). Table II presents the main characteristics of the datasets used in this study. In all surveys, a clustered and stratified sampling design was used to calculate the age and score-z means. All data were included in the RNPT case. All analyses were conducted using SPSS version 27.0, and the resulting means were used in polynomial regression and definite integral tSQL scripts to obtain the models and indexes, respectively.

WEBSITE INTERFACE AND PLOTTING DEVELOPMENT

A website was developed to provide an open-access online tool to anyone who wants to analyze their own data by implementing the algorithms. To host the site, Windows Server 2012/IIS 8.0 and Active Server Pages (ASP Classic) language were used along with the SQL Server database. To provide visual

Table II. Datasets used for IPSO testing and its main characteristics

No.	Name	Type	Year(s)	Sample *n*	Expanded *N**	Analysis
1	ENN-99	National, representative survey	1999	11,330	15,495,924	Historical series of national prevalence
2	ENSANUT 2006		2006	15,045	15,749,407	
3	ENSANUT 2012		2012	16,467	16,556,878	
4	ENSANUT-MC		2016	3,205	15,797,579	
5	ENSANUT 2018		2018	6183	15,257,877	
6	ENSANUT CONTINUA		2020-22	6950	15,606,778	
7	RNPT	National Registry (Census-like) in school attending population	2015-18	13,693,416	*N*/A	Comparisons by sex, indigenous condition and private/ public schools

**Only for surveys with weighting.*

support to the IPSO calculation, the Chart Director plotting library (24) was implemented to display the sample data, model, and area under the curve that represents the IPSO (Fig. 1B).

This site can be accessed at https://ipso.slan.org.mx, on it user is requested to input the 7 data pairs as well as general information regarding its data. When a user submits their data, the IPSO index, polynomial function coefficients, model data, R^2, and plot are obtained. When entering data, the user can choose to make it public or keep it confidential; thus, the IPSO website also serves as a data collection repository for OW + Ob prevalence from many sources and users. A diagram summarizing the operation of the IPSO website is shown in figure 2.

RESULTS

Table III presents the prevalences of OW + Ob, the global and partial IPSO values and R^2 values for the present study datasets, i.e., the coefficients of fetermination (R^2) for the models. The table shows a comparison and magnitude between the OW + Ob prevalence and global IPSO values. Our results cover our first scenario as a simple method to compare and diagnose the magnitude of OW + Ob between populations. In a normally distributed population, approximately 16 % of the individuals are expected to be above one standard deviation (classified as OW + Ob), which is important for making comparisons and decisions.

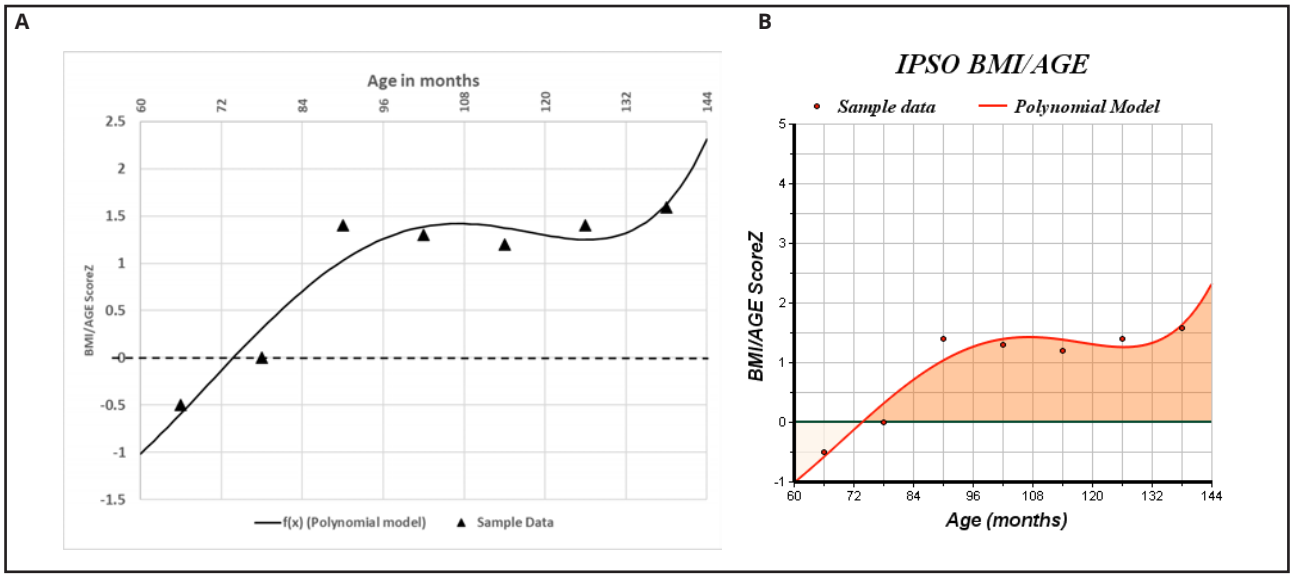


Figure 1. Examples to visualize IPSO algorithm. A. Actual sample data (black triangles) vs polynomial model (black line) obtained by the polynomial regression algorithm. B. IPSO plot generated by the calculation website.

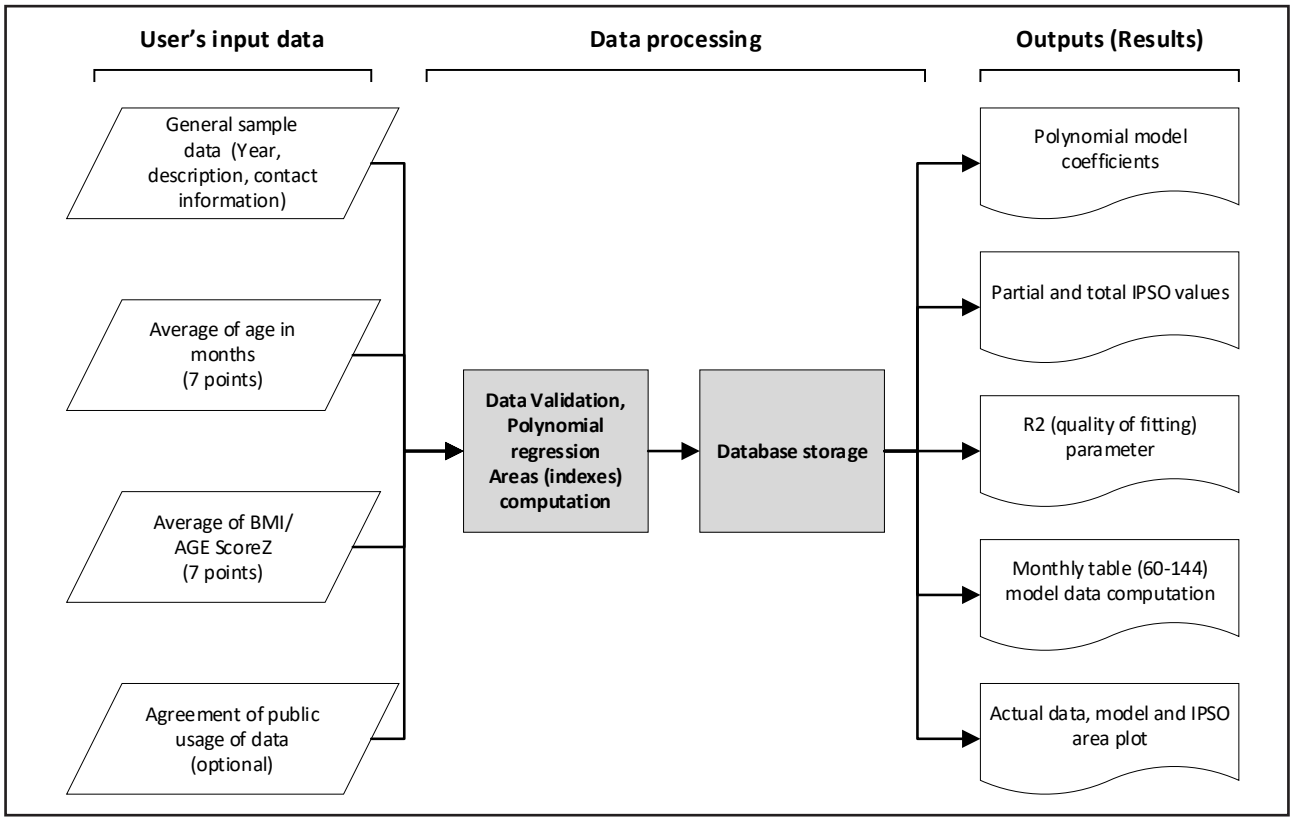


Figure 2. User inputs, processes and outputs of IPSO website.

Table III. Prevalences of OW + Ob, global and partial IPSO values and R^2 values for the present study datasets

Type of data	Year(s)	Dataset name/ population	OW + Ob		IPSO (area units)									
			%	95 % CI	60-144	60-72	72-84	84-96	96-108	108-120	120-132	132-144	72-144*	R^2
A. National Survey	1999	ENN 99	26.9	(25.9-27.8)	*32.495*	5.144	5.207	5.155	5.077	4.904	4.322	2.686	27.351	0.99842
	2006	ENSANUT 2006	34.8	(33.3-36.3)	*50.102*	5.572	5.702	6.938	8.087	8.296	7.661	7.847	44.530	0.99700
	2012	ENSANUT 2012	34.4	(33.3-35.6)	*50.069*	5.828	6.194	7.227	8.064	8.098	7.417	7.242	44.241	0.99526
	2016	ENSANUT-MC	33.0	(29.6-37-2)	*48.498*	4.118	5.394	7.372	8.344	7.603	6.452	9.215	44.380	0.99776
	2018	ENSANUT 2018	35.4	(33.3-37.5)	*51.177*	4.750	6.109	7.353	8.198	8.485	8.283	8.000	46.428	0.99947
	2020-22	ENSANUT CONTINUA	37.2	(35.6-38.9)	*53.111*	5.306	5.900	6.505	7.553	9.017	10.073	8.757	47.805	0.99566
B. National Registry	2015-19	RNPT												
		All individuals	35.1	*N*/A	*34.577*	2.235	2.597	3.876	5.398	6.529	6.958	6.983	32.342	0.99994
		Boys	37.9	*N*/A	*41.575*	3.127	3.199	4.523	6.312	7.759	8.369	8.286	38.449	0.99991
		Girls	32.0	*N*/A	*27.625*	1.568	2.026	3.250	4.520	5.266	5.391	5.605	26.057	0.99998
		Public	35.4	*N*/A	*34.683*	2.100	2.499	3.841	5.435	6.625	7.084	7.100	32.583	0.99990
		Private	40.7	*N*/A	*49.318*	4.653	4.351	5.669	7.521	8.864	9.199	9.060	44.664	0.99998
		Rural/ Indigenous	24.1	*N*/A	*15.984*	3.407	2.278	2.055	2.197	2.207	1.939	1.901	12.577	0.98714

**Suitable for elementary schools attending individuals.*

IPSO values near zero are typical for normal populations, so any positive IPSO value indicates an OW + Ob magnitude, facilitating comparisons between different groups.

The OW + Ob magnitude obtained through $IPSO_{60\text{-}144}$ was 32.5 % for the initial survey (1999), after which an important increase led to 50.1 % in 2006. From this point, a constant increase continued until it reached a peak of 53.1 in 2022 (Table IIIA).

As explained previously, the second scenario was to verify whether the IPSO was capable of evaluating the OW + Ob behavior in different age groups, thus allowing the identification of the magnitude behavior inside and between every year of the school-age period. Regarding this, one can see that between 1999 and 2012 all partial IPSO's increase, in the 60-72 months group the shift is from 5.14 to 5.82 area units (+13.2 % relative increase), this contrast remarkably with the 132-144 group age, that passes from 2.68 to 7.24 area units (+170.1 % relative increase)! (Table IIIA).

The RNPT transversal data (Table IIIB) demonstrate that IPSO can detect differences in OW + Ob magnitude related to population characteristics such as sex and socioeconomic status. For instance, girls had an IPSO of 27.62 area units, while boys had 41.57 for a general ($IPSO_{60\text{-}144}$) index value (Table III). The notorious differences in IPSO values by the variable of interest (sex in this case) were precisely the third scenario of the main objective of present study. The period between 84-96 months (7-8 years) showed a significant rise in OW + Ob for both sexes, with 96-108 months period (8-9 years) also marking critical increases (Fig. 3C).

Changes over time can also be visualized through IPSO, an example of which is the comparison of the National 1999 and 2022 surveys (Table IIIA), which passed from 32.495 to 53.111 area units in such a time lapse, representing a relative increase of 63.4 % in the OW + Ob magnitude, which cannot be detected using the raw prevalence comparison. The shift from 26.9 % to 37.2 % corresponds to a 38.8 % relative increase, thereby underestimating the changes.

This relative OW + Ob increase of 63.4 % between the 1999 and 2022 surveys can also be easily observed in the graphs produced by the IPSO website; in figure 3A, the graphics show the actual data pairs (points), the polynomial model as a line, and the area under the curve (orange shaded area) representing the $IPSO_{60\text{-}144}$ model.

Since one of the IPSO's website results consists in a monthly (x, y) data matrix, the data pairs of 60 to 144 "x" values and the "y" predicted by the polynomial model can be used to plot several population models in a single chart. An example of this can be seen in figure 3B, in which the OW + Ob magnitude increase over seven years is clearly represented as the area between the solid (1999) and dotted lines (2006).

The prevalence of OW + Ob has increased in recent decades, particularly in developed countries (25). These tools could help to document and measure childhood obesity as a major public health concern. In this sense, the proposed IPSO models performed robustly when comparing the OW + Ob magnitude between populations at the global level, and the partial indices and plots allowed us to describe and visualize the behavior of the OW + Ob phenomenon through school-age time lapse.

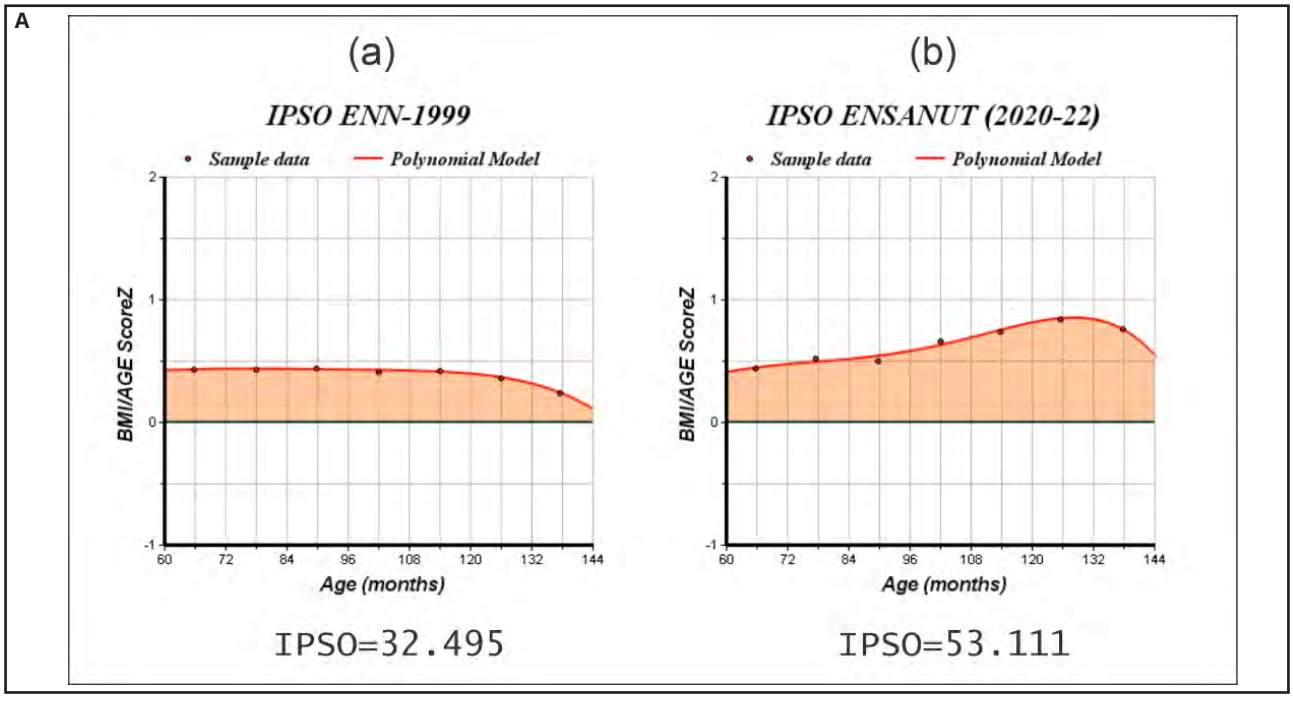


Figure 3. Comparison of IPSO results. A. Comparison of IPSO plosts for ENN 1999 vs ENSANUT CONTINUA 2020-2022 (continues on next page).

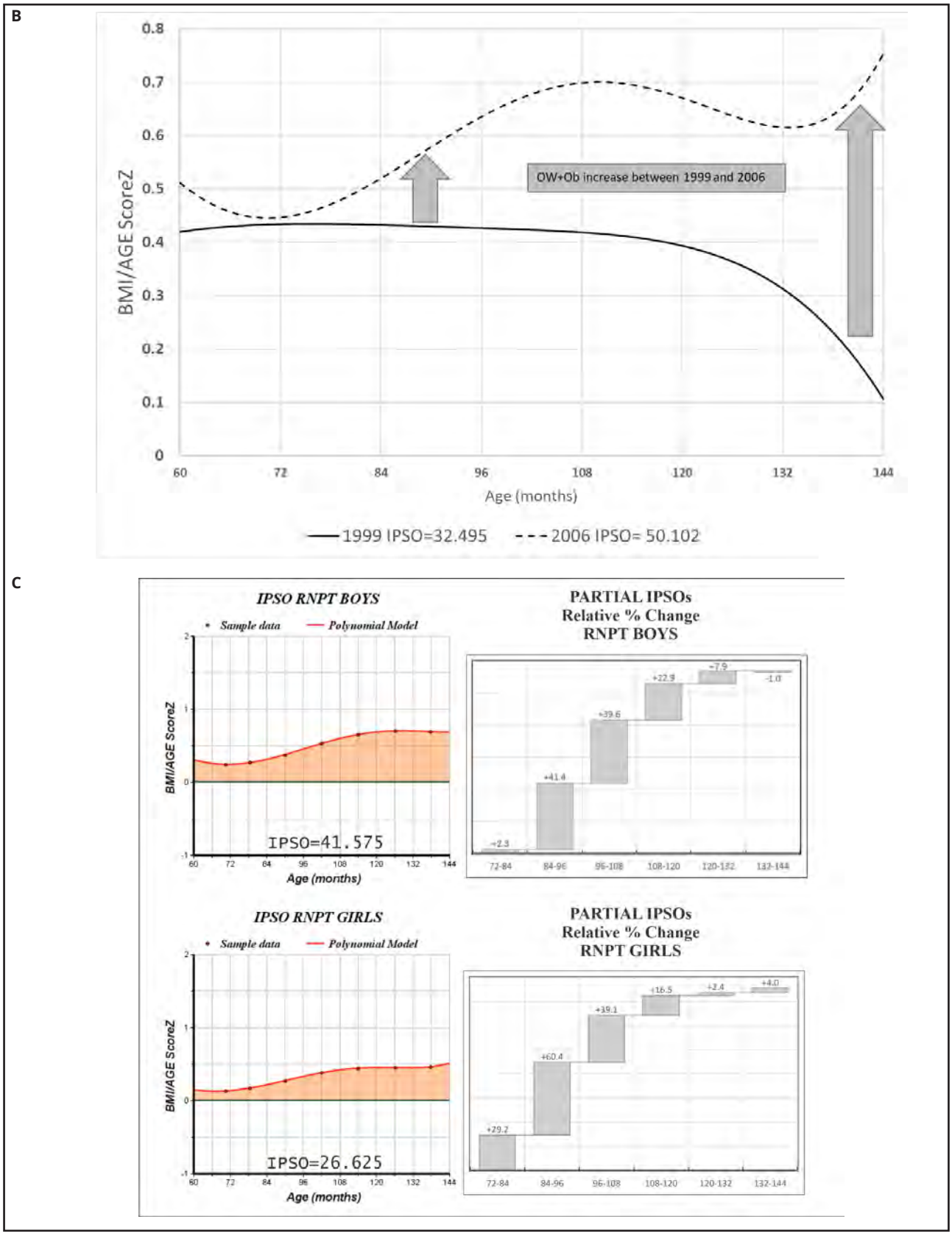


Figure 3 (cont). Comparison of IPSO results. B. Polynomial models data comparison between 1999 and 2006 surveys. C. IPSO plots and cascade charts representing the partial IPSO relative percentual change in boys and girl's populations from RNPT (continues on next page).

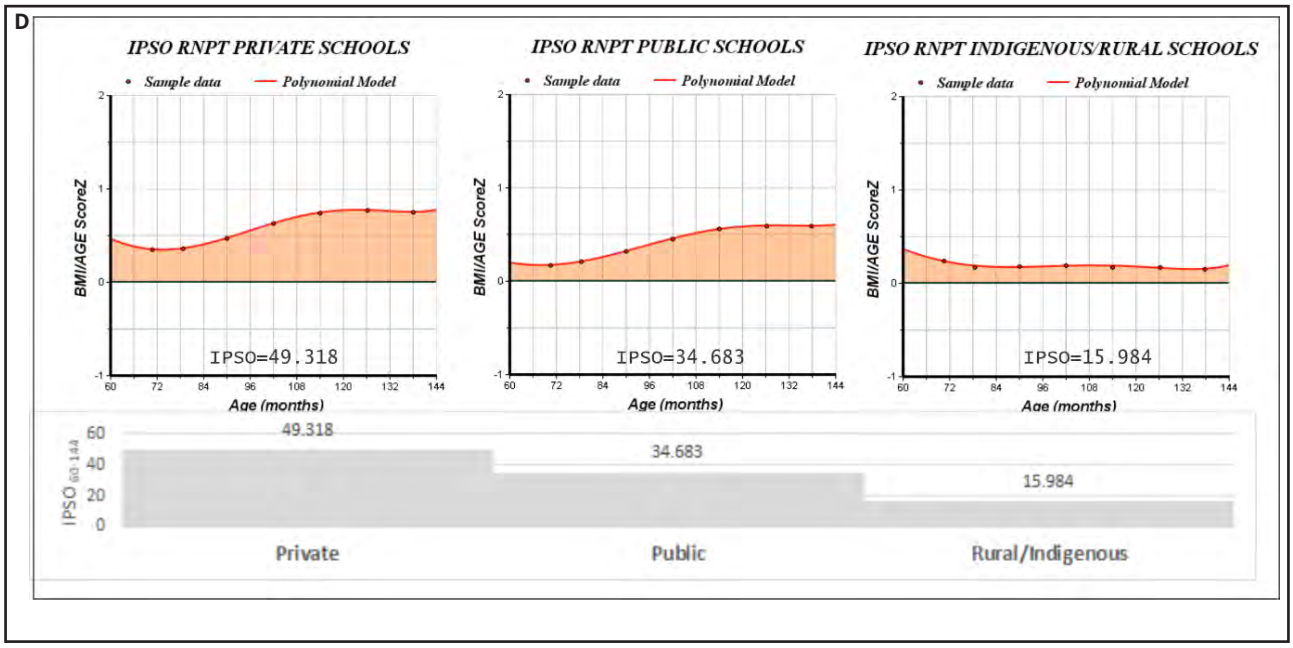


Figure 3 (cont.). Comparison of IPSO results. D. IPSO plots and values of RNPT private, public and rural/indigenous schools and bar chart of IPSO values corresponding to each population.

In figure 3C, IPSO plots for boys and girls from RNPT are show side by side against the relative percentual change (RPC) of partial IPSO values for each population (Table III, columns 60-72 to 132-144) this RPC was defined as the "*n*" interval IPSO minus the "*n*-1" IPSO interval divided by the "*n*-1" IPSO. This relative change expresses how much the area has changed from one age group to the next as a percentage fraction of its initial state.

Figure 3D shows RNPT plots and data from three RNPT subpopulations: children from private, public, and indigenous/rural schools. This allows for a quick comparison between the different groups, which behaves as expected, with the children from private schools showing a greater IPSO value, whereas indigenous/rural ones (from the poorest communities) presented smaller IPSO values.

DISCUSSION

Through the development of a polytomous model, this research corroborated its estimation, application and use across different data sources to assess the relationship between age in months and body mass index (BMI) *z*-score for age in children aged 60-144 months. The results demonstrated the usefulness of the model for comparing the magnitude of overweight and obesity among different populations, constituting a visually clear and reliable tool for the analysis of indices in various subpopulations.

Although BMI does not directly express adiposity distribution, it is still used as one of the most important health parameters to evaluate OW + Ob. These conditions are recognized as serious threats to public health and are associated with chronic diseases and risk factors in terms of attributable deaths and disability-adjusted life-years in the adult population (26). For school-aged individuals, BMI is useful for assessing nutritional status during the growth period (27), and the magnitude of changes in prevalence during this period is key to describing this phenomenon among populations over time (28).

With the present work data we were able to identify using the IPSO an accelerated increase in OW + Ob magnitude around the age of 8 years, which led us to propose that this early age could be the best time for interventions aimed at addressing this problem in the population.

The results from the 1999 nutrition survey show a flattening and even a slight reduction in OW + Ob magnitude between 9 and 11 years of age; this behavior is also noticed in the upcoming surveys. Further research is needed on this behavior, such as the presence of early puberty, and its relationship with adiposity increases and growth rate decreases (29).

Similar to our findings, which identified sex-typical behaviors and early onset of overweight and obesity, these findings have been documented by other authors. For example, a secondary data analysis was conducted in El Salvador in children aged 6 to 9 years, in which the authors reported a greater OW + Ob prevalence in 6 years old children (girls = 31.5 %, boys = 35.5 %) than in the 9 years old group (girls = 18.7 %, boys = 24.5 %) (30). In China, a population analysis in children aged 6 to 11 years found an alarming increase in OW + Ob prevalence in the 1991-2011 period passing from 7.9 to 20.5 %; in this study, as in ours, boys had a higher prevalence of OW + Ob than girls (31).

For the analysis of behavior among other socioeconomic and sociodemographic variables such as rurality, characteristics

and school environment, we identified that similarly, a study conducted in El Salvador, the authors detected a greater prevalence of OW + Ob in urban schools (girls = 35.1 %, boys = 38.9 %) and private schools (girls = 42.2 %, boys = 46.6 %) than in rural (girls = 23.6 %, boys = 26.6 %) and public schools (girls = 26.8 %, boys = 29.9 %) (30). This behavior of a greater magnitude in OW + OB in schools from wealthier and more urbanized areas is consistent with the results obtained using our IPSO testing data and is usually related to a greater intake of high energy density products derived from non-healthy feeding patterns (33) and a greater exposure to obesogenic environments (34). Finally, a study conducted in England examined the relationships between socioeconomic variables, such as distance to supermarkets, income, population density, dwelling, employment, and education, with OW + Ob prevalence in the school-age population. The results showed that regardless of dwelling, a positive relationship was found between distance to supermarkets and obesity, as children from urban areas were slightly more obese than those from rural areas, with the exception of children from families with higher incomes in urban areas (32).

The previous analyses and results obtained from several data sources allow us to propose IPSO as a novel tool for the epidemiological assessment of OW + Ob in school-age children, mainly because it proved to be effective when comparing populations, contrasting subpopulations based on variables, and describing OW + Ob behavior through the 5-11 years old timelapse. Among its strengths compared to other model types, the present study data showed that the prevalence of OW + Ob does not necessarily operate in a linear or exponential manner; in fact, such data tend to fluctuate between the age groups, and this is the scenario in which a 5th degree polynomial function performs better by modelling the inflection points in the data. However, the most important weakness is that a considerable number of observations are needed for each of the seven age groups to account for plausible prevalence values to compute the model. Another weakness is that, to date there is no extensive repository of IPSO values to compare the obtained results; however, this issue could be addressed gradually by spreading this index usage.

The use of standardized indices to evaluate populations provides results fundamental to public policy design and effect measurement. Furthermore, these results are essential for planning and focusing on actions to support highly exposed individuals.

CONCLUSION

The IPSO usage proposal as a standard to evaluate the OW + Ob magnitude in school-age populations proved to be useful when comparing them, as well as when inspecting the behavior of such magnitude over the age groups. The index also performed well when comparing multiple populations from several sources and was able to contrast them in a direct and visually simple way to diagnose many populations and evaluate the dimensions of the OW + Ob problem among them. The IPSO is a novel proposal that intends to contribute to existing OW + Ob surveillance and monitoring tools, such as the NCD Risk Factor Collaboration (35,36), WHO Global Health Observatory (37), Global Burden of Disease Study (38,39), and Global Nutrition Report (40). The IPSO is a tool that can be used in further research on OW + Ob magnitude in school-age populations and, in this way, contributes to direct or changing the recommendations about local interventions and public policies.

REFERENCES

1. Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. Lancet (London, England) 2024;403(10431):1027-50. DOI: 10.1016/s0140-6736(23)02750-2
2. Popkin BM. Nutritional Patterns and Transitions. Population and Development Review 1993;19(1):138-57. DOI: 10.2307/2938388
3. Jaacks LM, Vandevijvere S, Pan A, McGowan CJ, Wallace C, Imamura F, et al. The obesity transition: stages of the global epidemic. The lancet Diabetes & endocrinology 2019;7(3):231-40. DOI: 10.1016/s2213-8587(19)30026-9
4. Akinyemiju T, Moore JX, Pisu M, Judd SE, Goodman M, Shikany JM, et al. A Prospective Study of Obesity, Metabolic Health, and Cancer Mortality 2018;26(1):193-201. DOI: 10.1002/oby.22067
5. Barros WMA, da Silva KG, Silva RKP, Souza A, da Silva ABJ, Silva MRM, et al. Effects of Overweight/Obesity on Motor Performance in Children: A Systematic Review. Frontiers in endocrinology 2021;12:759165. DOI: 10.3389/fendo.2021.759165
6. Smith JD, Fu E, Kobayashi MA. Prevention and Management of Childhood Obesity and Its Psychological and Health Comorbidities. Annual review of clinical psychology 2020;16:351-78. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-100219-060201
7. Pont SJ, Puhl R, Cook SR, Slusser W. Stigma Experienced by Children and Adolescents With Obesity. Pediatrics 2017;140(6). DOI: 10.1542/peds.2017-3034
8. Ling J, Chen S, Zahry NR, Kao TA. Economic burden of childhood overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity 2023;24(2):e13535. DOI: 10.1111/obr.13535
9. Ávila Curiel A, Galindo Gómez C, Juárez Martínez L, García-Guerra A, Del Monte Vega MY, Martínez Domínguez J, et al. Mala nutrición en población escolar mexicana: factores geográficos y escolares asociados. Global Health Promotion 2022;29(2):126-35. DOI: 10.1177/17579759211038381
10. Ávila-Curiel A, Juárez-Martínez L, Del Monte-Vega M, Ávila Arcos MA, Galindo-Gómez C, Ambrocio-Hernández R. Estado de Nutrición en Población Escolar Mexicana que Cursa el Nivel de Primaria. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán; 2016.
11. Hernández-Cordero S, Cuevas-Nasu L, Morán-Ruán MC, Méndez-Gómez Humarán I, Ávila-Arcos MA, Rivera-Dommarco JA. Overweight and obesity in Mexican children and adolescents during the last 25 years. Nutrition & diabetes 2017;7(3):e247. DOI: 10.1038/nutd.2016.52
12. Shamah-Levy T, Gaona-Pineda EB, Cuevas-Nasu L, Morales-Ruan C, Valenzuela-Bravo DG, Méndez-Gómez Humaran I, et al. Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. Ensanut Continua 2020-2022. Salud publica de Mexico 2023;65:s218-s24. DOI: 10.21149/14762
13. Guedes DP, De Matos JA, Lopes VP, Ferreirinha JE, Silva AJ. Physical growth of schoolchildren from the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil: Comparison with the CDC-2000 reference using the LMS method. Annals of human biology 2010;37(4):574-84. DOI: 10.3109/03014460903524469
14. de Onis M, Frongillo EA, Blössner M. Is malnutrition declining? An analysis of changes in levels of child malnutrition since 1980. Bulletin of the World Health Organization 2000;78(10):1222-33.
15. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. Salud publica de Mexico 2023;65:s238-s47. DOI: 10.21149/14809
16. Cuevas-Nasu L, Muñoz-Espinosa A, Shamah-Levy T, García-Feregrino R, Gómez-Acosta LM, Ávila-Arcos MA, et al. Estado de nutrición de niñas y niños menores de cinco años en México. Ensanut 2022. Salud publica de Mexico 2023;65:s211-s7. DOI: 10.21149/14799

17. de Onis M, Lobstein T. Defining obesity risk status in the general childhood population: which cut-offs should we use? International journal of pediatric obesity: an official journal of the International Association for the Study of Obesity 2010;5(6):458-60. DOI: 10.3109/17477161003615583
18. Secretaría de Salud, Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, bases de datos; 2024. Available from: https://ensanut.insp.mx/.
19. Avila-Curiel A, Shamah T, Barragán L, Chávez A, Avila M, Juárez L. An epidemiological index to assess the nutritional status of children based in a polynomial model of values from *Z* punctuation for the age in Mexico. Archivos latinoamericanos de nutricion 2004;54(1):50-7.
20. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bulletin of the World Health Organization 2007;85(9):660-7 DOI: 10.2471/blt.07.043497
21. Chapra SC, Canale RP. Numerical methods for engineers. Seventh edition. ed. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2015. xvi. 970 *p.*
22. Mexico. Gd. Datos Abiertos, Encuesta Nacional de Nutrición ENN 1999; 2017. Available from: https://datos.gob.mx/busca/dataset/encuesta-nacional-de-nutricion-enn-1999.
23. Dirección de Nutrición I. Registro Nacional de Peso y Talla; 2024. Available from: http://rnpt.sivne.org.mx/pagina_/index.php.
24. Advanced Software Enginering Ltd. Chart Director, The Universal Chart and Graph Plotting Library; 2016.
25. Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. Lancet (London, England) 2010;375(9727):1737-48. DOI: 10.1016/s0140-6736(10)60171-7
26. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Reference Life Table 2018.
27. Rolland-Cachera MF. Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. International journal of pediatric obesity: an official journal of the International Association for the Study of Obesity 2011;6(5-6):325-31. DOI: 10.3109/17477166.2011.607458
28. Chen LK, Wang G, Bennett WL, Ji Y, Pearson C, Radovick S, et al. Trajectory of Body Mass Index from Ages 2 to 7 Years and Age at Peak Height Velocity in Boys and Girls. The Journal of pediatrics 2021;230:221-9.e5 DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.11.047
29. Sørensen K, Aksglaede L, Petersen JH, Juul A. Recent Changes in Pubertal Timing in Healthy Danish Boys: Associations with Body Mass Index. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2010;95(1):263-70. DOI: 10.1210/jc.2009-1478
30. Pérez W, Melgar P, Garcés A, de Marquez AD, Merino G, Siu C. Overweight and obesity of school-age children in El Salvador according to two international systems: a population-based multilevel and spatial analysis. BMC public health 2020;20(1):687. DOI: 10.1186/s12889-020-08747-w
31. Gordon-Larsen P, Wang H, Popkin BM. Overweight dynamics in Chinese children and adults. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity 2014;15(Suppl 1):37-48. DOI: 10.1111/obr.12121
32. Titis E, Di Salvatore J, Procter R. Socio-economic correlates of childhood obesity in urban and rural England. Public health nutrition 2023;26(9):1815-27. DOI: 10.1017/s1368980023000952
33. Turner C, Kalamatianou S, Drewnowski A, Kulkarni B, Kinra S, Kadiyala S. Food Environment Research in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Scoping Review. Advances in nutrition (Bethesda, Md) 2020;11(2):387-97. DOI: 10.1093/advances/nmz031
34. García-Chávez CG, Rodríguez-Ramírez S, Rivera JA, Monterrubio-Flores E, Tucker KL. Sociodemographic factors are associated with dietary patterns in Mexican schoolchildren. Public health nutrition 2018;21(4):702-10. DOI: 10.1017/s1368980017003299
35. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. Lancet (London, England). 2017;390(10113):2627-42. DOI: 10.1016/s0140-6736(17)32129-3
36. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19·2 million participants. Lancet (London, England) 2016;387(10026):1377-96. DOI: 10.1016/s0140-6736(16)30054-x
37. World Health Organization. The global wealth observatory, Prevalence of overweight among children and adolescents, BMI > +1 standard deviations above the median (crude estimate) (%); 2022. Available from: https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-overweight-among-children-and-adolescents-bmi-1-standard-deviations-above-the-median-(crude-estimate)-(-)
38. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, et al. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. The New England journal of medicine 2017;377(1):13-27. DOI: 10.1056/NEJMoa1614362
39. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz *N*, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet (London, England) 2014;384(9945):766-81. DOI: 10.1016/s0140-6736(14)60460-8
40. Development Initiatives Poverty Research Ltd. 2021 Global Nutrition Report: The state of global nutrition. Bristol, UK: Development Initiatives; 2021. Available from: https://globalnutritionreport.org/

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Pediatría

The role of pediatric simple metabolic syndrome score and metabolic syndrome severity *z*-scores in identifying metabolic syndrome among obese adolescents

El papel del puntaje simple de síndrome metabólico pediátrico y los puntajes z de gravedad del síndrome metabólico en la identificación del síndrome metabólico entre adolescentes obesos

Muammer Büyükinan[1], Sadiye Sert[2], Ahmet Fatih Yilmaz[1]

[1]Department of Pediatric Endocrinology. Selcuk University Medical School; and [2]Department of Pediatrics. Konya Beyhekim Training and Research Hospital. Konya, Turkey

Abstract

Background: the aim of our study was to evaluate the effectiveness of the pediatric simple metabolic syndrome score (PsiMS) and the metabolic syndrome severity (MetSS) *z*-score in determining the risk of metabolic syndrome (MetS) in obese adolescents, as well as to assess their correlation with metabolic variables and establish diagnostic cut-offs for MetS.

Materials and methods: this prospective cross-sectional study was conducted at two medical centers from March 2024 to June 2024, including a total of 246 obese adolescents.

Results: obese adolescents diagnosed with MetS exhibited notably elevated PsiMS and MetSS *z*-score values. Significant positive correlations were identified between the PsiMS and BMI *z*-score, total cholesterol, gamma-glutamyl transferase, uric acid, insulin levels, and the Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR). Positive relationships were also observed between the MetSS *z*-score and hip circumference, alanine aminotransferase, gamma-glutamyl transferase, uric acid, insulin, HOMA-IR, and the PsiMS. The PsiMS demonstrated an area under the curve (AUC) of 0.753 with a threshold of 4.5242, resulting in sensitivity and specificity values of 68.2 % and 68.4 %, respectively. The MetSS *z*-score exhibited an AUC of 0.885 with a threshold of 1.1145, yielding sensitivity and specificity values of 80.7 % and 80.4 %, respectively. The comparison of AUC values between the PsiMS and MetSS *z*-scores was statistically significant.

Conclusion: our findings indicate that the rates of MetS diagnosis using the PsiMS and MetSS *z*-scores—both continuous metrics for assessing MetS—were significantly higher in adolescents compared to those identified through traditional dichotomous diagnostic methods.

Keywords:

Adolescent.
Cardiometabolic risk factors. Insulin resistance.
Metabolic syndrome.
Pediatric obesity.

Received: 17/12/2024 • Accepted: 09/04/2025

Authors´ contribution: Concept: S.S., M.B. and A.F.Y.; design: S.S., M.B. and A.F.Y.; supervision: S.S., and M.B..; materials: S.S., M.B. and A.F.Y.; data collection and/or processing: S.S., M.B. and A.F.Y.; analysis and/or interpretation: S.S., M.B.; literature review: S.S., and M.B.; writing: S.S., and M.B.; critical review: S.S., and M.B. M.B. and S.S. contributed equally to the article.

Ethics Committee Approval: Selçuk University Ethics Committee approval was received for this study (date: 29.02.2024/No: 81).

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Büyükinan M, Sert S, Yilmaz AF. The role of pediatric simple metabolic syndrome score and metabolic syndrome severity *z*-scores in identifying metabolic syndrome among obese adolescents. Nutr Hosp 2025;42(4):652-660

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05676

Correspondence:
Sadiye Sert. Department of Pediatrics. Konya Beyhekim Training and Research Hospital. Beyhekim, Devlethane Sokak No: 2/C. 42060 Selçuklu/Konya, Turkey
e-mail: sadiyesert@yahoo.com.tr

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Antecedentes: el objetivo de nuestro estudio fue evaluar la validez del puntaje de síndrome metabólico simple pediátrico (PsiMS) y el puntaje z de severidad del síndrome metabólico (MetSS) para determinar el riesgo de síndrome metabólico (MetS) en adolescentes obesos, así como evaluar su correlación con variables metabólicas y establecer puntos de corte diagnósticos para el MetS.

Materiales y métodos: este estudio transversal prospectivo se llevó a cabo en dos centros médicos desde marzo de 2024 hasta junio de 2024, incluyendo un total de 246 adolescentes obesos.

Resultados: los adolescentes obesos diagnosticados con MetS mostraron valores notablemente elevados de PsiMS y puntajes z de MetSS. Se identificaron correlaciones positivas significativas entre el PsiMS y el puntaje z de IMC, colesterol total, gamma-glutamiltransferasa, ácido úrico, niveles de insulina y el Modelo de Evaluación de Homeostasis de Resistencia a la Insulina (HOMA-IR). También se observaron relaciones positivas entre el puntaje z de MetSS y la circunferencia de cadera, la alanina-aminotransferasa, la gamma-glutamiltransferasa, el ácido úrico, la insulina, el HOMA-IR y el PsiMS. El PsiMS mostró un área bajo la curva (AUC) de 0,753 con un umbral de 4,5242, resultando en valores de sensibilidad y especificidad del 68,2 % y 68,4 %, respectivamente. El puntaje z de MetSS presentó un AUC de 0,885 con un umbral de 1,1145, arrojando valores de sensibilidad y especificidad del 80,7 % y 80,4 %, respectivamente. La comparación de los valores de AUC entre el PsiMS y los puntajes z de MetSS fue estadísticamente significativa.

Conclusión: nuestros hallazgos indican que las tasas de diagnóstico de MetS utilizando los puntajes de PsiMS y MetSS, ambas métricas continuas para evaluar el MetS, fueron significativamente más altas en adolescentes en comparación con aquellos identificados a través de métodos diagnósticos dicotómicos tradicionales.

Palabras clave:

Adolescente. Factores de riesgo cardiometabólico. Resistencia a la insulina. Síndrome metabólico. Obesidad pediátrica.

INTRODUCTION

The rising prevalence of childhood obesity has raised significant concerns about associated conditions, such as metabolic syndrome (MetS). In recent years, the global surge in adolescent obesity has led to a substantial increase in MetS rates among this age group (1,2). MetS, a well-established multifactorial condition, is closely linked to an elevated risk of cardiovascular disease (CVD) and type 2 diabetes. Studies suggest that the metabolic profile of MetS in childhood persists into adulthood, posing a long-term health risk (3-5). However, defining MetS in adolescents remains challenging due to the lack of universally accepted reference values for each component in this age group (6,7).

While the binary definition of MetS is effective for diagnosing adults, its applicability to adolescents is uncertain, given the lower prevalence of MetS and the limited number of large-scale studies. The American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes recommend using a continuous scoring system rather than a binary approach for diagnosing MetS in adolescents (8,9). Various methodologies, including *z*-scores, factorial analysis, and principal components analysis, have been employed in studies to develop continuous MetS scores tailored to different populations (10,11). The utilization of continuous MetS risk scores has been proposed to enhance understanding of the relationships between risk factors and outcomes in researches (5,9). Efforts have been made to introduce simplified MetS scoring systems, such as the simple metabolic syndrome (siMS) score (12), including a pediatric version (13,14), to provide practical and universal tools for MetS assessment in diverse settings. Despite variations in the variables included in calculations across studies, attempts have been made to establish these simplified scoring systems. To date, there has been no research evaluating the effectiveness of the pediatric simple metabolic syndrome score (PsiMS) and the metabolic syndrome severity (MetSS) *z*-score, both of which are continuous MetS risk scores in determining the risk of MetS among obese adolescents. The aim of our study was to evaluate the effectiveness of the PsiMS and the MetSS *z*-score in determining the risk of MetS in obese adolescents, as well as to assess their correlation with metabolic variables and establish diagnostic cut-offs for MetS.

MATERIALS AND METHODS

PARTICIPANTS

This study was performed in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Approval was granted by the Ethics Committee of Selçuk University (Date: 29.02.2024/No: 81), and informed consent was obtained from the parents of participating adolescents. A cross-sectional study was conducted at the pediatric outpatient clinic of Konya Beyhekim Training and Research Hospital and the Pediatric Endocrinology Clinic of Selçuk University Hospital from March 2024 to June 2024. The sample size was determined based on a study by Vukovic et al. (13) on the PsiMS score, using the G*Power 3.1.9.7 software. With a 5 % alpha error, a 10 % effect size, and 80 % power, a minimum sample size of 244 adolescents was required, and this target was achieved.

A total of 246 obese adolescents were randomly assigned to MetS and non-MetS groups according to the International Diabetes Federation (IDF) consensus criteria for pediatric MetS. The diagnosis of pediatric MetS, as per IDF guidelines, required abdominal obesity (waist circumference [WC] ≥ 90th percentile or adult cut-off if lower) and a combination of at least two of the following clinical indicators: low HDL-C levels, elevated triglycerides, increased fasting plasma glucose (FPG) levels, and elevated blood pressure (BP) (15). Exclusion criteria included individuals with systemic illnesses, those on specific medications, or conditions affecting insulin function.

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

Anthropometric measurements were conducted for all subjects, involving height and weight assessments using a Harpenden stadiometer and an electronic scale. Body mass index (BMI) was calculated as weight in kilograms divided by the square of height in meters. Adolescents with BMIs at or above the 95th percentile based on reference curves for this age group were classified as obese. Standard deviation scores for BMI (BMI-SDS) were obtained from national growth charts (16,17). Waist circumference and hip circumference measurements were taken to calculate the waist-to-height ratio (WHtR) and waist-to-hip ratio (WHR) (18). Pubertal development stages were assessed using Tanner criteria, with patients exhibiting sexual maturation between Tanner stages 2 and 5. Blood pressure measurements were obtained following a standardized resting period of at least 5 minutes, using a sphygmomanometer with an appropriately sized pediatric cuff.

LABORATORY ASSESSMENT

Laboratory assessments involved the collection of morning venipuncture blood samples from participants after an overnight fast. These samples were analyzed for serum glucose, insulin levels, and other relevant parameters. Serum lipids were measured using standard enzymatic techniques on an Abbott Diagnostics c16000 chemistry analyzer, while serum insulin concentrations were determined using the IMMULITE immunoassay system from Siemens Healthcare Diagnostics.

INSULIN SENSITIVITY MEASUREMENT

Insulin sensitivity was evaluated using the homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR), with values above 3.16 indicating insulin resistance (19,20).

CALCULATION OF PsiMS SCORE AND MetSS *z*-SCORE

The calculations of the PsiMS score and the MetSS *z*-score were based on specific formulas that incorporated various parameters related to MetS components. The PsiMS score formula included WC, FPG, triglycerides, systolic BP, and HDL-C levels (13). On the other hand, the MetSS *z*-score was calculated using height, weight, WC, systolic BP, HDL-C and triglyceride, and FPG (21).

STATISTICAL ANALYSIS

We employed the Shapiro-Wilk test to examine the distribution of parameters. Normally distributed variables were presented as mean ± standard deviation, while non-normally distributed variables were described as median with interquartile range (IQR). Categorical variables were summarized using frequency and percentage values. Various statistical tests, such as the Mann-Whitney U-test, independent t-test, and chi-square test, were used for comparative analyses. Bivariate associations among continuous variables were explored using Spearman's rank correlation test, and analyses of variance were conducted to compare all groups. Multiple logistic regression analyses were performed to identify potential risk factors associated with continuous MetS (cMetS) scores. The predictive performance of the PsiMS score and MetSS *z*-score in detecting MetS in obese adolescents was evaluated through receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. Optimal cut-off values were determined, and the area under the ROC curve was calculated to assess sensitivity and specificity. The Youden index was calculated using the formula: "Youden Index = Sensitivity + Specificity – 1." The interpretation of the area under the curve (AUC) was based on specific criteria: an AUC of 0.5 indicates a non-informative or chance-level test, while values between 0.5 and 0.7 suggest lower accuracy, 0.7 to 0.9 indicate moderate accuracy, 0.9 to 1.0 signify high accuracy, and an AUC of 1.0 represents a perfectly discriminatory test. To assess and compare the performance of various methods for calculating cMetS scores, the AUC values were compared using the Hanley and McNeil method. The statistical analyses were conducted using SPSS software for Windows, version 21.0, and figures were generated using GraphPad Prism 9.0.

RESULTS

DEMOGRAPHIC AND LABORATORY CHARACTERISTICS OF PARTICIPANTS

In this investigation, we scrutinized the demographic and laboratory profiles of 246 obese adolescents, including 128 females and 118 males. The cohort exhibited a median age of 13.7 years (interquartile range [IQR]: 3.6) and a median BMI of 30 kg/m² (IQR: 5.6). Among the obese adolescents, 88 individuals (35.7 %) were diagnosed with MetS. No significant disparities were noted in sex and age between those with and without MetS. Adolescents with MetS exhibited distinct metabolic and anthropometric characteristics, including higher values for BMI, WC, WHR, blood pressures (systolic, diastolic, and mean), serum triglycerides, FPG, insulin levels, and HOMA-IR. They also had lower levels of HDL-C compared to those without MetS. Additionally, obese individuals with MetS displayed significantly higher PsiMS and MetSS *z*-score values (Table I, Fig. 1). Significant differences in these scores were observed with an increase in the number of MetS components (Table II).

Positive associations were observed between the PsiMS score and BMI *z*-score, total cholesterol, GGT, uric acid, insulin levels, and HOMA-IR (Table III). Similar correlations were noted in both the non-MetS and MetS groups regarding total cholesterol in relation to the PsiMS score. Positive correlations were also found between the MetSS *z*-score and HC, ALT, GGT, uric acid, insulin, HOMA-IR, ferritin, and the PsiMS score (Table IV).

Table I. Demographic and clinical features of obese adolescents with and without metabolic syndrome

Variable	All participants	Groups		*p*-value
		Non-metabolic syndrome	Metabolic syndrome	
Sex (female/male) (*n*, %)	246 (100)	85/73 (53.8/46.2)	43/45 (48.9/51.1)	0.458
Age (years)	13.77 (3.67)	13.65 (3.47)	13.9 (3.42)	0.091
Weight (kg)	77.9 (24.3)	73.5 (20.4)	85.7 (31)	< 0.0001
Height (cm)	158 (14.9)	157 (12.1)	161.2 (15.8)	0.008
Height-SDS	0.1461 ± 1.1323	0.1382 ± 1.1238	0.1605 ± 1.538	0.883
BMI (kg/m^2)	30.09 (5.68)	29.39 (4.33)	31.56 (7.34)	< 0.0001
Percentile of BMI (%)	98.18 (1.62)	97.87 (1.64)	98.40 (1.28)	< 0.0001
BMI *z*-score	2.09 (0.353)	2.027 (0.328)	2.144 (0.434)	< 0.0001
WC (cm)	98.5 (15)	95 (12)	102 (15)	< 0.0001
HC (cm)	107.5 (15)	105 (13)	111.5 (15)	< 0.0001
WHCR	0.9244 (0.099)	0.9230 (0.103)	0.9279 (0.096)	< 0.0001
WHtR	0.6159 (0.070)	0.6047 (0.060)	0.6323 (0.083)	0.104
SBP (mmHg)	120 (20)	110 (20)	130 (13.8)	< 0.0001
DBP (mmHg)	80 (10)	70 (10)	85 (10)	< 0.0001
MBP (mmHg)	90 (13.3)	83.3 (13.3)	98.3 (11.25)	< 0.0001
Fasting glucose (mg/dl)	91 (10.2)	90 (9.9)	92 (13)	< 0.0001
Fasting insulin (U/ml)	19.90 (12.34)	18.05 (12.45)	22.90 (11.70)	< 0.0001
HOMA-IR	4.2864 (2.96)	4.0188 (2.90)	5.2917 (3.28)	< 0.0001
IR (*n*, %)	185 (75.2)	108 (68.4)	77 (87.5)	0.001
Total cholesterol (mg/dl)	161 (45.5)	159 (44.5)	167 (44)	0.472
Triglycerides (mg/dl)	112 (79)	99 (63)	150 (104.4)	< 0.0001
LDL-C (mg/dl)	90.25 (34.2)	90.15 (35.7)	90.60 (31.3)	0.884
HDL-C (mg/dl)	45 (12)	47 (11)	39 (13)	< 0.0001
ALT (U/l)	19 (11.3)	18 (10.9)	21 (14)	0.159
AST (U/l)	20 (7.7)	19.5 (8.1)	20 (7.3)	0.779
GGT (U/l)	16.5 (11.8)	16.5 (12)	17 (10.5)	0.382
Serum ferritin (µg/l)	32.70 (33.25)	31.50 (32.1)	37.10 (38.65)	0.245
Serum uric acid (mg/dl)	5.40 (1.6)	5.30 (1.5)	5.70 (1.9)	0.362
HbA1c (%)	5.30 (0.5)	5.30 (0.5)	5.40 (0.4)	0.260
FT4 (ng/dl)	1.15 (0.23)	1.14 (0.22)	1.20 (0.25)	0.098
TSH (mIU/ml)	2.38 (1.69)	2.33 (1.76)	2.46 (1.53)	0.580
PsiMS score	4.2785 (2.9749)	3.5993 (2.1535)	5.8419 (3.7880)	< 0.0001
MetSS *z*-score	1.0115 ± 0.550705	0.75623 ± 0.43253	1.46982 ± 0.43084	< 0.0001
MetS percentile (%)	84.28 (17.20)	79.56 (18.55)	92.04 (8.26)	< 0.0001

Values are expressed as mean ± standard deviation or median (IQR). BMI: body mass index; WC: waist circumference; HC: hip circumference; WHCR: waist circumference/hip circumference ratio; WHtR: waist circumference/height ratio; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; MBP: mean blood pressure; HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance; IR: insulin resistance; LDL-C: low-density lipoprotein-cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein-cholesterol; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; GGT: gamma-glutamyl transferase; FT4: free T4; TSH: thyroid-stimulating hormone; PsiMS score: pediatric simple metabolic syndrome score; MetSS z-score: metabolic syndrome severity z-score; MetS percentile: metabolic syndrome percentile.

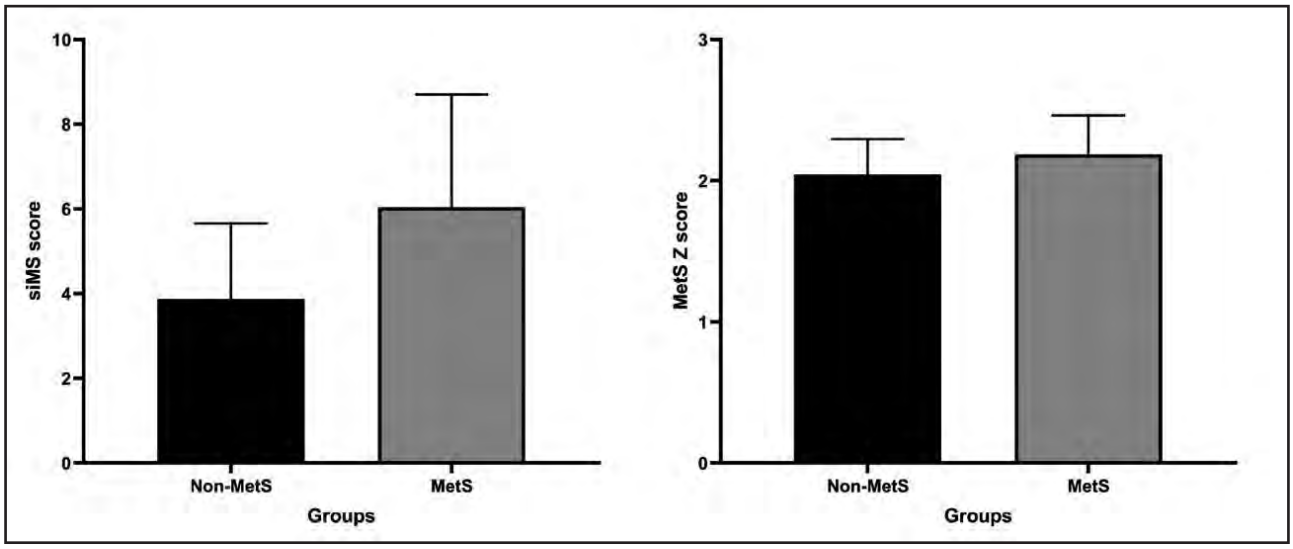


Figure 1. Comparison of pediatric siMS and metabolic syndrome severity *z*-scores between obese adolescents with and without metabolic syndrome.

Table II. Pediatric siMS score and MetSS *z*-score in groups according to the number of MetS components

Variable		Number of MetS components				*p*-value
		1 (*n:* 81)	2 (*n:* 99)	3 (*n:* 57)	4 (*n:* 9)	
PsiMS score	Mean	3.116	5.041	5.757	7.096	< 0.0001
	SD	1.233	2.331	2.540	2.206	
MetS *z*-score	Mean	0.527	1.057	1.452	2.073	< 0.0001
	SD	0.393	0.348	0.3919	0.358	

Table III. Bivariate correlations between the pediatric siMS score and metabolic variables in obese adolescents

Variable	All obese adolescents		Non-metabolic syndrome		Metabolic syndrome	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
Age	-0.08	0.214	-0.159	0.046	-0.11	0.31
BMI (kg/m^2)	0.045	0.485	-0.001	0.991	-0.17	0.113
Percentile of BMI (%)	0.141	0.027	0.156	0.051	-0.108	0.317
BMI *z*-score	0.126	0.048	0.127	0.112	-0.104	0.335
HC (cm)	0.05	0.433	-0.003	0.967	-0.123	0.255
Total cholesterol (mg/dl)	0.164	0.01	0.22	0.005	0.398	< 0.0001
LDL-C (mg/dl)	0.145	0.023	0.247	0.002	0.053	0.627
ALT (U/l)	0.07	0.276	0.059	0.46	-0.007	0.951
AST (U/l)	0.034	0.603	0.033	0.676	-0.011	0.92

(Continues on next page)

Table III (cont.). Bivariate correlations between the pediatric siMS score and metabolic variables in obese adolescents

Variable	All obese adolescents		Non-metabolic syndrome		Metabolic syndrome	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
GGT (U/l)	0.241	0.012	0.251	0.036	0.169	0.312
Serum uric acid	0.149	0.024	0.079	0.336	0.191	0.09
HbA1c	0.023	0.723	0.066	0.429	-0.045	0.684
Fasting insulin (U/ml)	0.22	0.001	0.228	0.004	0.089	0.413
HOMA-IR	0.192	0.003	0.222	0.005	0.04	0.712
TSH	0.048	0.46	0.111	0.169	0.079	0.464
Ferritin	0.047	0.487	0.026	0.761	-0.011	0.926

Table IV. Bivariate correlations between the MetSS *z*-score and metabolic variables in obese adolescents

Variable	All obese adolescents		Non-metabolic syndrome		Metabolic syndrome	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
Age	0.092	0.148	-0.027	0.738	0.17	0.113
HC (cm)	0.367	< 0.0001	0.299	< 0.0001	0.284	0.007
Total cholesterol (mg/dl)	0.046	0.476	0.074	0.358	0.25	0.02
LDL-C (mg/dl)	0.105	0.099	0.091	0.254	0.188	0.079
ALT (U/l)	0.168	0.008	0.072	0.369	0.165	0.128
AST (U/l)	0.049	0.444	-0.057	0.477	0.097	0.377
GGT (U/l)	0.31	0.001	0.347	0.003	0.235	0.156
Serum uric acid	0.221	0.001	0.108	0.19	0.418	< 0.0001
HbA1c	0.006	0.922	0.033	0.697	-0.096	0.38
Fasting insulin (U/ml)	0.305	< 0.0001	0.414	< 0.0001	0.021	0.846
HOMA-IR	0.305	< 0.0001	0.422	< 0.0001	0.036	0.739
TSH	-0.005	0.933	0.098	0.225	-0.108	0.317
Ferritin	0.136	0.044	0.024	0.774	0.156	0.173
PsiMS score	0.659	< 0.0001	0.606	< 0.0001	0.503	< 0.0001

Subsequent multiple regression analyses in the entire study group highlighted triglyceride ($\beta = 0.873$, $p < 0.0001$) and HDL-C levels ($\beta = -0.201$, $p < 0.0001$) as independent variables significantly impacting the PsiMS score. In the MetS cohort, triglyceride ($\beta = 0.906$, $p < 0.001$) and HDL-C levels ($\beta = -0.089$, *p*: 0.007) emerged as exclusive independent contributors to the PsiMS score. Similarly, the analysis in the whole study group identified BMI ($\beta = 0.168$, *p*: 0.001), WHtR ($\beta = 0.078$, $p = 0.026$), systolic BP ($\beta = 0.563$, $p < 0.0001$), triglycerides ($\beta = 0.422$, $p < 0.0001$), HDL-C ($\beta = -0.366$, $p < 0.0001$), FPG ($\beta = 0.287$, $p < 0.0001$), and insulin levels ($\beta = 0.672$, $p < 0.0001$) as significantly associated with the MetSS *z*-score. Within the MetS group, BMI percentile ($\beta = 0.388$, $p = 0.022$), systolic BP ($\beta = 0.589$, $p < 0.0001$), FPG ($\beta = 0.427$, $p < 0.0001$), fasting insulin ($\beta = 0.427$, $p = 0.005$), and HDL-C levels ($\beta = -0.407$, $p < 0.0001$) were identified as influencing factors on the MetSS *z*-score.

EVALUATION OF ROC CURVES UTILIZING THE PsiMS SCORE AND MetSS *z*-SCORE

The discriminatory efficacy of the PsiMS score and MetSS *z*-score in distinguishing individuals with MetS from those without was illustrated through ROC curve analysis. The PsiMS score displayed an AUC of 0.753 (SE: 0.034, 95 % CI: 0.687-0.819, $p < 0.0001$) with a threshold of 4.5242, demonstrating sensitivity and specificity values of 68.2 % and 68.4 %, respectively, and a Youden index of 68.08. Similarly, the MetSS *z*-score exhibited an AUC of 0.885 (SE: 0.021, 95 % CI: 0.843-0.927, $p < 0.0001$) with a threshold of 1.1145, and sensitivity and specificity values of 80.7 % and 80.4 %, respectively, resulting in a Youden index of 80.21. The comparison of AUC values between the PsiMS score and MetSS *z*-score was statistically significant (Difference -0.132, SE: 0.0400, Z-statistic -3.3031, $p = 0.0010$) (Fig. 2).

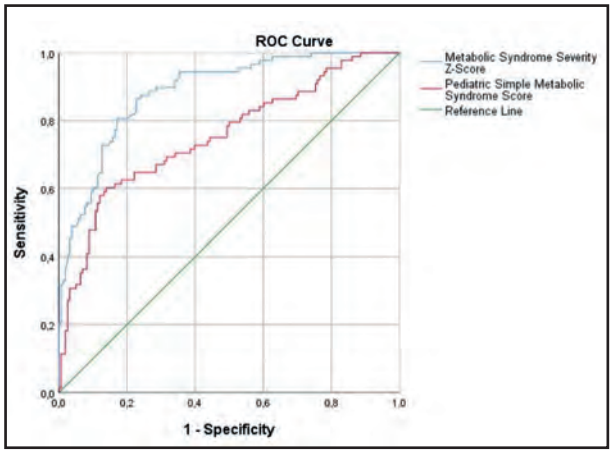


Figure 2. Receiver operating characteristic curve analysis demonstrating the predictive performance of the pediatric siMS score and metabolic syndrome severity *z*-score for the detection of metabolic syndrome in obese adolescents.

DISCUSSION

This study represents the initial investigation into the predictive abilities of the PsiMS score and the MetSS *z*-score as continuous measures to determine the risk of MetS in adolescents. Specifically, our findings identified the cut-off values of the PsiMS and MetSS *z*-scores for predicting the emergence of MetS in obese adolescents. Notably, an intriguing observation from our study was the positive correlation between the MetSS *z*-score and the PsiMS score with insulin sensitivity indices.

Previous studies have demonstrated a strong relationship between MetS and CVD risk (22,23). For instance, it has been shown that patients with MetS have significantly higher values of abdominal obesity, hypertriglyceridemia, hypertension, and insulin resistance (IR), all of which promote endothelial dysfunction and accelerate the development of vascular complications (24). The presence of MetS in teenagers is a critical risk factor for the emergence of CVD in adulthood. Since the pathogenesis of CVD begins during adolescence, it has been suggested that cardiometabolic risk factors should be evaluated during this period (25). In our study, we found that cardiometabolic risk factors were significantly elevated in adolescents with MetS, supporting previous research (26) and indicating that this group is potentially at risk for the development of CVD.

The MetSS *z*-score, a continuous scoring system, has been shown to predict CVD risk in young adults more reliably than traditional definitions of MetS (27-30). Recent research has introduced another simplified continuous score, the PsiMS score, which aligns with the current IDF definition of pediatric MetS (13). The PsiMS score offers advantages over the MetSS *z*-score, as it is easy to calculate and can be utilized in clinical settings to compare values across different time periods and populations (13,14,31).

In our investigation, we observed a notably high prevalence of MetS in 44.7 % of obese adolescents, as determined by the PsiMS score cut-off, and in 41.4 % based on the MetSS *z*-score cut-off. These figures surpassed the prevalence rate diagnosed by the IDF, which was 35.7 %. Our findings underscore the enhanced efficacy of utilizing the PsiMS score and MetSS *z*-score for evaluating MetS risk compared to the traditional dichotomous diagnostic approach, as reflected by the increased number of MetS diagnoses obtained through these continuous scoring systems. Consistent with prior studies, our results reaffirm that employing cMetS scoring systems facilitates the identification of a greater number of individuals at risk. This, in turn, enables the implementation of timely interventions, such as lifestyle modifications and dietary adjustments, as recommended in previous literature (32). Overall, our study suggests that a quantitative evaluation of MetS severity, rather than a binary classification, may offer a more accurate prediction of future CVD risk.

In a recent investigation, several factors were identified as significant independent predictors associated with higher PsiMS scores, including having two or more MetS criteria, BMI *z*-score, IR, and dyslipidemia. Our study revealed that levels of triglycerides and HDL-C were indicative independent predictors of the PsiMS score (33). Furthermore, within the MetS cohort, independent predictors influencing the MetSS *z*-score included BMI percentile, systolic BP, FPG, fasting insulin, and HDL-C levels.

The presence of MetS was associated with elevated cardiometabolic risk factors in obese adolescents, highlighting its role as an early CVD risk factor. Another study demonstrated that the PsiMS score was positively associated with the number of MetS components (33). Previous studies have investigated the relationship between the cMetS score and the number of MetS risk factors (34,35). These investigations revealed a direct correlation between the average cMetS level and the number of MetS risk factors, with individuals manifesting three or more risk factors displaying elevated cMetS levels. The cMetS scores exhibited significant increases in children identified with MetS. In our study, both the PsiMS score and the MetSS *z*-score demonstrated prominent elevation in individuals diagnosed with MetS, serving as effective indicators of MetS risk. Notably, these scores exhibited

a substantial increase in tandem with the number of MetS components, as reported in a recent study on Korean adolescents (36). Furthermore, our investigation illustrated a conspicuous rise in the cMetS *z*-score corresponding to the increase in the number of MetS components. These cMetS scores were identified as reliable tools for diagnosis and surveillance, exhibiting a positive association with cardiometabolic risk factors and underscoring their clinical utility in managing obese adolescents.

A recent investigation has highlighted a robust link between abdominal obesity and the MetS *z*-score among adolescents (37). Our own research observed that teenagers diagnosed with MetS exhibited notably higher WC compared to their non-MetS counterparts. Additionally, we discerned a positive correlation among the MetSS *z*-score, PsiMS score, and HC. Prior research emphasized the positive association of the MetS *z*-score with LDL-C and uric acid levels in adolescents (25). Another study illustrated that the PsiMS score was linked with MetS-related factors such as ALT, GGT, and uric acid during adulthood (26). In our study involving obese adolescents, the PsiMS score exhibited positive correlations with total cholesterol, LDL-C, GGT, and uric acid levels. However, the MetSS *z*-score displayed a positive association with serum uric acid levels. Notably, in the context of MetS, the PsiMS score showed positive correlations with total cholesterol. Likewise, the MetSS *z*-score demonstrated significant relationships with serum total cholesterol and uric acid levels. These insights underscore the importance of considering these parameters when assessing clinical CVD risk. The robust positive associations of the PsiMS score and the MetS *z*-score with various CVD risk factors suggest their probable clinical significance in evaluating CVD risk, bolstering support from earlier studies (11,25,26).

A previous study has demonstrated that cMetS scores are associated with an elevated long-term risk of developing type 2 diabetes mellitus (33). Additionally, evidence indicates that a cMetS *z*-score remains closely associated with future diabetes risk in individuals presenting with MetS components (38,39). Another study has revealed strong positive associations between MetS severity scores and impaired glucose regulation, as well as a history of CVD (37). An adult study demonstrated a correlation between the PsiMS score and HOMA-IR in individuals with MetS (26). In our study, we found positive correlations between both the PsiMS score and the MetSS *z*-score, insulin, and HOMA-IR in obese adolescents. These findings suggest that higher MetS severity may contribute to the future risk of diabetes, potentially serving as an indicator of the underlying metabolic dysfunction driving abnormalities in individual MetS components.

A study revealed that the cMetS score based on *z*-scores exhibited the strongest predictive capability (AUC = 0.811) for identifying MetS in adolescents, with the highest specificity, consistent with findings from previous research (11). Another study on adolescents also demonstrated a high predictive power of cMetS based on *z*-scores (AUC > 0.885), aligning with our study results (40). We established threshold values for the PsiMS score (4.5242) and the MetSS *z*-score (1.1145), which showed moderate reliability for assessing MetS risk in obese adolescents.

Prior studies have demonstrated robust connections between various cMetS scores, particularly with PsiMS scores, showing a noteworthy AUC of 0.81 (95 % CI: 0.784-0.838) for *z*-scores and a specificity of 64.4 % (11). Another investigation highlighted the similar performance of cMetS (AUC = 0.975) and PsiMS (AUC = 0.958) in identifying MetS risk in adolescents (14). Our study revealed a significant correlation between the PsiMS score and the MetS *z*-score, with the ROC analysis outcomes closely aligned with previous findings (11). Notably, emphasizing the accuracy and efficiency of utilizing cMetS scores based on the PsiMS and MetSS *z*-scores for research purposes, our study underscored the superiority of the MetSS *z*-score over the PsiMS score in detecting MetS in obese adolescents, based on AUC values derived from ROC analysis.

The present study has several limitations that warrant consideration. Notably, the study cohort consisted of adolescents receiving medical attention at a hospital, which may limit the applicability of the findings to the broader adolescent population. Moreover, the cross-sectional nature of our study presents challenges in establishing causal relationships. Additional prospective research incorporating larger cohorts and long-term follow-up assessments is essential to elucidate the clinical relevance of the PsiMS and MetSS *z*-scores in obese adolescents.

CONCLUSION

Our study findings indicate that the rates of MetS diagnosis based on the PsiMS and MetSS *z*-scores—both of which are continuous metrics for assessing MetS—are notably higher in adolescents compared to the rates identified through traditional dichotomous diagnostic methods. Furthermore, we established a significant association between these scores and various metabolic parameters.

REFERENCES

1. Thivel D, Malina RM, Isacco L, Aucouturier J, Meyer M, Duché P. Metabolic syndrome in obese children and adolescents: dichotomous or continuous? Metab Syndr Relat Disord 2009;7(6):549-55. DOI: 10.1089/met.2008.0085
2. Wang HH, Lee DK, Liu M, Portincasa P, Wang DQ. Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr 2020;23(3):189-230. DOI: 10.5223/pghn.2020.23.3.189
3. Christian Flemming GM, Bussler S, Körner A, Kiess W. Definition and early diagnosis of metabolic syndrome in children. J Pediatr Endocrinol Metab 2020;33(7):821-33. DOI: 10.1515/jpem-2019-0552
4. Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Predictability of childhood adiposity and insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: the Bogalusa heart study. Diabetes 2002;51(1):204-9. DOI: 10.2337/diabetes.51.1.204
5. Sharma R. Continuous Metabolic Syndrome Score in Children: How Useful is it? Indian J Pediatr 2019;86(10):881-2. DOI: 10.1007/s12098-019-03047-7
6. Weihe P, Weihrauch-Blüher S. Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Diagnostic Criteria, Therapeutic Options and Perspectives. Curr Obes Rep 2019;8(4):472-9. DOI: 10.1007/s13679-019-00357-x
7. Ahrens W, Moreno LA, Mårild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S, et al; IDEFICS consortium. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. Int J Obes (Lond) 2014;38:S4-14. DOI: 10.1038/ijo.2014.130

8. Gustafson JK, Yanoff LB, Easter BD, Brady SM, Keil MF, Roberts MD, et al. The stability of metabolic syndrome in children and adolescents. J Clin Endocrinol Metab 2009;94(12):4828-34. DOI: 10.1210/jc.2008-2665
9. Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M; American Diabetes Association; European Association for the Study of Diabetes. The metabolic syndrome: time for a critical appraisal: joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. Diabetes Care 2005;28(9):2289-304. DOI: 10.2337/diacare.28.9.2289
10. Heshmat R, Heidari M, Ejtahed HS, Motlagh ME, Mahdavi-Gorab A, Ziaodini H, et al. Validity of a continuous metabolic syndrome score as an index for modeling metabolic syndrome in children and adolescents: the CASPIAN-V study. Diabetol Metab Syndr 2017;9:89. DOI: 10.1186/s13098-017-0291-4
11. Fernández-Aparicio Á, Perona JS, Schmidt-RioValle J, Montero-Alonso MA, Navarro-Pérez CF, González-Jiménez E. cMetS Based on Z-Scores as an Accurate and Efficient Scoring System to Determine Metabolic Syndrome in Spanish Adolescents. J Pers Med 2022;13(1):10. DOI: 10.3390/jpm13010010
12. Soldatovic I, Vukovic R, Culafic D, Gajic M, Dimitrijevic-Sreckovic V. siMS score: simple method for quantifying metabolic syndrome. PLoS One 2016;11(1):e0146143. DOI: 10.1371/journal.pone.0146143
13. Vukovic R, Milenkovic T, Stojan G, Vukovic A, Mitrovic K, Todorovic S, et al. Pediatric siMS score: a new, simple and accurate continuous metabolic syndrome score for everyday use in pediatrics. PLoS One 2017;12(12):e0189232. DOI: 10.1371/journal.pone.0189232
14. Lee YJ, Seo MY, Kim SH, Park MJ. Validity of the pediatric simple metabolic syndrome score. Obes Res Clin Pract 2020;14(6):508-13. DOI: 10.1016/j.orcp.2020.09.009
15. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al; IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents—An IDF consensus report. Pediatr Diabetes 2007;8(5):299-306. DOI: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x
16. Ozturk A, Mazicioglu MM, Hatipoglu N, Budak N, Keskin G, Yazlak Z, et al. Reference body mass index curves for Turkish children 6 to 18 years of age. J Pediatr Endocrinol Metab 2008;21(9):827e836. DOI: 10.1515/jpem.2008.21.9.827
17. Demir K, Özen S, Konakçı E, Aydın M, Darendeliler F. A Comprehensive Online Calculator for Pediatric Endocrinologists: ÇEDD Çözüm/TPEDS Metrics. J Clin Res Pediatr Endocrinol 2017;9(2):182-4. DOI: 10.4274/jcrpe.4526
18. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. Pediatrics 2006;118(5):1390-8. DOI: 10.1542/peds.2006-1062
19. 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 men. Diabetologia 1985;28(7): 412-29. DOI: 10.1007/BF00280883
20. 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):e500-3. DOI: 10.1542/peds.2004-1921
21. Gurka MJ, Ice CL, Sun SS, Deboer MD. A confirmatory factor analysis of the metabolic syndrome in adolescents: an examination of sex and racial/ethnic differences. Cardiovasc Diabetol 2012;11:128. DOI: 10.1186/1475-2840-11-128
22. Guembe MJ, Fernandez-Lazaro CI, Sayon-Orea C, Toledo E, Moreno-Iribas C; RIVANA Study Investigators. Risk for cardiovascular disease associated with metabolic syndrome and its components: a 13-year prospective study in the RIVANA cohort. Cardiovasc Diabetol 2020;19(1):195. DOI:10.1186/s12933-020-01166-6
23. Lin JJ, Dai PY, Zhang J, Guan YQ, Gong WW, Yu M, et al. Association between metabolic syndrome severity score and cardiovascular disease: results from a longitudinal cohort study on Chinese adults. Front Endocrinol (Lausanne) 2024;15:1341546. DOI: 10.3389/fendo.2024.1341546
24. Sreckovic B, Dimitrijevic-Sreckovic V, Soldatovic I, Colak E, Sumarac-Dumanovic M, Janeski H, et al. Homocysteine is a marker for metabolic syndrome and atherosclerosis. Diabetes Metab. Syndr 2017;11(3):179-82. DOI: 10.1016/j.dsx.2016.08.026
25. Lee AM, Gurka MJ, DeBoer MD. Correlation of metabolic syndrome severity with cardiovascular health markers in adolescents. Metabolism 2017;69:87-95. DOI: 10.1016/j.metabol.2017.01.008
26. Dimitrijevic-Sreckovic V, Petrovic H, Dobrosavljevic D, Colak E, Ivanovic N, Gostiljac D, et al. siMS score- method for quantification of metabolic syndrome, confirms co-founding factors of metabolic syndrome. Front Genet 2023;13:1041383. DOI: 10.3389/fgene.2022.1041383
27. Merry TL, Metcalf P, Scragg R, Gearry R, Foster M, Krebs JD, et al. Metabolic syndrome severity score (MetSSS) associates with metabolic health status in multi-ethnic Aotearoa New Zealand cohorts. Diabetes Res Clin Pract 2022;192:110088. DOI: 10.1016/j.diabres.2022.110088
28. Honarvar M, Mehran L, Masoumi S, Agahi S, Khalili S, Azizi F, et al. Independent association between age- and sex-specific metabolic syndrome severity score and cardiovascular disease and mortality. Sci Rep 2023;13(1):14621. DOI: 10.1038/s41598-023-41546-y
29. Magnussen CG, Cheriyan S, Sabin MA, Juonala M, Koskinen J, Thomson R, et al. Continuous and dichotomous metabolic syndrome definitions in youth predict adult type 2 diabetes and carotid artery intima media thickness: the cardiovascular risk in Young Finns study. J Pediatr 2016;171:97-103.e1-3. DOI: 10.1016/j.jpeds.2015.10.093
30. Kelly AS, Steinberger J, Jacobs DR, Hong CP, Moran A, Sinaiko AR. Predicting cardiovascular risk in young adulthood from the metabolic syndrome, its component risk factors, and a cluster score in childhood. Int J Pediatr Obes 2011;6(2-2):e283-9. DOI: 10.3109/17477166.2010.528765
31. Khoshhali M, Heshmat R, Esmaeil Motlagh M, Ziaodini H, Hadian M, Aminaei T, et al. Comparing the validity of continuous metabolic syndrome risk scores for predicting pediatric metabolic syndrome: the CASPIAN-V study. J Pediatr Endocrinol Metab 2019;32(4):383-9. DOI: 10.1515/jpem-2018-0384
32. DeBoer MD, Gurka MJ. Clinical utility of metabolic syndrome severity scores: considerations for practitioners. Diabetes Metab Syndr Obes 2017;10:65-72. DOI: 10.2147/DMSO.S101624
33. Ferreira S, Mendes J, Couto D, Ferreira D, Rêgo C. Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Continuous Metabolic Syndrome in Adolescents with Overweight/Obesity. Acta Med Port 2024;37(3):177-86. DOI: 10.20344/amp.19834
34. Eisenmann JC, Laurson KR, DuBose KD, Smith BK, Donnelly JE. Construct validity of a continuous metabolic syndrome score in children. Diabetol Metab Syndr 2010;2:8. DOI: 10.1186/1758-5996-2-8
35. Sawant SP, Amin AS. Use of Continuous Metabolic Syndrome Score in Overweight and Obese Children. Indian J Pediatr 2019;86(10):909-14. DOI: 10.1007/s12098-019-02994-5
36. Song M, Kang S, Kang H. The Association Between Obesity Measures and Metabolic Syndrome Risk in Korean Adolescents Aged 10-18 Years. J Multidiscip Healthc 2024;17:1769-76. DOI: 10.2147/JMDH.S461406
37. Summer SS, Jenkins T, Inge T, Deka R, Khoury JC. Association of diet quality, physical activity, and abdominal obesity with metabolic syndrome z-score in black and white adolescents in the US. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2022;32(2):346-54. DOI: 10.1016/j.numecd.2021.10.021
38. DeBoer MD, Gurka MJ, Woo JG, Morrison JA. Severity of the metabolic syndrome as a predictor of type 2 diabetes between childhood and adulthood: the Princeton Lipid Research Cohort Study. Diabetologia 2015;58(12):2745-52. DOI: 10.1007/s00125-015-3759-5
39. Pandit D, Chiplonkar S, Khadilkar A, Kinare A, Khadilkar V. Efficacy of a continuous metabolic syndrome score in Indian children for detecting subclinical atherosclerotic risk. Int J Obes [Internet] 2011;35:1318-24. DOI:10.1038/ijo.2011.138
40. Okosun IS, Lyn R, Davis-Smith M, Eriksen M, Seale P. Validity of a continuous metabolic risk score as an index for modeling metabolic syndrome in adolescents. Ann Epidemiol 2010;20(11):843-51. DOI: 10.1016/j.annepidem.2010.08.001

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Nutrición en el anciano

Adaptación y validación de constructo de la Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) en México

Adaptation and construct validation of the Dietary Quality Survey for Older Adults (ECAPAM) in Mexico

Alondra Elizabeth García-Ibáñez[1], Jaime Alberto Bricio-Barrios[1], Xochitl Trujillo[2], Yolitzy Cárdenas[2], Ricardo García-Rodríguez[1], Alin Jael Palacios-Fonseca[1], Victoria García-Ibáñez[2], Miguel Huerta[2], Mónica Ríos-Silva[1]

[1]Facultad de Medicina y [2]Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas. Universidad de Colima. Colima, Colima. México

Resumen

Introducción: la alimentación, como determinante clave de la salud, promueve el bienestar y desarrollo de la población en todos los grupos etarios. Sin embargo, existe una escasa cantidad de instrumentos que se aproximen a la evaluación de la calidad de la alimentación, en especial en la población adulta mayor. En Latinoamérica, la Encuesta de Calidad de Alimentación del Adulto Mayor (ECAAM) ha sido creada en una población chilena y cuenta con su validez de contenido (por expertos), pero en México no se cuenta con escalas afines.

Objetivo: realizar la adaptación y validación de constructo de la nueva Encuesta de Calidad de Alimentación de las Personas Adultas Mayores (ECAPAM) en México.

Métodos: en primer lugar se realizó la adaptación de la ECAAM por personas expertas del área, utilizando el nombre de los alimentos disponibles en la población mexicana; posteriormente, el instrumento adaptado (ahora ECAPAM) fue validado a través de su aplicación a 201 personas mexicanas de > 65 años; finalmente, la validez de constructo se obtuvo con la modificación de los ítems necesarios.

Resultados: tras la adaptación a las personas adultas mayores, se realizó una validez de constructo que permitió obtener una encuesta ajustada a 16 reactivos, que muestra confiabilidad en la escala con un alfa de Cronbach de 0,698 y una ω de McDonald de 0,709.

Conclusiones: se propone a la ECAPAM como una herramienta breve, sencilla y confiable para la evaluación de la calidad de la alimentación en personas adultas mayores mexicanas

Palabras clave:

Personas adultas mayores.
Calidad de alimentación.
Validación de constructo.

Recibido: 13/12/2024 • Aceptado: 06/04/2025

Agradecimientos: a Samuel Durán Agüero, Priscila Candia y Rafael Pizarro Mena, quienes crearon la ECAAM. A las personas adultas mayores participantes, a los centros del DIF Estatal Colima y DIF Municipal Tecomán Colima, México, por la disposición logística.

Financiación: el presente trabajo ha sido financiado con la beca de doctorado otorgada por la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) a Alondra Elizabeth García-Ibáñez no. 1084861 y por el apoyo de posgrado para gastos editoriales por la Universidad de Colima.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

García-Ibáñez AE, Bricio-Barrios JA, Trujillo X, Cárdenas Y, García-Rodríguez R, Jael Palacios-Fonseca A, García-Ibáñez V, Huerta M, Ríos-Silva M. Adaptación y validación de constructo de la Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) en México. Nutr Hosp 2025;42(4):661-670

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05667

Correspondencia:
Mónica Ríos-Silva. Facultad de Medicina. Universidad de Colima. Av. Universidad, 333; Col. Las Víboras. Colima, Colima CP 28040. México
e -mail: mrios@ucol.mx

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Abstract

Introduction: food, as a key determinant of health, promotes the well-being and development of the population in all age groups. However, there is a limited number of tools that approach the evaluation of food quality, especially in older adults. In Latin America, the Survey of Food Quality of the Elderly (ECAAM) was created in the Chilean population and has its content validity, but in Mexico there are no similar scales.

Objective: to perform the adaptation and validation of the construct of the new Survey of Food Quality of Older Adults (ECAPAM) in Mexico.

Methods: first, the adaptation of the ECAAM was carried out by experts in the area using food names relevant to the Mexican population; later the adapted instrument (now ECAPAM) was validated through its application in 201 Mexican individuals aged 65 and older; Finally, the construct validity was obtained with the modification of the necessary items.

Results: after adaptation to older adults, construct validity was performed, which allowed obtaining a survey adjusted to 16 items that shows reliability of the scale, with a Cronbach's alpha of 0.698 and a McDonald's ω of 0.709.

Conclusions: the ECAPAM is proposed as a brief, simple and reliable tool for the evaluation of the quality of food in older Mexican adults.

Keywords:

Older adults. Food quality. Construct validation.

INTRODUCCIÓN

Las personas adultas mayores (PAM) conforman un numeroso grupo dentro de la sociedad a nivel mundial. Se estima que para el año 2030, en México, 1 de cada 6 personas tendrá más de 60 años (1,2). Los cambios asociados al proceso de envejecimiento se manifiestan de manera heterogénea e impactan en diversos determinantes de la salud; dentro de estos determinantes está la calidad de la alimentación de dicho grupo etario y sus hábitos alimentarios (3).

Los hábitos alimentarios, definidos como el "*conjunto de conductas adquiridas por un individuo, y por la repetición de actos en cuanto a la selección, la preparación y el consumo de los alimentos*" (4,5), se relacionan con diferentes factores, como las características sociales, económicas y culturales de una población en específico (6,7).

La población con hábitos alimentarios saludables evaluados a través de una calidad alimentaria recomendada se caracteriza por aportar todos los nutrimentos necesarios para que cada persona pueda mantener su estado de salud, otorgando protección y previniendo la presencia de trastornos desencadenados por excesos, déficits o desequilibrios en la alimentación (8).

La Encuesta de Calidad de Alimentación del Adulto Mayor (ECAAM) es un instrumento con validación de contenido en una población chilena, basado en recomendaciones, realizado por el Grupo de Trabajo en Nutrición en Geriatría de la Sociedad Española de Gerontología y Geriatría (9). En México no se cuenta con un instrumento dirigido a este grupo etario y es por ello que el objetivo de este estudio fue adaptar y realizar la validación de constructo de la ECAAM en una población de personas adultas mayores mexicanas; esta versión mexicana se propone con adecuaciones de los alimentos consumidos en México, además de darle un lenguaje con perspectiva de género al nombre de la encuesta, por lo que se denominó Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM).

MATERIALES Y MÉTODOS

ADAPTACIÓN DEL INSTRUMENTO

Este proyecto parte de la ECAAM, la cual fue una escala creada para evaluar y caracterizar la calidad de la dieta de las personas adultas mayores chilenas; se hizo la validación de contenido con 28 expertos y posteriormente se validó con 458 personas adultas mayores (9). La escala quedó conformada por 23 ítems con respuesta tipo Likert que evalúan los hábitos alimentarios saludables (15 ítems) y los hábitos alimentarios no saludables (8 ítems).

Para el proceso de adaptación se evaluaron cada una de las preguntas compuestas en la encuesta original con el apoyo de un jueceo de profesionales con experiencia en la atención de las personas adultas mayores (conformado por tres nutricionistas y un psicólogo). La elaboración original fue en el idioma español, de tal manera que se realizó la adaptación al léxico mexicano. El lenguaje se basó en un vocabulario sencillo, directo y familiar, sin perder la esencia de cada una de las preguntas originales y tomando en cuenta las guías alimentarias mexicanas y las recomendaciones internacionales emitidas por los grupos de trabajo en nutrición en geriatría y gerontología (10,11).

Se hicieron algunas adecuaciones intencionadas, las cuales fueron: 1) la pregunta 11 de la ECAAM se dividió en dos preguntas que mencionan el consumo de carnes rojas y pollo por separado, para su mejor comprensión; 2) la pregunta 14 fue sustituida por la suplementación de calcio, y la pregunta 15 por el consumo de multivitamínicos, ya que los productos "sopa años dorados" y "bebida láctea" son originarios de Chile y no están disponibles en México; se optó por está sustitución debido a que son productos fortificados en vitaminas (A, B, C, D, E, B1, B2, B3, B6, B12 y ácido fólico) y minerales (calcio, zinc, hierro, fósforo y magnesio).

Con respecto al lenguaje incluyente y no sexista, el instrumento adaptado para la población mexicana se llamó Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM); el contenido del instrumento está disponible en la tabla suplementaria I.

El instrumento ECAPAM está conformado por 24 preguntas, cada una con respuestas de selección múltiple (5 respuestas con puntajes del 1 al 5). La primera sección (preguntas 1 a 16) evalúan los hábitos alimentarios saludables y la segunda sección (preguntas 17 a 24) valora los hábitos alimentarios no saludables.

PERSONAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE VALIDACIÓN DE CONSTRUCTO

Posterior al proceso de adaptación, se decidió realizar una validación de constructo que nos permite tener los parámetros suficientes para determinar con métodos estadísticos si la escala es lo suficientemente confiable para la población diana.

Tabla Suplementaria I. Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) de 24 preguntas

Sección: Hábitos alimentarios saludables			
1. ¿Cuántas veces a la semana desayuna?	1. Nunca 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días	9. ¿Cuántas veces a la semana su cena incluye frutas o verduras frescas?	1. Nunca 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días
2. ¿Cuántas porciones al día consume de lácteos light (leche light, queso asadero, yogurt descremado, requesón)?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	10. ¿Cuántas tazas al día consume de agua u otros líquidos (considerando aquellos que no son azucarados)?	1. No toma 2. 1-2 taza al día 3. 3-4 tazas al día 4. 5-7 tazas al día 5. 8 o más tazas al día
3. ¿Cuántas porciones al día consume de frutas?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	11. ¿Cuántas veces a la semana consume carnes rojas?	1. No consume 2. 1 vez cada 15 días 3. 1-2 veces por semana 4. 3-4 veces por semana 5. 5 veces o más por semana
4. ¿Cuántas porciones al día consume de verduras crudas o cocidas?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	12. ¿Cuántas veces a la semana consume pollo?	1. No consume 2. 1 vez cada 15 días 3. 1-2 veces por semana 4. 3-4 veces por semana 5. 5 veces o más por semana
5. ¿Cuántas porciones a la semana consume de pescado, atún o sardinas?	1. No consume 2. Menos de 1 porción por semana 3. 1 porción por semana 4. 2 porciones por semana 5. 3 o más porciones por semana	13. ¿Cuántas veces a la semana consume huevo?	1. No consume 2. 1 vez cada 15 día 3. 1-2 veces por semana 4. 3-4 veces por semana 5. 5 veces o más por semana
6. ¿Cuántas porciones a la semana consume de leguminosas?	1. No consume 2. Menos de 1 porción por semana 3. 1 porción por semana 4. 2 porciones por semana 5. 3 o más porciones por semana	14. ¿Cuántos tiempos de comida al día consume?	1. 1 comida 2. 2 comidas 3. 3 comidas 4. 3 comidas y 1 colación 5. 3 comidas y 2 colaciones
7. ¿Cuántas porciones al día consume de granos enteros (avena, panes integrales)?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	15. ¿Cuántas veces a la semana consume suplementos como el calcio?	1. No consume 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días
8. ¿Cuántas veces a la semana consume alimentos preparados en el hogar?	1. No consume 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días	16. ¿Cuántas veces a la semana consume vitaminas?	1. No consume 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días

(Continúa en página siguiente)

Tabla Suplementaria I (cont.). Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) de 24 preguntas

Sección: Hábitos alimentarios no saludables			
17. ¿Cuántas tazas al día consume de jugos azucarados o bebidas con azúcar?	1. 3 o más tazas al día 2. 2 tazas al día 3. 1 taza al día 4. Menos de una taza al día u ocasionalmente 5. No consume	21. ¿Cuántas porciones a la semana consume comida rápida?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume
18. ¿Cuántas veces a la semana consume bebidas alcohólicas?	1. Todos los días 2. 4-6 veces por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 1 vez por semana 5. No consume	22. ¿Cuántas porciones a la semana consume de galletas, pan dulce o pastel?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume
19. ¿Cuántas porciones a la semana consume de frituras?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume	23. ¿Cuántas tazas al día consume de café?	1. 4 o más tazas al día 2. 3 tazas al día 3. 2 tazas al día 4. 1 taza al día 5. No consume
20. ¿Cuántas veces a la semana utiliza manteca, mantequilla o margarina para preparar sus alimentos?	1. Todos los días 2. 4-6 veces por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 1 vez por semana 5. No utiliza	24. ¿Le agrega sal a las comidas antes de probarlas?	1. Siempre le agrego 2. Casi siempre le agrego 3. Le agrega ocasionalmente 4. Muy pocas veces le agrego 5. No le agrega

El proceso de captura de la ECAPAM fue una muestra no probabilística y por conveniencia de personas mexicanas pertenecientes a centros recreativos de Colima, México, de 60 años y más, de ambos sexos, sin limitaciones en la escolaridad; se excluyeron las PAM de centros geriátricos.

El cálculo del tamaño de la muestra se estimó de acuerdo con la propuesta de Roco-Videla y cols. (12), la cual propone 8 personas por ítem, teniendo un total de 184 participantes como mínimo de acuerdo con la fórmula; sin embargo, para esta adaptación, se aplicó a 201 PAM.

La aplicación de la encuesta adaptada (ECAPAM) fue de manera individual entre la persona participante y un profesional del área de nutrición, el procedimiento fue la lectura de manera clara y textual de cada uno de los ítems y sus opciones de respuesta a las personas participantes; la captura de la información fue en papel. El tiempo de aplicación por participante osciló entre 8 y 12 minutos.

VALIDACIÓN DE CONSTRUCTO DE LA ECAPAM Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un preanálisis de normalidad con el total de preguntas del formato original mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Posteriormente se realizó el análisis de medida de la idoneidad con el muestreo Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. Se contempla como consistencia regular entre los ítems cuando KMO = 0,60-0,69, aceptable si KMO = 0,70-0,79, buena si KMO = 0,80-0,89 y excelente si KMO ≥ 0,90 (13). La esfericidad de Bartlett con una $p < 0,05$ sugiere que las variables están correlacionadas entre sí y, por lo tanto, es adecuado proceder con el análisis factorial.

Para estimar el grado de estabilidad y consistencia interna (fiabilidad) se calcularon el índice alfa de Cronbach y la ω de McDonald. Los índices aceptables fueron considerados por encima de 0,60 (14).

Una vez detectada la validación de constructo en la encuesta original (ECAPAM de 24 preguntas), se realizaron los ajustes y se aplicaron nuevamente los análisis estadísticos para determinar correctamente la validación de la ECAPAM (16 preguntas).

Para la interpretación de los puntajes obtenidos se realizó una adaptación con base en las 16 preguntas finales y sus calificaciones de acuerdo con los puntos de cada una de las respuestas presentes en cada pregunta. La primera subescala, calidad alimentaria recomendable, se compone de 8 preguntas con una puntuación mínima de 1 y máxima de 5 por pregunta (escala de tipo Likert) y nos señala la frecuencia de consumo de cada grupo de alimentos de acuerdo con lo recomendado. Cada pregunta se califica desde 1 punto para los que no consumen hasta 5 puntos de acuerdo con las porciones al día o la semana sugeridas. El subtotal de esta sección para considerar que existe calidad alimentaria saludable es de 32 a 40 puntos.

La segunda subescala evalúa la calidad alimentaria no recomendable; la conforman 8 preguntas, con puntuaciones mínima de 1 y máxima de 5 por pregunta (escala de tipo Likert). El

puntaje de cada pregunta se plantea de acuerdo con lo recomendado (5 puntos) mientras que, en aquellos que no cumplen con lo recomendado, la calificación será menor. La puntuación de esta sección se considerará como calidad alimentaria de riesgo si es de 8 a 31 puntos.

Posteriormente se deberán sumar las puntuaciones de ambas subescalas, se clasificará a las PAM como con calidad alimentaria saludable cuando su puntaje total sea > 64 puntos; si este es menor de 64 puntos, se clasifica como calidad alimentaria de riesgo.

ASPECTOS ÉTICOS

Este proyecto se realizó considerando lo dispuesto en la declaración de Helsinki y lo estipulado en la Ley General para la Salud en Materia de Investigación para la Salud de México. Todas las personas participantes participaron de manera voluntaria y firmaron una carta de consentimiento informado; no se recolectaron datos personales y la información se manejó con estricta confidencialidad. El proyecto contó con la aprobación de un Comité de Ética en Investigación con aval de la Comisión Nacional de Bioética en México (CEICANCL22022023-NUTRICIA-02). Finalmente, como retribución a la participación, se realizó un ciclo de charlas de consejería nutricional grupales y gratuitas para el sector al que pertenecían.

RESULTADOS

La ECAPAM fue aplicada a 201 PAM mexicanas: 78,6 % (n = 158) eran mujeres y el resto (n = 43) hombres, con una edad media de 69,82 ± 7,48 años (sin diferencia estadística entre sexos). La escolaridad predominante era de primaria incompleta, primaria y secundaria completa (15,9 %, 29,9 % y 21,4 %, respectivamente).

Tras el análisis de las 24 preguntas de la ECAPAM se mostró la normalidad de los datos; sin embargo, se detectaron valores nulos en algunas preguntas, las cuales no fueron incluidas en ninguno de los 2 factores establecidos (Tabla I). Se identificó que los datos eran adecuados para el análisis factorial exploratorio por los resultados obtenidos de la medida de idoneidad del muestreo (KMO ≥ 0,6), mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa ($p < 0,0001$), señalando una consistencia apropiada entre los ítems para continuar con el análisis de fiabilidad. Para el análisis de fiabilidad se excluyeron las mismas preguntas del artículo original (pregunta 15,16 y 20) y se obtuvieron una α de Cronbach de 0,679 y una ω de McDonald de 0,693, mostrando la consistencia interna de los ítems.

Una vez realizado el ajuste de las preguntas que no se incluyeron en ninguno de los 2 factores propuestos en el análisis, se continuó con el mismo análisis factorial exploratorio excluyendo las preguntas 1, 2, 6, 11, 15, 16, 20 y 24. Se mostró que los datos eran adecuados para continuar con el análisis factorial

Tabla I. Análisis factorial exploratorio del total de preguntas

Pregunta	Factor 1	Factor 2	Unicidad	Muestreo KMO	Esfericidad de Bartlett
Hábitos saludables					
Pregunta 1. ¿Cuántas veces desayuna a la semana?			0,916	0,619	< 0,001
Pregunta 2. ¿Cuántas porciones consume de lácteos light (leche light, queso asadero, yogurt descremado, requesón) al día?			0,971	0,448	
Pregunta 3. ¿Cuántas porciones consume de frutas al día?	0,607		0,623	0,749	
Pregunta 4. ¿Cuántas porciones consume de verduras crudas o cocidas al día?	0,631		0,596	0,707	
Pregunta 5. ¿Cuántas porciones consume de pescado, atún o sardinas a la semana?			0,913	0,573	
Pregunta 6. ¿Cuántas porciones consume de leguminosas a la semana?			0,984	0,465	
Pregunta 7. ¿Cuántas porciones consume de leguminosas a la semana?	0,400		0,839	0,593	
Pregunta 8. ¿Cuántas veces consume alimentos preparados en el hogar a la semana?		0,611	0,624	0,697	
Pregunta 9. ¿Cuántas veces su cena incluye frutas o verduras frescas a la semana?	0,471		0,756	0,746	

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Análisis factorial exploratorio del total de preguntas

Pregunta	Factor 1	Factor 2	Unicidad	Muestreo KMO	Esfericidad de Bartlett
Pregunta 10. ¿Cuántas tazas consume de agua u otros líquidos (considerando aquellos que no son azucarados) al día?		0,324	0,893	0,692	
Pregunta 11. ¿Cuántas veces consume carnes rojas a la semana?			0,943	0,618	
Pregunta 12. ¿Cuántas veces consume pollo a la semana?	0,437		0,775	0,747	
Pregunta 13. ¿Cuántas veces consume huevo a la semana?	0,326		0,892	0,610	< 0,001
Pregunta 14. ¿Cuántos tiempos de comida consume al día?	0,397		0,836	0,683	
Pregunta 15. ¿Cuántas veces consume suplementos como el calcio a la semana?			0,975	0,527	
Pregunta 16. ¿Cuántas veces consume vitaminas a la semana?			0,950	0,604	
Hábitos no saludables					
Pregunta 17. ¿Cuántas tazas consume de jugos azucarados o bebidas con azúcar al día?		0,552	0,625	0,795	
Pregunta 18. ¿Cuántas veces consume bebidas alcohólicas a la semana?		0,346	0,878	0,590	
Pregunta 19. ¿Cuántas porciones consume de frituras a la semana?		0,443	0,792	0,628	
Pregunta 20. ¿Cuántas veces utiliza manteca, mantequilla o margarina para preparar sus alimentos a la semana?			0,943	0,459	< 0,001
Pregunta 21. ¿Cuántas porciones consume comida rápida a la semana?		0,652	0,574	0,643	
Pregunta 22. ¿Cuántas porciones consume de galletas, pan dulce o pastel a la semana?		0,375	0,843	0,578	
Pregunta 23. ¿Cuántas tazas consume de café al día?		0,469	0,780	0,689	
Pregunta 24. ¿Le agrega sal a las comidas antes de probarlas?			0,966	0,553	

exploratorio por los resultados obtenidos de la medida de idoneidad del muestreo (KMO ≥ 0,6), obteniendo una prueba de esfericidad de Bartlett significativa ($p < 0,001$), señalando la consistencia apropiada entre los ítems para continuar con el análisis de fiabilidad. Sin embargo, se identificó un reajuste de las preguntas entre los dos factores en la población de PAM mexicanas, donde las preguntas 8 y 10, por sus estructuras y consistencias internas, se agruparon en el factor 2 (Tabla II). Continuando con el análisis de la fiabilidad, se obtuvieron una alfa de Cronbach de 0,698 y una ω de McDonald de 0,709, mostrando una consistencia interna de los ítems mayor que la estructura original aplicada a la población chilena. Por lo tanto, cuanto más cercanos se encuentren los valores obtenidos del análisis de fiabilidad, mayor será la consistencia interna de los ítems.

Considerando la nueva organización del total de preguntas, también se realizó una modificación de la interpretación de los puntajes totales, considerando las recomendaciones nacionales e internacionales para este grupo de edad. La puntuación se presenta en una escala tipo Likert para cada una de las preguntas (Tabla III).

La escala ECAPAM validada de 16 ítems, con sus opciones de respuesta, se presenta en la tabla suplementaria II.

DISCUSIÓN

Este estudio permite tener un instrumento que permite comprender la calidad de la alimentación de las PAM en México. La ECAPAM es una escala adaptada de la ECAAM, la cual fue diseñada para una validación de contenido por un grupo de personas expertas en Chile. Cada cultura alimentaria de cada país tiene sus peculiaridades; es por ello que este estudio hizo la adaptación a la cultura alimentaria de las personas mexicanas;

Tabla II. Análisis factorial exploratorio con preguntas excluidas

Pregunta	Factor 1	Factor 2	Unicidad	Muestreo KMO	Esfericidad de Bartlett
Calidad alimentaria recomendable					
Pregunta 3. ¿Cuántas porciones consume de frutas al día?	0,601		0,634	0,749	
Pregunta 4. ¿Cuántas porciones consume de verduras crudas o cocidas al día?	0,652		0,574	0,698	
Pregunta 5. ¿Cuántas porciones consume de pescado, atún o sardinas a la semana?	0,315		0,900	0,678	
Pregunta 7. ¿Cuántas porciones consume de leguminosas a la semana?	0,387		0,848	0,601	< 0,001
Pregunta 9. ¿Cuántas veces su cena incluye frutas o verduras frescas a la semana?	0,485		0,750	0,750	
Pregunta 12. ¿Cuántas veces consume pollo a la semana?	0,434		0,786	0,778	
Pregunta 13. ¿Cuántas veces consume huevo a la semana?	0,322		0,894	0,732	
Pregunta 14. ¿Cuántos tiempos de comida consume al día?	0,401		0,836	0,763	
Calidad alimentaria no recomendable					
Pregunta 8. ¿Cuántas veces consume alimentos preparados en el hogar a la semana?		0,615	0,613	0,698	
Pregunta 10. ¿Cuántas tazas consume de agua u otros líquidos (considerando aquellos que no son azucarados) al día?		0,304	0,902	0,704	
Pregunta 17. ¿Cuántas tazas consume de jugos azucarados o bebidas con azúcar al día?		0,510	0,650	0,812	
Pregunta 18. ¿Cuántas veces consume bebidas alcohólicas a la semana?		0,361	0,868	0,697	< 0,001
Pregunta 19. ¿Cuántas porciones consume de frituras a la semana?		0,441	0,801	0,648	
Pregunta 21. ¿Cuántas porciones consume comida rápida a la semana?		0,684	0,531	0,718	
Pregunta 22. ¿Cuántas porciones consume de galletas, pan dulce o pastel a la semana?		0,359	0,846	0,659	
Pregunta 23. ¿Cuántas tazas consume de café al día?		0,455	0,792	0,727	

Se excluyeron las preguntas 1, 2, 6, 11, 15, 16, 20 y 24 para su análisis.

Tabla III. Clasificación de la calidad alimentaria según el puntaje total

Calidad alimentaria recomendable	Puntos totales (16 preguntas)
Calidad alimentaria saludable Calidad alimentaria de riesgo	64-80 16-63
Clasificación de la calidad alimentaria recomendable	**Puntos (preguntas 1 a 8)**
Calidad alimentaria saludable Calidad alimentaria de riesgo	32-40 8-31
Clasificación de la calidad alimentaria no recomendable	**Puntos (preguntas 9 a 16)**
Calidad alimentaria saludable Calidad alimentaria de riesgo	32-40 8-31

Tabla Suplementaria II. Encuesta de Calidad de Alimentación de la Persona Adulta Mayor (ECAPAM) de 16 preguntas

Sección: Calidad alimentaria recomendable			
1. ¿Cuántas porciones al día consume de frutas?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	5. ¿Cuántas veces a la semana su cena incluye frutas o verduras frescas?	1. Nunca 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días
2. ¿Cuántas porciones al día consume de verduras crudas o cocidas?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	6. ¿Cuántas veces a la semana consume pollo?	1. No consume 2. 1 vez cada 15 días 3. 1-2 veces por semana 4. 3-4 veces por semana 5. 5 veces o más por semana
3. ¿Cuántas porciones a la semana consume de pescado, atún o sardinas?	1. No consume 2. Menos de 1 porción por semana 3. 1 porción por semana 4. 2 porciones por semana 5. 3 o más porciones por semana	7. ¿Cuántas veces a la semana consume huevo?	1. No consume 2. 1 vez cada 15 día 3. 1-2 veces por semana 4. 3-4 veces por semana 5. 5 veces o más por semana
4. ¿Cuántas porciones al día consume de granos enteros (avena, panes integrales)?	1. No consume 2. 1 porción al día 3. 2 porciones al día 4. 3 porciones al día 5. 4 o más porciones al día	8. ¿Cuántos tiempos de comida al día consume?	1. 1 comida 2. 2 comidas 3. 3 comidas 4. 3 comidas y 1 colación 5. 3 comidas y 2 colaciones
Sección: Calidad alimentaria no recomendable			
9. ¿Cuántas veces a la semana consume alimentos preparados en el hogar?	1. No consume 2. 1 vez por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 4-6 veces por semana 5. Todos los días	13. ¿Cuántas porciones a la semana consume de frituras?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume
10. ¿Cuántas tazas al día consume de agua u otros líquidos (considerando aquellos que no son azucarados)?	1. No toma 2. 1-2 taza al día 3. 3-4 tazas al día 4. 5-7 tazas al día 5. 8 o más tazas al día	14. ¿Cuántas porciones a la semana consume comida rápida?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume
11. ¿Cuántas tazas al día consume de jugos azucarados o bebidas con azúcar?	1. 3 o más tazas al día 2. 2 tazas al día 3. 1 taza al día 4. Menos de una taza al día u ocasionalmente 5. No consume	15. ¿Cuántas porciones a la semana consume de galletas, pan dulce o pastel?	1. 4 o más porciones por semana 2. 3 porciones por semana 3. 2 porciones por semana 4. 1 porción por semana 5. No consume
12. ¿Cuántas veces a la semana consume bebidas alcohólicas?	1. Todos los días 2. 4-6 veces por semana 3. 2-3 veces por semana 4. 1 vez por semana 5. No consume	16. ¿Cuántas tazas al día consume de café?	1. 4 o más tazas al día 2. 3 tazas al día 3. 2 tazas al día 4. 1 taza al día 5. No consume

además, la ECAPAM tuvo su proceso de validación de constructo con una muestra suficiente de 201 personas adultas mayores, las cuales permitieron condensarla en una escala de 16 preguntas que cumple con una adecuada confiabilidad (alfa de Cronbach de 0,698 y ω de McDonald de 0,709).

Como fue reportado por Durán-Agüero, Candia y Pizarro-Mena (9), la ECAPAM evalúa la diversidad del consumo de diversos grupos de alimentos, el número de ingestas al día y las preferencias y aversiones alimentarias; con ello cumple diversas recomendaciones de la Sociedad Española de Gerontología y

Geriatría sobre los elementos indispensables a recoger en la historia dietética de las personas ambulatorias (en caso de no tener la posibilidad de hacer un registro y análisis del patrón dietético de tres días) (11).

Para comprender los hábitos alimentarios de la población se requiere considerar el entorno de las personas y tener una mejor aproximación a su realidad. La ECAPAM se propone como complemento de la identificación de los hábitos alimentarios mediante una evaluación, por profesionales de la salud, de la calidad de la alimentación (15). Es recomendable que la ECAPAM se integre en una historia dietética que permita conocer si hubo cambios en la sensación de hambre-saciedad, el consumo de suplementos dietéticos, la existencia de alergias o intolerancias alimentarias y el seguimiento de dietas especiales (11).

Una fortaleza de este estudio es que en la ECAPAM recae la influencia de las Guías Alimentarias Básicas de cada país. Basada en las nuevas guías alimentaria saludables y sostenibles para la población mexicana, la ECAPAM aporta una evaluación de las recomendaciones presentes, como el mayor consumo de verduras y frutas frescas, el consumo de cereales integrales, el mayor consumo de carnes magras y el consumo de agua natural, situándose también en la categoría de alimentos no recomendados el cuestionamiento del consumo de carnes rojas, el consumo de alimentos ultraprocesados y la ingestión de bebidas alcohólicas (10). Estas tendencias pueden ser cambiantes, por lo que se recomienda a las personas que utilicen la ECAPAM el análisis por ítem para tener una mejor comprensión de la calidad alimentaria (16).

Otro aspecto a considerar es lo heterogéneo que puede ser el proceso de envejecimiento en las personas y la manera en que diversos alimentos no suelen ser de riesgo para la totalidad de la población, por lo que la interpretación de los ítems de este instrumento debe ponderarse: en especial, el que se refiere al consumo de café, ya que el análisis estadístico se categorizó en este apartado aun cuando el café tiene una vasta evidencia de componentes bioactivos que tienen efecto protector sobre la salud (17).

Por otro lado, la categorización de los alimentos considerados como "no saludables" se modificó en alimentos "no recomendados", los cuales incluyen aquellos que se han asociado con diversas patologías en las PAM y otros grupos etarios. La modificación del término invita a evitar una propuesta reduccionista de la alimentación que podría ser perjudicial para las personas, fomentando una disociación cognitiva sobre los alimentos e incluso generando el fomento implícito de conductas alimentarias de riesgo (18).

Así como en otras escalas de calidad alimentaria en otros grupos etarios, los ítems se enfocan en el consumo de los alimentos que suelen promoverse y también en los limitados. En la escala para la población adolescente mexicana se incluyó la frecuencia de consumo de alimentos recomendados y una cantidad de alimentos no recomendados; además de integrar la frecuencia con las que se consumían, la intención de la escala es la evaluación de los hábitos, por lo que, a diferencia de la ECAPAM, la escala que usaron incluye ítems sobre la compañía y la locación del consumo de alimentos, así como la evaluación de la actividad física, la cual tiene una importante relación con los hábitos alimentarios (19).

Integrar escalas sobre calidad alimentaria en las PAM tiene el potencial de tener una mejor aproximación a las problemáticas nutricionales cuya etiología es conductual o ambiental. Siguientes metodologías nutricionales sistematizadas como el proceso de atención nutricia, el uso de la ECAPAM podría abonar a tener más herramientas que permitan tener una evaluación nutricia más allá de lo clínico. Esta precisión permite dar más herramientas para la evaluación de problemáticas cuyo origen es conductual o ambiental, que van en complemento con problemáticas clínicas y de ingestión de alimentos/nutrimentos. Además, se puede usar como una forma de cotejar el cambio tras intervenciones nutricias que incluyan prescripciones nutricias e incluso procesos de educación o consejería nutricia (20).

Como perspectivas, se propone la ECAPAM como un instrumento de uso libre y abierto por los profesionales sanitarios que tienen influencia sobre la alimentación y la nutrición. Esto tendrá impacto desde la atención nutricia individualizada, el trabajo con comunidades y diversos grupos poblacionales, e incluso como herramienta para ser usada con diversos indicadores de proyectos alimentarios que permitan promover una vejez más saludable a través de la alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rudnicka E, Napierała P, Podfigurna A, Męczekalski B, Smolarczyk R, Grymowicz M. The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. Maturitas. 2020;139:6-11. DOI: 10.1016/j.maturitas.2020.05.018
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Mortalidad [Internet]. Ciudad de México; 2023. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Mortalidad_Mortalidad_09_61312f04-e039-4659-8095-0ce2cd284415
3. Govindaraju T, Sahle BW, McCaffrey TA, McNeil JJ, Owen AJ. Dietary patterns and quality of life in older adults: a systematic review. Nutrients 2018;10(8):971. DOI: 10.3390/nu10080971
4. García OE, Rodríguez CC. La educación en nutrición: el caso de la fibra en la dieta. Rev Investig 2011;35(73):11-24. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142011000200002
5. Bourges R. Términos comúnmente usados en nutrición. En: Orientación Alimentaria: Glosario de Términos. Cuadernos de Nutrición 2001;24(1):22-43.
6. Barriguete Meléndez JA, Vega y León S, Radilla Vázquez CC, Barquera Cervera S, Hernández Nava LG, Rojo-Moreno L, et al. Hábitos alimentarios, actividad física y estilos de vida en adolescentes escolarizados de la Ciudad de México y del Estado de Michoacán. Rev Esp Nutr Comunitaria 2017;23(1)
7. Diario Oficial de la Federación (DOF). Acuerdo por el que se emiten los lineamientos de promoción y fomento del desarrollo de fuentes renovables de energía [Internet]. Ciudad de México; 2013. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013#gsc.tab=0
8. Alvarado-Guitérrez M. Hábitos alimentarios y estado nutricional en adultos mayores, centro de salud Pachacútec, Cajamarca [tesis en Internet]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2019. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2973
9. Durán Agüero S, Candia P, Pizarro Mena R. Validación de contenido de la Encuesta de Calidad de Alimentación del Adulto Mayor (ECAAM). Nutr Hosp 2017;34:1311-8. DOI: 10.20960/nh.1081
10. Gobierno de México, UNICEF. Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana [Internet]. Ciudad de México; 2023. Disponible en: https://www.gob.mx/promosalud/articulos/que-son-las-guias-alimentarias
11. Camina-Martín MA, de Mateo-Silleras B, Malafarina V, Lopez-Mongil R, Nino-Martín V, López-Trigo JA, et al. Valoración del estado nutricional en Geriatría:

declaración de consenso del Grupo de Nutrición de la Sociedad Española de Geriatría y Gerontología. Rev Esp Geriatr Gerontol 2016;51(1):52-7. DOI: 10.1016/j.regg.2015.07.007
12. Roco Videla Á, Hernández Orellana M, Silva González O. ¿Cuál es el tamaño muestral adecuado para validar un cuestionario?. Nutr Hosp 2021;38(4):877-8. DOI: 10.20960/nh.03633
13. Kaiser HF. An index of factorial simplicity. Psychometrika 1974;39(1):31-6. DOI: 10.1007/BF02291575
14. Renee T, Schneider J. Psychological Testing and Assessment: An Introduction to Tests and Measurement. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2022.
15. Caso G, Vecchio R. Factors influencing independent older adults (un) healthy food choices: A systematic review and research agenda. Food Res Int 2022;158:111476. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111476
16. Maggiolo CF, Contreras IP, Osiac LR, Hirsch PH, Guzmán AO. Comparación de las Guías Alimentarias en nueve países de las Américas. Arch Latinoam Nutr (ALAN) 2021;71(2):149-60. DOI: 10.37527/2021.71.2.007
17. Lin F, Shi Y, Zou X, Wang H, Fu S, Wang X, et al. Coffee consumption and all-cause and cardiovascular mortality in older adults: should we consider cognitive function?. Front Nutr 2023. DOI: 10.3389/fnut.2023.1150992
18. Gimenez G, Jorge GT. A fuego lento: avistamientos interdisciplinarios sobre alimentación, cultura, poder y sociedad. 1ª ed. Plural; 2023.
19. Flores-Vázquez AS, Macedo-Ojeda G. Validación de un cuestionario autocompletado de hábitos alimentarios para adolescentes en Jalisco, México. Rev Esp Nutr Comunitaria 2016;22(2):26-31. DOI: 10.14642/RENC.2016.22.2.5138
20. Niedert K, Richmond K. Nutrition Care of the Older Adult. 4th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics; 2024.

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Individualised nutritional intervention and care in patients with type 2 diabetes *mellitus* combined with a heart attack

Intervención y cuidados nutricionales individualizados en pacientes con diabetes mellitus *de tipo 2 combinada con infarto*

Yan Hong[1], Jichang Kong[2], Ronghong Liu[3]

[1]Department of Hospital Infection Management. The Quzhou Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University. Quzhou People's Hospital. Quzhou, Zhejiang. People's Republic of China. [2]Department of Intensive Care. North China Petroleum Bureau General Hospital. Renqiu, People's Republic of China [3]Department of Nutrition. North China Petroleum Bureau General Hospital. Renqiu, People's Republic of China

Abstract

Introduction: diet and nutrition interventions may prove more effective than drug interventions in reducing hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes *mellitus* (DM). However, as individual responses to nutritional strategies can vary, it is crucial to develop tailored nutritional interventions to effectively manage hyperglycaemia.

Objective: to assess the effectiveness of individualised nutritional intervention and care in patients diagnosed with type 2 DM and concurrent heart attack.

Methods: this randomised controlled trial involved participants diagnosed with both type 2 DM and a recent heart attack. The intervention group received customised nutritional counselling and dietary plans adapted to their medical conditions, whereas the control group adhered to regular dietary recommendations. Baseline measures, including blood glucose levels, lipid profiles, and cardiac markers, were recorded and analysed between the groups.

Results: substantial improvements were observed in the health parameters of the intervention group. Notably, there were reductions in postprandial blood glucose levels, enhancements in lipid profiles, and more favourable cardiac marker profiles compared with those in the control group. The results also underscored the practicality and effectiveness of personalised nutritional interventions in clinical settings.

Conclusions: individualised nutritional intervention and care positively impacted the health outcomes of patients with type 2 DM and a recent heart attack, highlighting the value of personalised care approaches.

Keywords:

Nutritional intervention. Clinical care. Type 2 diabetes *mellitus*. Myocardial infarction. Rehabilitation outcomes.

Received: 06/03/2024 • Accepted: 19/07/2025

Authors' contributions: Conception and design of the work: Hong Y; data collection: Kong JC; supervision: Liu RH; analysis and interpretation of the data: Kong JC; statistical analysis: Liu RH; drafting the manuscript: Hong Y; critical revision of the manuscript: all authors; approval of the final manuscript: all authors.

Ethics approval and consent to participate: This study was approved by the Ethics Committee of North China Petroleum Bureau General Hospital, and all participants were provided with written information about the study and gave their written informed consent prior to participation.

Availability of data and materials: All data generated or analyzed during this study are included in the article.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Hong Y, Kong J, Liu R. Individualised nutritional intervention and care in patients with type 2 diabetes *mellitus* combined with a heart attack. Nutr Hosp 2025;42(4):671-677

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05209

Correspondence:

Yan Hong. Department of Hospital Infection Management. The Quzhou Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University. No.100 Minjiang Avenue. Quzhou 324000, People's Republic of China
e-mail: yelvtiwmc@126.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: las intervenciones dietéticas y nutricionales pueden ser más eficaces que las farmacológicas para reducir la hiperglucemia en pacientes con diabetes de tipo 2. Sin embargo, debido a que las respuestas individuales a las estrategias nutricionales pueden variar, es fundamental desarrollar intervenciones nutricionales a medida para controlar eficazmente la hiperglucemia.

Objetivo: evaluar la efectividad de la intervención nutricional y la atención personalizadas en pacientes diagnosticados de diabetes de tipo 2 complicada con infarto.

Métodos: este ensayo aleatorizado controlado involucró a participantes diagnosticados con diabetes de tipo 2 e infartos cardicados recientes. El grupo de intervención recibió asesoramiento nutricional personalizado y planes dietéticos adaptados a sus condiciones médicas, mientras que el grupo de control siguió las recomendaciones dietéticas habituales. Se registraron y analizaron las mediciones de referencia entre los dos grupos, incluidos los niveles de glucosa en sangre, el estado lipídico y los marcadores cardíacos.

Resultados: los parámetros de salud del grupo de intervención mejoraron significativamente. Cabe señalar que los niveles de azúcar en sangre posprandial disminuyeron, los niveles de lípidos aumentaron y los niveles de marcadores cardíacos fueron más favorables que los del grupo de control. Los resultados del estudio también destacan la utilidad y eficacia de las intervenciones nutricionales personalizadas en entornos clínicos.

Conclusión: las intervenciones nutricionales y la atención personalizadas han tenido un impacto positivo en los resultados de salud de pacientes con diabetes tipo 2 y ataques cardíacos recientes, destacando el valor de los métodos de atención personalizados.

Palabras clave:

Intervención nutricional. Atención clínica. Diabetes de tipo 2. Infarto de miocardio. Resultados de la rehabilitación.

INTRODUCTION

Diabetes *mellitus* (DM) is a prevalent clinical condition characterised by continuously elevated blood glucose levels. It is estimated that by 2030, around 360 million people globally will be affected by this condition (1-3). Persistent hyperglycaemia poses serious health threats, impairing bodily functions and increasing the risk of cardiovascular and cerebrovascular diseases (4,5). Individuals with type 2 DM are particularly susceptible to cardiovascular issues, facing a threefold higher risk of acute myocardial infarction compared with those without diabetes. Coronary artery disease remains a leading cause of death among patients with type 2 DM, also causing a substantial increase in macrovascular complications (6,7). Despite advancements in medical treatments, managing blood glucose instability continues to be a formidable challenge. Therefore, the daily nutritional rehabilitation nursing of diabetic patients is of paramount importance, especially in controlling blood glucose levels (8,9).

Currently, primary diabetes medications include metformin, sulfonylureas, GLP-1 receptor agonists, and SGLT-2 receptor antagonists. These medicines play a crucial role in managing diabetes by reducing elevated blood glucose levels (10-13). However, it is important to note that each medication carries its own set of side effects and safety concerns, such as hypoglycaemia, weight gain, and even cardiovascular events (13-15). This underscores the necessity for careful consideration and personalised approaches in selecting and administering these medications to patients with type 2 DM. Balancing the benefits of blood glucose control with the potential risks associated with each medication is essential for optimising overall diabetes management (16). Elderly patients with type 2 DM often find it challenging to understand diabetes and its complications, making effective cooperation with doctors difficult due to reduced tolerance, weakened memory, and heightened psychological sensitivity (17,18). In this context, nutritional intervention combined with personalised nursing is particularly crucial. It can effectively help analyse patients' rehabilitation needs and implement personalised interventions in psychology, medication, diet, rehabilitation training, and other aspects tailored to their specific needs, thus improving treatment outcomes (19-21).

Studies on elderly diabetic patients are limited, which makes it essential to improve treatment outcomes through comprehensive nutrition management and nursing measures. The objective of this study is to enhance blood glucose control and cardiovascular prognosis, especially in elderly patients with type 2 DM. The ultimate aim is to reduce the mortality gap between patients with type 2 diabetes and non-diabetic patients.

MATERIALS AND METHODS

PARTICIPANTS

This study was conducted at our hospital and included 60 patients with type 2 diabetes combined with myocardial infarction between April 2021 and March 2023. The patients were randomly assigned to either a control group or a nursing group. The control group comprised 30 cases, with a men-to-women ratio of 22:8 and an average age of 70.23 ± 1.06 years. The nursing group also included 30 cases, with a men-to-women ratio of 21:9 and an average age of 70.18 ± 1.11 years.

The inclusion criteria were as follows: patients 1) meeting diagnostic criteria for type 2 DM and myocardial infarction; 2) at least 60 years old; and 3) providing informed consent and signature. The exclusion criteria were as follows: patients 1) with organ failure, malignant tumours, or mental illness; and 2) lacking necessary data.

Type 2 DM was diagnosed based on typical symptoms, such as polydipsia, polyphagia, polyuria, and unexplained weight loss, coupled with a random blood glucose level of > 11.1 mmol/L, a fasting blood glucose level of > 7.0 mmol/L, a blood glucose level of > 11.1 mmol/L 2 hours post-meal, or a glycosylated haemoglobin level of > 6.5 %. Myocardial infarction was defined by myocardial ischemic symptoms and troponin concentrations higher than the 99th percentile, new ECG evidence of ST-segment elevation or left bundle branch block, or angiographic evidence of coronary artery occlusion.

This study was approved by the Ethics Committee of North China Petroleum Bureau General Hospital, and all participants were provided with written information about the study and gave their written informed consent prior to participation.

PATIENT INTERVENTION

All patients underwent a nutritional intervention that involved crafting a diet plan tailored to their individual health conditions and nutritional needs. This diet focused on coarse grains, ensuring a sufficient intake of dietary fibre, vitamins, minerals, and trace elements. It eliminated added sugars, maintaining a carbohydrate energy supply ratio of approximately 55 %, and required patients to abstain from oils and spicy foods.

The interventions should be conducted as follows:

1. *Psychological nursing:* engage actively with patients by evaluating their backgrounds, lifestyles, and interests. Provide tailored health education, highlighting the critical role of rehabilitation training. Continuously assess and address the psychological states of patients, offering solutions tailored to enhance emotional well-being. Teach patients emotional management skills and encourage engaging in positive distractions such as reading, watching television, and listening to music. Maintain robust communication with patients' families to reinforce family intervention and meet the reasonable needs of patients.
2. *Medication instruction:* regularly instruct patients on the correct use of hypoglycaemic drugs as prescribed by their doctors. Educate patients about the drugs to prepare them for any potential adverse reactions. Advise patients to promptly contact their doctor if they experience any discomfort to prevent conditions from worsening. Administer insulin subcutaneously if necessary to control blood glucose levels.
3. *Rehabilitation exercise:* monitor patients' conditions and develop effective rehabilitation plans based on their specific complaints and cardiac function indicators. Initiate functional training when the patient's condition stabilises, beginning with bed exercises. Gradually introduce limb movements and progress to standing, walking, and outdoor activities, aligning with the patient's recovery timeline. Encourage self-care practices and normal physical activities after 21 days.

CLINICAL EXAMINATION

Following treatment, fasting blood glucose, postprandial blood glucose, and glycosylated haemoglobin levels were assessed. Cardiac function was evaluated through measurements of the left ventricular ejection fraction (LVEF), stroke volume, the rate of increase in left ventricular pressure, and heart rate. Cardiovascular events such as cardiac death, recurrence of acute myocardial infarction, intractable angina pectoris, and severe ventricular arrhythmia were also recorded. Laboratory indicators included total blood protein, albumin, urea, haemoglobin, total bilirubin, white blood cell count, neutrophil counts, and lymphocyte counts.

QUESTIONNAIRE SURVEY

The patients' quality of life was assessed using the ThemOS 36-Item Short Form Health Survey, focusing on vitality, physiological function, emotional function, and social function. The self-rating anxiety scale (SAS) and self-rating depression scale (SDS) were used to evaluate patients' mood post-treatment, with higher scores indicating more severe mood disturbances. A questionnaire survey was conducted, categorising the results into three levels of satisfaction: very satisfied, generally satisfied, and dissatisfied. The final satisfaction was calculated using the following formula: (very satisfied + generally satisfied) / number of cases × 100 %.

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analyses were performed using SPSS software, version 26.0 (IBM Corp, Armonk, USA). The independent samples t-test or chi-square (χ^2) test was utilised for group comparisons. The Anderson-Darling test was used to check the normal distribution of continuous variables. For normally distributed data, the results were expressed as mean ± standard deviation ($\bar{x} \pm s$). All tests were two-tailed, and a p-value of < 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS

CONTROL OF BLOOD GLUCOSE AND CARDIOVASCULAR FUNCTION

As shown in table I, the fasting blood glucose, 2-hour postprandial blood glucose, glycosylated haemoglobin, and protein levels of patients in the control group were 7.55 ± 1.19 mmol/L, 9.33 ± 1.01 mmol/L, and 7.86 % ± 0.75 %, respectively. For the patients in the nursing group, these values were 6.33 ± 0.46 mmol/L, 8.29 ± 0.38 mmol/L, and 6.33 ± 0.27 %, respectively. All blood glucose indicators in the nursing group were lower than those in the control group, and the differences were statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, the LVEF, stroke volume, rate of left ventricular pressure rise, and heart rate for the control group were 61.26 % ± 5.33 %, 69.21 ± 5.18 mL, 1,168.66 ± 69.22 mmHg/s, and 79.25 ± 4.22 beats/min, respectively. In contrast, the nursing group recorded values of 71.55 % ± 2.02 %, 79.23 ± 2.05 mL, 1,321.06 ± 26.36 mmHg/s, and 71.22 ± 1.66 beats/min, respectively. The LVEF, stroke volume, and rate of increase in left ventricular pressure were higher in the nursing group, whereas the heart rate was lower compared with the control group; these differences were statistically significant ($p < 0.05$).

As indicated in table II, regarding the incidence of adverse cardiovascular events, the control group experienced two cases of cardiac death, three cases of acute infarction recurrence, four cases of intractable angina, and three cases of severe ventricular arrhythmia, resulting in an overall incidence rate of 40 %. Conversely, the nursing group had only two cases of acute infarction recurrence and one case of intractable angina pectoris, with an overall incidence of 10 %. The incidence of adverse

Table I. Clinical outcomes of nursing interventions

	Control group	Nursing group	*t*-value	*p*-value
Blood glucose				
Fasting blood glucose (mmol/L)	7.55 ± 1.19	6.33 ± 0.46	6.196	< 0.05
Postprandial 2h blood glucose (mmol/L)	9.33 ± 1.01	8.29 ± 0.38	6.099	< 0.05
Glycosylated hemoglobin (%)	7.86 ± 0.75	6.33 ± 0.27	12.381	< 0.05
Cardiovascular function				
LVEF (%)	61.26 ± 5.33	71.55 ± 2.02	11.609	< 0.05
Volume per stroke (mL)	69.21 ± 5.18	79.23 ± 2.05	11.426	< 0.05
Rate of rise in left ventricular pressure (mmHg/s)	1168.66 ± 69.22	1321.06 ± 26.36	13.171	< 0.05
Heart rate (bpm)	79.25 ± 4.22	71.22 ± 1.66	11.372	< 0.05

Table II. Comparison of cardiovascular events

	Control group *n* (%)	Nursing group *n* (%)	χ^2 value	*p*-value
Cardiac death	2 (6.67)	0 (0.00)		
Recurrent acute infarction	3 (10.00)	2 (6.67)		
Persistent angina pectoris	4 (13.33)	1 (3.33)		
Severe ventricular arrhythmia	3 (10.00)	0 (0.00)		
Overall incidence	12 (40.00)	3 (10.00)	7.509	< 0.05

cardiovascular events was significantly lower in the nursing group than in the control group, with the differences being statistically significant ($p < 0.05$).

We also assessed differences in serum indicators between the groups. There were no substantial differences in serum total protein, albumin, haemoglobin, cholesterol, leukocytes, neutrophils, and lymphocytes between the two groups. However, the serum urea concentration was 6.24 ± 0.84 mmol/L in the nursing group and 7.39 ± 2.01 mmol/L in the control group, a statistically significant difference (table III). It is important to note that all serum indicators remained within normal values.

Table III. Indicators of laboratory tests in patients

	Control group	Nursing group	*t*-value	*p*-value
Total serum protein (g/L)	62.73 ± 9.39	65.47 ± 12.08	0.68	0.502
Serum albumin (g/L)	35.44 ± 8.25	32.11 ± 6.67	1.25	0.22
Serum urea (mmol/L)	7.39 ± 2.01	6.24 ± 0.84	2.24	< 0.05
Hemoglobin (g/L)	130.37 ± 25.64	124.39 ± 17.72	0.78	0.442
Total cholesterol (mmol/L)	2.94 ± 1.54	3.3 ± 1.1	0.76	0.453
White blood cells ($x10^9$/L)	8.29 ± 0.88	7.87 ± 1.18	1.08	0.287
Neutrophils (%)	70.77 ± 11.47	68.75 ± 9.24	0.55	0.588
Lymphocytes (%)	2.35 ± 0.72	2.41 ± 0.71	0.23	0.816

QUALITY OF LIFE, PSYCHOLOGICAL STATUS AND TREATMENT SATISFACTION OF PATIENTS

As shown in table IV, the vitality status score, physiological functioning score, functioning score, and social functioning score in the control group were 61.99 ± 8.96, 60.47 ± 8.96, 62.88 ± 8.16, and 63.85 ± 8.25, respectively. In the nursing group, these scores were 72.23 ± 3.09, 73.25 ± 3.12, 75.96 ± 3.08, and 74.36 ± 3.49, respectively. All quality-of-life indicators in the nursing group were higher than those in the control group, with the differences being statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, the SAS and SDS scores in the control group were 32.16 ± 2.12 and 30.26 ± 2.05, respectively, whereas in the nursing group, they were 46.26 ± 5.68 and 42.86 ± 5.33, respectively. All psychological condition indicators in the nursing group were higher than those in the control group, indicating statistically significant differences ($p < 0.05$).

As indicated in table V, regarding patient satisfaction with medical care, the control group reported seven cases of 'very satisfied', 15 cases of 'fairly satisfied', and eight cases of 'not satisfied', resulting in an overall satisfaction rate of 73.3 %. Conversely, the nursing group reported 11 cases of 'very satisfied', 18 cases of 'fairly satisfied', and only one case of 'not satisfied', leading to an overall satisfaction rate of 96.7 %. The satisfaction levels of patients in the nursing group were significantly higher than those in the control group, with the differences being statistically significant ($p < 0.05$).

DISCUSSION

Type 2 DM combined with heart attacks in the elderly is a relatively common condition. The coexistence of these two conditions can lead to more severe health complications, necessitating a comprehensive medical and nursing approach to management and treatment (22-24). In this study, patients with type 2 DM who experienced heart attacks received nutritional interventions and clinical nursing care. This approach facilitated the effective monitoring of patients' psychological status. Through various methods of emotional guidance and support, patients' inner worries and fears were alleviated, enhancing their cooperation with the treatment. Consequently, in terms of rehabilitation, the study group exhibited lower glycaemic indexes, improved cardiac function, and reduced anxiety and depression. Additionally, the combined application of nutritional intervention and clinical care addressed the adverse effects of medication by instructing patients on its correct use. With the stabilisation of their conditions, effective rehabilitation training was also implemented, which had a preventative impact on relevant adverse events, resulting in lower cardiovascular adverse events in the study group. After receiving comprehensive and effective nursing care, the patients' recovery accelerated, thereby enhancing their quality of life. The quality-of-life scores of the study group were higher than those of the control group, underscoring the substantial value of the nutritional and clinical nursing interventions. Moreover, the study

Table IV. Quality of life and psychological status of patients

	Control group	Nursing group	*t*-value	*p*-value
Quality of life				
Vitality status score	61.99 ± 8.96	72.23 ± 3.09	6.942	< 0.05
Physiological functioning score	60.47 ± 8.96	73.25 ± 3.12	8.638	< 0.05
Emotional functioning score	62.88 ± 8.16	75.96 ± 3.08	9.595	< 0.05
Social functioning score	63.85 ± 8.25	74.36 ± 3.49	7.507	< 0.05
Psychological condition				
SAS	32.16 ± 2.12	46.26 ± 5.68	14.878	< 0.05
SDS	30.26 ± 2.05	42.86 ± 5.33	14.143	< 0.05

Table V. Satisfaction of patients admitted for treatment

	Control group *n* (%)	Nursing group *n* (%)	χ^2 value	*p*-value
Very satisfied	7 (23.33)	11 (36.67)		
Fairly satisfied	15 (50.00)	18 (60.00)		
Not satisfied	8 (26.67)	1 (3.33)		
Satisfaction	22 (73.33)	29 (96.67)	7.288	< 0.05

group's satisfaction with nursing care reached 97.56 %, which was markedly higher than that of the control group. This study provides a validated nursing approach for the clinical treatment and care of patients with type 2 DM and heart attacks.

For elderly patients, the probability of developing type 2 DM is extremely high, and the threat to their health and lives is increasing (25,26). In recent years, the number of elderly people has been rising, leading to an increase in the prevalence of various geriatric diseases (27,28). The causes of type 2 DM are complex and closely related to biological damage and insulin secretion dysfunction. As the disease progresses, patients may also develop a variety of renal, cerebral, cardiac, and fundus comorbidities (29,30).

Myocardial infarction, an extremely common clinical cardiovascular disease, occurs due to atherosclerosis of the coronary arteries, leading to ischemia and hypoxia of the myocardium (29,31). Patients with this condition often experience substantial chest pain and show abnormalities on electrocardiograms; in severe cases, shock and heart failure may occur. Attacks can be triggered by overexertion, emotional disturbance, overeating, straining to defecate, alcohol abuse, or smoking. Myocardial infarction may also lead to complications such as cardiac rupture, ventricular wall thrombosis, arrhythmia, heart failure, post-infarction syndrome, and focal fibrosis, with older patients being at higher risk (32). Consequently, timely treatment and early intervention are generally advocated in clinical settings to protect the health and safety of these patients. During treatment, it is crucial to incorporate effective nursing guidance to optimise the therapeutic effect (33).

Nutritional intervention and clinical care form a substantial part of the care model, which places a strong emphasis on supporting the patient's recovery process. This approach allows for an effective analysis of the patient's recovery needs and for tailoring interventions in psychological support, medication, diet, and rehabilitation training accordingly. This comprehensive care helps to mitigate relevant interference factors and risk factors, enhancing therapeutic outcomes (34,35).

Combining clinical care with nutritional therapy provides an effective care process for elderly patients with type 2 DM and heart attacks. This integration aids healthcare teams in delivering more consistent care, reducing inconsistencies and errors in patient management, and ultimately improving the quality of care (36,37).

This study has some limitations, including the small study population, which may have resulted in insufficient statistical power, thereby reducing the reliability and generalisability of the study's results. The diversity of the population means that a small sample is likely to introduce selection bias, rendering the findings less comprehensive and representative. Additionally, the study lacked extended follow-up; insufficient follow-up time may prevent a thorough understanding of the long-term impacts of the treatment, thus failing to adequately assess the durability and long-term safety of the intervention. Long-term follow-up is crucial for observing potential changes in treatment effects, detecting side effects belatedly, and monitoring for recurrence of the disease. However, constraints related to resources and time made it challenging for us to conduct follow-up over a sufficiently extended period.

CONCLUSIONS

Individualised nutritional intervention and care appear to have beneficial effects on health outcomes in patients with type 2 DM who have recently experienced a heart attack. Considering the specific needs of patients with chronic conditions, developing personalised nutrition strategies is crucial for enhancing overall healthcare approaches for this patient population.

REFERENCES

1. Lovic D, Piperidou A, Zografou I, Grassos H, Pittaras A, Manolis A. The Growing Epidemic of Diabetes Mellitus. Curr Vasc Pharmacol 2020;18(2):104-9. DOI: 10.2174/1570161117666190405165911
2. Zimmet P, Alberti KG, Magliano DJ, Bennett PH. Diabetes mellitus statistics on prevalence and mortality: facts and fallacies. Nat Rev Endocrinol 2016;12(10):616-22. DOI: 10.1038/nrendo.2016.105
3. Glovaci D, Fan W, Wong ND. Epidemiology of Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease. Curr Cardiol Rep 2019;21(4):21. DOI: 10.1007/s11886-019-1107-y
4. Bigna JJ, Nansseu JR, Katte JC, Noubiap JJ. Prevalence of prediabetes and diabetes mellitus among adults residing in Cameroon: A systematic review and meta-analysis. Diabetes Res Clin Pract 2018;137:109-18. DOI: 10.1016/j.diabres.2017.12.005
5. Tu WJ, Xue Y, Nie D. The Prevalence and Treatment of Diabetes in China From 2013 to 2018. JAMA 2022;327(17):1706. DOI: 10.1001/jama.2022.3014
6. Tonyan ZN, Nasykhova YA, Danilova MM, Glotov AS. Genetics of macrovascular complications in type 2 diabetes. World J Diabetes 2021;12(8):1200-19. DOI: 10.4239/wjd.v12.i8.1200
7. Viigimaa M, Sachinidis A, Toumpourleka M, Koutsampasopoulos K, Alliksoo S, Titma T. Macrovascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. Curr Vasc Pharmacol 2020;18(2):110-6. DOI: 10.2174/1570161117666190405165151
8. Lv S, Yu S, Chi R, Wang D. Effects of nutritional nursing intervention based on glycemic load for patient with gestational diabetes mellitus. Ginekol Pol 2019;90(1):46-9. DOI: 10.5603/GP.2019.0007
9. Ge Y. Effect of Standardized Nutritional Intervention in Patients with Nasopharyngeal Carcinoma Receiving Radiotherapy Complicated with Diabetes Mellitus. Dis Markers 2022;2022:6704347. DOI: 10.1155/2022/6704347
10. Frieling K, Monte SV, Jacobs D, Albanese NP. Weight loss differences seen between glucagon-like peptide-1 receptor agonists and sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors for treatment of type 2 diabetes. J Am Pharm Assoc (2003) 2021;61(6):772-7. DOI: 10.1016/j.japh.2021.06.015
11. Palmer SC, Tendal B, Mustafa RA, Vandvik PO, Li S, Hao Q, et al. Sodium-glucose cotransporter protein-2 (SGLT-2) inhibitors and glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists for type 2 diabetes: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ 2021;372:m4573. DOI: 10.1136/bmj.m4573
12. Li S, Vandvik PO, Lytvyn L, Guyatt GH, Palmer SC, Rodriguez-Gutierrez R, et al. SGLT-2 inhibitors or GLP-1 receptor agonists for adults with type 2 diabetes: a clinical practice guideline. BMJ 2021;373:n1091. DOI: 10.1136/bmj.n1091
13. Shi Q, Nong K, Vandvik PO, Guyatt GH, Schnell O, Rydén L, et al. Benefits and harms of drug treatment for type 2 diabetes: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ 2023;381:e074068. DOI: 10.1136/bmj-2022-074068
14. Weinberg Sibony R, Segev O, Dor S, Raz I. Drug Therapies for Diabetes. International Journal of Molecular Sciences 2023;24(24):17147. DOI: 10.3390/ijms242417147
15. Saito Y, Tanaka A, Imai T, Nakamura I, Kanda J, Matsuhisa M, et al. Long-term effects of ipragliflozin on blood pressure in patients with type 2 diabetes: insights from the randomized PROTECT trial. Hypertens Res 2024;47(1):168-76. DOI: 10.1038/s41440-023-01494-6

16. Srivastava SP, Upadhyay P, Das S, Tiwari N, Mishra S, Tripathi SM. Managing diabetic complications with alternative therapeutic strategies. Curr Diabetes Rev 2024;20(5):e070923220791. DOI: 10.2174/1573399820666230907112430
17. Sanz-Cánovas J, López-Sampalo A, Cobos-Palacios L, Ricci M, Hernández-Negrín H, Mancebo-Sevilla JJ, et al. Management of Type 2 Diabetes Mellitus in Elderly Patients with Frailty and/or Sarcopenia. Int J Environ Res Public Health 2022;19(14):8677. DOI: 10.3390/ijerph19148677
18. Chinese Elderly Type 2 Diabetes Prevention and Treatment of Clinical Guidelines Writing Group; Geriatric Endocrinology and Metabolism Branch of Chinese Geriatric Society; Geriatric Endocrinology and Metabolism Branch of Chinese Geriatric Health Care Society; Geriatric Professional Committee of Beijing Medical Award Foundation; National Clinical Medical Research Center for Geriatric Diseases. [Clinical guidelines for prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in the elderly in China (2022 edition)]. Zhonghua Nei Ke Za Zhi 2022;61(1):12-50. Chinese. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20211027-00751
19. Brenner R, Witzig-Brändli V, Vetsch J, Kohler M. Nursing Interventions Focusing on Self-efficacy for Patients With Multiple Sclerosis in Rehabilitation: A Systematic Review. Int J MS Care 2022;24(4):189-98. DOI: 10.7224/1537-2073.2021-166
20. Linn AJ, van Dijk L, van Weert JCM, Gebeyehu BG, van Bodegraven AA, Smit EG. Creating a synergy effect: A cluster randomized controlled trial testing the effect of a tailored multimedia intervention on patient outcomes. Patient Educ Couns 2018;101(8):1419-26. DOI: 10.1016/j.pec.2018.03.017
21. Munro CL. Individual genetic and genomic variation: a new opportunity for personalized nursing interventions. J Adv Nurs 2015;71(1):35-41. DOI: 10.1111/jan.12552
22. Gruneir A, Markle-Reid M, Fisher K, Reimer H, Ma X, Ploeg J. Comorbidity Burden and Health Services Use in Community-Living Older Adults with Diabetes Mellitus: A Retrospective Cohort Study. Can J Diabetes 2016;40(1):35-42. DOI: 10.1016/j.jcjd.2015.09.002
23. Bullock JE. Provider adherence to American Diabetes Association cardiovascular risk-reduction guidelines: An integrative review. J Am Assoc Nurse Pract 2024;36(1):17-22. DOI: 10.1097/JXX.0000000000000920
24. Abukhalil AD, Alyan M, AbuAita W, Al-Shami N, Naseef HA. Adherence to Clinical Guidelines on STATIN Prescribing Among Diabetic Patients Aged 40-75 Years Old in a Primary Care Setting: A Cross-Sectional Study. Patient Prefer Adherence 2022;16:1855-63. DOI: 10.2147/PPA.S376000
25. Ho HY, Chen MH, Lou MF. Exploring the experiences of older Chinese adults with comorbidities including diabetes: surmounting these challenges in order to live a normal life. Patient Prefer Adherence 2018;12:193-205. DOI: 10.2147/PPA.S147756
26. Kim O, Dan H. Experience of Elderly Korean Women with Diabetes and Multimorbidity in Elderly Couple Households: A Qualitative Study. Healthcare (Basel) 2022;10(9):1675. DOI: 10.3390/healthcare10091675
27. Namazi Shabestari A, Saeedi Moghaddam S, Sharifi F, Fadayevatan R, Nabavizadeh F, Delavari A, et al. The Most Prevalent Causes of Deaths, DALYs, and Geriatric Syndromes in Iranian Elderly People Between 1990 and 2010: findings from the Global Burden of Disease study 2010. Arch Iran Med 2015;18(8):462-79.
28. Naseri P, Amiri P, Masihay-Akbar H, Jalali-Farahani S, Khalili D, Azizi F. Long-term incidence of cardiovascular outcomes in the middle-aged and elderly with different patterns of physical activity: Tehran lipid and glucose study. BMC Public Health 2020;20(1):1654. DOI: 10.1186/s12889-020-09747-6
29. Malabu UH, Vangaveti VN, Kennedy RL. Disease burden evaluation of fall-related events in the elderly due to hypoglycemia and other diabetic complications: a clinical review. Clin Epidemiol 2014;6:287-94. DOI: 10.2147/CLEP.S66821
30. Longo M, Bellastella G, Maiorino MI, Meier JJ, Esposito K, Giugliano D. Diabetes and Aging: From Treatment Goals to Pharmacologic Therapy. Front Endocrinol (Lausanne) 2019;10:45. DOI: 10.3389/fendo.2019.00045
31. Rush CJ, Berry C, Oldroyd KG, Rocchiccioli JP, Lindsay MM, Touyz RM, et al. Prevalence of Coronary Artery Disease and Coronary Microvascular Dysfunction in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. JAMA Cardiol. 2021;6(10):1130-43. DOI: 10.1001/jamacardio.2021.1825
32. Schmid A, Petrovic M, Akella K, Pareddy A, Velavan SS. Getting to the Heart of the Matter: Myocardial Injury, Coagulopathy, and Other Potential Cardiovascular Implications of COVID-19. Int J Vasc Med 2021;2021:6693895. DOI: 10.1155/2021/6693895
33. Korteland TW, Koorengevel KM, Poslawsky IE, van Meijel B. Nursing interventions for patients with postpartum psychosis hospitalized in a psychiatric mother-baby unit: A qualitative study. J Psychiatr Ment Health Nurs 2019;26(7-8):254-64. DOI: 10.1111/jpm.12542
34. Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Saylor HE, Gould LM, Blue MNM. Nutritional Considerations and Strategies to Facilitate Injury Recovery and Rehabilitation. J Athl Train 2020;55(9):918-30. DOI: 10.4085/1062-6050-550-19
35. Moisey LL, Merriweather JL, Drover JW. The role of nutrition rehabilitation in the recovery of survivors of critical illness: underrecognized and underappreciated. Crit Care 2022;26(1):270. DOI: 10.1186/s13054-022-04143-5
36. Liebl A, Khunti K, Orozco-Beltran D, Yale JF. Health economic evaluation of type 2 diabetes mellitus: a clinical practice focused review. Clin Med Insights Endocrinol Diabetes 2015;8:13-9. DOI: 10.4137/CMED.S20906
37. Faruqi N, Thomas L, Parker S, Harris-Roxas B, Taggart J, Spooner C, et al. Primary health care provider-focused interventions for improving outcomes for people with type 2 diabetes: a rapid review. Public Health Res Pract 2019;29(4):29121903. DOI: 10.17061/phrp29121903

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Association between community environment and metabolic sydrome among Chinese middle-aged and older adults — Evidence from the national longitudinal surveys from 2011 to 2015

Asociación entre el entorno comunitario y el síndrome metabólico en adultos chinos de mediana edad y mayores: evidencia en las encuestas longitudinales nacionales de 2011 a 2015

Xiangyu Tang[1], Feifei Yao[2,3], Fengyan Li[4], Liqin Xiao[5], Xiaoming Liu[1], Fen Liu[1], Jian Yang[1], Shujia Xu[1], Zhiling Liu[1], Fulan Hu[1,6], Xiuyun Chen[1]

[1]Department of Gastroenterology. Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital. Shenzhen, Guangdong. People's Republic of China. [2]Clinical Public Health Center. Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital. Shenzhen, Guangdong. People's Republic of China. [3]Harbin Medical University. Haerbin, Heilongjiang. People's Republic of China. [4]Teaching and Scientific Research Department. Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital. Shenzhen, Guangdong. People's Republic of China. [5]Quality Management Department. Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital. Shenzhen, Guangdong. People's Republic of China. [6]Department of Biostatistics and Epidemiology. School of Public Health. Shenzhen University Health Science Center. Shenzhen, Guangdong. People's Republic of China

Abstract

Background: community environments that encourage active and socially engaged lifestyles may help reduce the risk of metabolic syndrome (MetS). This study aims to examine the relationship between community cultural and recreational environments and the incidence of MetS among middle-aged and older Chinese individuals.

Methods: we used data from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) from 2011 to 2015, we included participants aged 45 years and older with complete relevant data. Community environments were classified into three categories using hierarchical clustering analysis. Multivariate logistic regression models were employed to examine associations between community environments and MetS.

Findings: among 6,321 participants, 1,403 developed MetS during the follow-up period. Those who developed MetS were older, less educated, currently drinking, engaged in agricultural work, and lived in northern or rural areas, primarily in Category 1 communities. Participants in Category 2 (OR: 0.69, 95 % CI: 0.55-0.87) and Category 3 (OR: 0.57, 95 % CI: 0.33-0.93) communities had a lower risk of MetS compared to those in Category 1. Significant associations were found among middle-aged individuals and males in Category 2, and among females in both Category 2 and Category 3 communities.

Conclusion: our findings suggest that community environments with robust cultural, sports, and recreational support are associated with a lower risk of MetS among middle-aged and older adults in China. These findings emphasize the importance of well-rounded community environments in promoting metabolic health.

Keywords:

Metabolic syndrome. Middle-aged and older Chinese. Community environment. Recreational facilities. Aging.

Received: 12/08/2024 • Accepted: 25/05/2025

Xiangyu Tang and Feifei Yao contributed equally to this work.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Tang X, Yao F, Li F, Xiao L, Liu X, Liu F, Yang J, Xu S, Liu Z, Hu F, Chen X. Association between community environment and metabolic sydrome among Chinese middle-aged and older adults — Evidence from the national longitudinal surveys from 2011 to 2015. Nutr Hosp 2025;42(4):678-685

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05474

Correspondence:

Xiuyun Chen. Department of Gastroenterology. Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital. No. 36, 7th Industrial Road, Nanshan District. Shenzhen City. Guangdong Province 518067, People's Republic of China
e-mail: sumenchen@163.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Antecedentes: los entornos comunitarios que promueven estilos de vida activos y comprometidos pueden mitigar los factores de riesgo del síndrome metabólico (SM). Este estudio investiga la asociación entre los entornos culturales y recreativos comunitarios y la incidencia del SM entre personas chinas de mediana edad y mayores.

Métodos: utilizando datos del Estudio de Salud y Jubilación en China (CHARLS) de 2011 a 2015, se incluyeron participantes de 45 años o más con datos relevantes completos. Los entornos comunitarios se clasificaron en tres categorías mediante análisis de conglomerados jerárquicos. Se emplearon modelos de regresión logística multivariada para examinar las asociaciones entre los entornos comunitarios y el SM. **Resultados:** de 6321 participantes, 1403 desarrollaron SM. Aquellos que desarrollaron SM eran mayores, menos educados, consumían alcohol, trabajaban en la agricultura y vivían en áreas rurales o del norte, principalmente en comunidades de la Categoría 1. Los participantes en comunidades de la Categoría 2 (OR: 0,69, IC 95 %: 0,55-0,87) y Categoría 3 (OR: 0,57, IC 95 %: 0,33-0,93) tenían un menor riesgo de SM en comparación con los de la Categoría 1. Se encontraron asociaciones significativas entre los individuos de mediana edad y los hombres en la Categoría 2, y entre las mujeres en las comunidades de las Categorías 2 y 3. **Conclusión:** este estudio encontró que los entornos comunitarios con un fuerte apoyo cultural, deportivo y recreativo están asociados con un menor riesgo de SM entre adultos de mediana edad y mayores en China. Estos hallazgos enfatizan la importancia de entornos comunitarios integrales para promover la salud metabólica.

Palabras clave:

Síndrome metabólico. Adultos de mediana edad y mayores. Entorno comunitario. Instalaciones recreativas. Envejecimiento.

INTRODUCTION

Metabolic syndrome (MetS) is a cluster of conditions characterized by central obesity, dyslipidemia, hypertension, and hyperglycemia (1). The global prevalence of MetS has been increasing, posing a significant public health challenge. In China, the prevalence of MetS increased from 8 % to 10.6 % in urban areas and from 4.9 % to 5.3 % in rural areas between 1992 and 2002 (2). Assuming a similar rate of increase, the prevalence of MetS in China in 2017 would be approximately 15.5 % (3). While genetic predisposition contributes to the development of MetS, lifestyle factors such as physical activity, diet, and psychosocial stress are critical determinants (4). Certain elements in the causation of MetS, such as genetic factors, are immutable, but many lifestyle-related factors are amenable to intervention (2). For instance, urban planning that promotes walkability and access to recreational spaces can foster more active lifestyles.

Community environments that promote active and engaged lifestyles have the potential to mitigate the risk factors associated with MetS. Facilities such as basketball courts, swimming pools, cultural clubs, dance groups, and senior associations offer opportunities for physical activity, social interaction, and cultural engagement, all of which contribute to better metabolic health (5). Physical activity has been well-documented to improve insulin sensitivity, blood pressure, lipid profiles, and body weight (6). In addition, social participation and cultural engagement are associated with lower levels of stress and better mental health, which can indirectly influence metabolic risk (7).

Community environments encompass both physical and social dimensions (8-10). Recreational facilities, such as outdoor exercise areas, card and chess rooms, and basketball courts, have been shown to enhance subjective well-being (11). These facilities not only directly promote out-of-home activities among older adults but also indirectly influence their biological and psychological health (12). Despite these potential benefits, the relationship between community amenities and the risk of MetS remains insufficiently studied. Existing research primarily focuses on individual-level interventions, often neglecting the broader community context. A comprehensive understanding of how community-based cultural, sports, and recreational facilities impact MetS can significantly inform public health strategies and urban planning, fostering healthier communities.

This study hypothesizes that communities with greater access to cultural, sports, and recreational amenities exhibit a lower incidence of MetS. Using data from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), this research aims to investigate the impact of community cultural and recreational environments on the risk of MetS among middle-aged and older adults in China.

METHODS

STUDY POPULATION

This longitudinal study used data from the CHARLS collected between 2011 and 2015 to assess the association between community cultural and recreational environments and the incidence of MetS. CHARLS, administered by the National School of Development at Peking University, targets Chinese residents aged 45 years or older. The dataset is publicly available for global research use (13). Participants was selected using a four-stage stratified probability sampling method (14). Data collection was carried out through face-to-face interviews using computer-assisted personal interviewing (CAPI), with participants' health status assessed through both physical examinations and self-reports participants were followed biennially since 2011, with four waves of surveys conducted, spanning 28 provinces, 150 counties, and 450 villages across mainland China. This study did not require separate ethics approval as it involved the analysis of secondary data. All participants provided informed consent for the original survey (15). To protect participants' privacy and confidentiality, all data were fully anonymized before analysis. Each participant was assigned a unique identification number, and no personally identifiable information (such as names or home addresses) was included in the dataset. Other details were published elsewhere (14).

PARTICIPATIONS

The study included residents aged over 45 years who had complete data on HDL cholesterol, LDL cholesterol, total cholesterol,

glucose, glycated hemoglobin, waist circumference, and information on community cultural and recreational environments. Exclusion criteria included participants diagnosed with cancer or MetS at the time the CHARLS data were originally collected, as well as those with implausible outlier data. Details were shown in figure 1.

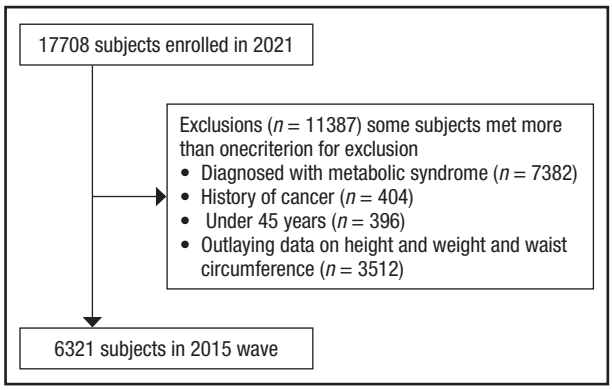


Figure 1. Flow chart of participants selection.

MEASURES

Community cultural and recreational environments

Community cultural and recreational environments in this study were assessed using 14 binary variables (no, yes): basketball courts, swimming pools, outdoor exercise equipment, ping pong tables, card and chess rooms, ping pong rooms, calligraphy and painting associations, dance teams or other exercise groups, organizations assisting the older and disabled, employment service centers, senior activity centers, senior associations, nursing homes, and other recreational facilities.

Assessment of metabolic syndrome

Metabolic syndrome was assessed using the unified definition established in 2009, which includes the presence of three or more of the following criteria: elevated waist circumference (≥ 85 cm for males and ≥ 80 cm for females) (16), elevated triglycerides (≥ 1.7 mmol/L or treatment for elevated TG), decreased HDL-C (< 1.0 mmol/L for males and < 1.3 mmol/L for females or treatment for reduced HDL-C), elevated blood pressure (systolic ≥ 130 mmHg and/or diastolic ≥ 85 mmHg or antihypertensive treatment), and elevated fasting plasma glucose (≥ 5.6 mmol/L or treatment for elevated glucose) (16,17).

Assessment of covariates

Data on sociodemographic factors (sex, age, marital status, education level) and socioeconomic variables (health insurance status, employment status, total household wealth) were collected. Weight was measured to the nearest 0.1 kg using a calibrated scale, and height was measured to the nearest 0.1 m using a stadiometer, with participants not wearing shoes (18). Waist circumference was measured at the level of the umbilicus at the end of exhalation using a soft tape measure, with participants wearing light clothing (18). Obesity was defined as a BMI ≥ 27.5 kg/m², according to WHO recommendations for Chinese populations (19).

Smoking status was categorized as never smoked, former smoker, and current smoker, with smoking defined as having smoked more than 100 cigarettes in a lifetime. Alcohol consumption was assessed based on the frequency and amount of alcohol intake, categorized as never drank, former drinker, and current drinker.

Participants' employment status was classified into four categories based on their last main job: agricultural work, employment in government/non-governmental institutions/firms/organizations, retirees, and others. The geographical location of participants' residences was classified into northern and southern regions based on the widely recognized north-south division line in China (20). Additionally, participants were categorized based on whether they resided in rural or urban areas.

STATISTIC METHODS

All analyses were conducted using R version 4.4.0 (R-project, Vienna, Austria). The distribution of missing and non-missing data across demographic variables was approximately equal, and we assumed that the data were missing completely at random. we employed multiple imputation using chained equations (MICE) to handle missing values. We generated 5 imputed datasets and performed analyses on each, pooling the results following Rubin's rules.

We examined the distribution of the data and found that none of the continuous variables were normally distributed. Quantitative variables are presented as medians and interquartile ranges, while qualitative variables are expressed as numbers and percentages. Differences between categorical variables were analyzed using Chi-square tests, and non-normally distributed continuous variables were analyzed using the Mann-Whitney U-test.

Community cultural and recreational environments were classified using hierarchical clustering analysis. Based on the clustering results, these environments were divided into three categories: Category 1 represented poorly supported cultural and recreational environments, while Categories 2 and 3 represented better-supported environments. Detailed results are presented in supplementary table I (https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9144/ADMA1-05474-05.xlsx) and figure 2.

To examine the association between community environments and MetS, we employed multivariate logistic regression models, with odds ratios (OR) and 95 % confidence intervals (CIs) calculated. Covariates that may influence the relationship between community environments and MetS were adjusted for in Adjusted Model, based on previous studies (21-24).

Table I. Baseline characteristics of participants with and without metabolic syndrome

Characteristic	Metabolic syndrome		*p*-value†
	No, *n* = 4,918*	Yes, *n* = 1,403*	
Age	57 (50, 64)	59 (53, 65)	< 0.001
Education			
Illiterate	1,527 (31 %)	549 (39 %)	
Primary and Junior			
High School	1,248 (25 %)	315 (22 %)	< 0.001
High School	1,972 (40 %)	510 (36 %)	
University and above	171 (3.5 %)	29 (2.1 %)	
Marriage			
Married	4,299 (87 %)	1,225 (87 %)	0.920
Unmarried	619 (13 %)	178 (13 %)	
Gender			
Male	2,613 (53 %)	735 (52 %)	0.623
Female	2,305 (47 %)	668 (48 %)	
BMI	21.6 (19.8, 23.9)	23.1 (20.6, 26.1)	< 0.001
Smoking			
Currently smoking	1,748 (36 %)	500 (36 %)	
Never smoked	2,761 (56 %)	765 (55 %)	0.180
Quit smoking	409 (8.3 %)	138 (9.8 %)	
Drinking			
Currently drinking	1,274 (26 %)	419 (30 %)	
Never drank	3,381 (69 %)	909 (65 %)	0.012
Quit drinking	263 (5.3 %)	75 (5.3 %)	
Abdominal obesity			
Yes	1,419 (29 %)	650 (46 %)	< 0.001
No	3,499 (71 %)	753 (54 %)	
Hypertension			
Yes	1,019 (21 %)	679 (48 %)	< 0.001
No	3,899 (79 %)	724 (52 %)	
Diabetes			
Yes	1,713 (35 %)	816 (58 %)	< 0.001
No	3,205 (65 %)	587 (42 %)	
Insurance			
Yes	4,561 (93 %)	1,309 (93 %)	0.473
No	357 (7.3 %)	94 (6.7 %)	
Working status			
Agricultural work	3,424 (70 %)	1,038 (74 %)	
Employee	811 (16 %)	212 (15 %)	0.009
Retired	553 (11 %)	122 (8.7 %)	
Other	130 (2.6 %)	31 (2.2 %)	

(Continues on next column)

Table I (cont.). Baseline characteristics of participants with and without metabolic syndrome

Characteristic	Metabolic syndrome		*p*-value†
	No, *n* = 4,918*	Yes, *n* = 1,403*	
Location			
Southern Region	2,743 (56 %)	607 (43 %)	< 0.001
Northern Region	2,175 (44 %)	796 (57 %)	
Community category			
Category 1 community	4,184 (85 %)	1,259 (90 %)	
Category 2 community	621 (13 %)	126 (9.0 %)	< 0.001
Category 3 community	113 (2.3 %)	18 (1.3 %)	
Total household wealth with imputed values	82,940 (27,915, 181,882)	80,847 (28,015, 169,811)	0.347
Rural or urban			
Rural	3,042 (62 %)	911 (65 %)	0.036
Urban	1,876 (38 %)	492 (35 %)	

**Median (IQR); n (%). †Wilcoxon rank sum test; Pearson's chi-squared test.*

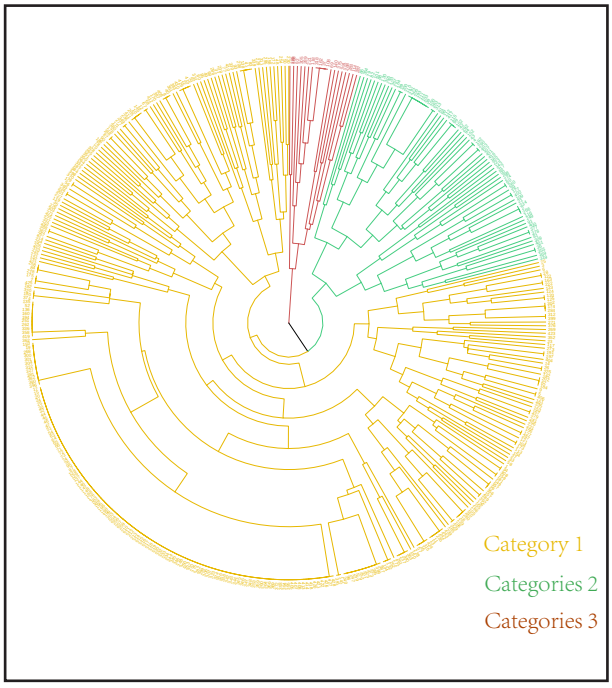


Figure 2. Hyerarchical clustering dendrogram of sociocultural and recreational environment variables.

These covariates included sex, age, total household income, job status, education, insurance, marital status, smoking status, alcohol consumption, and general obesity. Due to the strong correlation between waist circumference and BMI ($r = 0.210$, $p < 0.001$), and given that waist circumference is a component of the MetS definition, BMI was not included as a confounder in the models.

Subgroup analyses were conducted by age (45-64 years vs. ≥ 65 years) and sex (male vs. female), using the Category 1 community environment as the reference group in all logistic regressions.

Additionally, a complete-case sensitive analysis was performed using only the original, non-imputed data to assess the influence of missing data.

RESULTS

Participants' characteristics stratified by MetS incidence are presented in table I. Between 2011 and 2015, 1,403 out of 6,321 middle-aged and older Chinese adults developed MetS. Those who developed MetS tended to be older, had lower education levels, were currently drinking, engaged in agricultural work, resided in northern or rural areas, and lived in Category 1 community environments.

Participants living in Category 2 (OR: 0.69; 95 % CI: 0.55-0.87) and Category 3 (OR: 0.57; 95 % CI: 0.33-0.93) community environments had significantly lower odds of developing MetS compared to those in Category 1 communities (Table II). This significant association was not observed among older Chinese but was evident among middle-aged individuals (OR: 0.63, 95 % CI: 0.47-0.83) and males (OR: 0.71, 95 % CI: 0.51-0.97) living in Category 2 community environments. Among females, living in Category 2 (OR: 0.69; 95 % CI: 0.50-0.94) and Category 3 (OR: 0.29; 95 % CI: 0.11-0.66) environments was significantly associated with a lower risk of MetS compared to Category 1 (Table III).

To assess the robustness of our findings, we conducted a sensitivity analysis using complete-case data and compared the results with those from the multiply imputed datasets. The effect estimates remained highly consistent, with no significant differences in the key associations (Supplementary Table II –https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9144/ADMA2-05474-05.xlsx). These findings suggest that missing data had minimal impact on the main conclusions.

Table III. Association of community category and risk of metabolic syndrome among subgroup populations

Characteristic	OR	95 % CI	*p*-value
Elderly			
Community Category			
Category 1 community	—	—	
Category 2 community	0.89	0.59, 1.31	0.6
Category 3 community	0.54	0.23, 1.16	0.14
Middle-aged			
Community Category			
Category 1 community	—	—	
Category 2 community	0.63	0.47, 0.83	0.001
Category 3 community	0.63	0.30, 1.20	0.2
Male			
Community Category			
Category 1 community	—	—	
Category 2 community	0.71	0.51, 0.97	0.037
Category 3 community	0.92	0.46, 1.71	0.8
Female			
Community Category			
Category 1 community	—	—	
Category 2 community	0.69	0.50, 0.94	0.021
Category 3 community	0.29	0.11, 0.66	0.007

OR: odds ratio; CI: confidence interval.

Table II. Association of community category and risk of metabolic syndrome among middle aged and older Chinese

Characteristic	Crude			Adjusted		
	OR	95 % CI	*p*-value	OR	95 % CI	*p*-value
Community category						
Category 1 community	—	—		—	—	
Category 2 community	0.67	0.55, 0.82	< 0.001	0.69	0.55, 0.87	0.002
Category 3 community	0.53	0.31, 0.85	0.013	0.57	0.33, 0.93	0.033

OR: odds ratio; CI: confidence interval.

DISCUSSION

The primary findings of this study demonstrate a significant association between community cultural and recreational environments and the incidence of MetS among middle-aged and older Chinese individuals. Specifically, living in communities with better-supported cultural and recreational amenities (Categories 2 and 3) was associated with a lower risk of developing MetS compared to poorly supported communities (Category 1). This protective effect was particularly evident among middle-aged individuals and females, while males benefited from living in Category 2 environments. These findings underscore the potential role of community infrastructure in mitigating MetS risk and highlight the importance of fostering supportive community environments to enhance public health outcomes.

The findings of this study align with previous research that highlights the importance of community environments in influencing metabolic health. Specifically, our results suggest that communities with better-supported cultural and recreational amenities are associated with a lower incidence of MetS. This is consistent with studies that have found a greater availability of free facilities for habitual physical activity in a district correlates with a reduced risk of MetS among its residents (25). Similarly, research has shown that recreation facilities, street connectivity and high walkable environment were associated with physical activity (26). Chandrabose et al. (27) found that the protective effects of walkable neighborhoods against obesity were partially mediated by baseline physical activity but not by increases in physical activity during the study period. Another research found that Adolescent neighborhood disadvantage was directly associated with metabolic syndrome in young adulthood (28). This suggests that while environmental factors may promote initial engagement in physical activity, sustained benefits may involve other mechanisms.

Moreover, environmental characteristics have been found to have differential influences on various measures of physical activity, which might account for the variations observed across different demographic groups in our study. For example, while males and middle-aged individuals in communities with better recreational support showed a reduced risk of MetS, this effect was not as pronounced among older adults. This suggests that the benefits of community environments may vary by age and gender, possibly due to differing levels of engagement with community facilities or varying responses to the available amenities. These findings suggest that local governments should prioritize community design and infrastructure that fosters physical activity and social engagement to help reduce the risk of metabolic syndrome.

The mechanisms underlying the influence of community environments on metabolic health likely involve both direct and indirect pathways. Directly, access to recreational facilities encourages physical activity (29), which is known to improve metabolic parameters such as insulin sensitivity, blood pressure, and lipid profiles. Indirectly, social participation and cultural engagement fostered by community amenities may reduce stress and enhance mental well-being (30), further contributing to metabolic health (31). This holistic approach to community environment design may therefore be crucial in addressing MetS at a population level. Although dietary factors were not directly measured in this study, previous research has established a strong association between unhealthy dietary patterns and the risk of metabolic syndrome among Chinese middle-aged and older adults (32,33). Furthermore, there is growing evidence that community environmental features—such as access to healthy food outlets, walkability, and neighborhood socioeconomic status—can indirectly shape dietary behaviors (34-36). While studies explicitly testing diet as a mediator between environment and metabolic health are limited, especially in China, our findings contribute to this emerging field by highlighting the role of community-level determinants in shaping health outcomes. Future research could further explore the mediating role of dietary behaviors in this pathway.

STRENGTHS AND LIMITATIONS

This study has several notable strengths. One of the key advantages is the use of a cluster analysis approach to classify community environments, which offers a more nuanced understanding of these environments compared to previous studies that primarily relied on simply counting the number of available facilities. By grouping communities based on a combination of characteristics rather than just facility quantity, this method provides a more comprehensive and convincing assessment of the community's impact on MetS. Additionally, the study leverages a large, nationally representative dataset from the CHARLS, which enhances the generalizability of the findings to the broader Chinese population.

However, the study is not without its limitations. One significant constraint is the relatively short follow-up period from 2011 to 2015, which limits the ability to conduct sensitivity analyses that exclude cases of MetS that developed early in the study period. This could potentially lead to an overestimation of the association between community environments and MetS. Another limitation is the limited availability of detailed physical activity data, as the survey only included this information for a small subset of participants. Consequently, the study could not fully account for physical activity as a confounding factor in the models, which may have influenced the results. Future research with longer follow-up periods and more comprehensive data on physical activity is necessary to address these limitations and further validate the findings. While our findings suggest an association between community environments and MetS risk, the observed relationships could still be influenced by unmeasured confounders or reverse causality. Future research with longer-term follow-ups is needed to better assess the causal pathways. Potential sampling bias may exist due to the exclusion of participants with missing data. Although we applied multiple imputation (MICE) to handle missing values and conducted a complete-case analysis to confirm the robustness of our results, selection bias cannot be entirely ruled out. Additionally, the study sample was

drawn from a national survey, but participants who remained in the study throughout follow-up may differ systematically from those lost to follow-up, potentially affecting the generalizability of the findings. Future studies should aim for more comprehensive data collection and strategies to minimize attrition bias. Our findings are based on observational data, and while we adjusted for several confounding factors, causal interpretations should be made with caution. Due to the nature of the CHARLS dataset, we were unable to incorporate structured intervention programs or conduct longitudinal follow-up beyond the available waves. Future studies with designed intervention trials are warranted to establish causality. Additionally, CHARLS lacks detailed information on individual family-level behaviors such as dietary patterns or intra-household health practices. Therefore, we could not distinguish the relative influence of family versus community environments. Future research should consider integrating both household and community-level exposures to better understand their interplay in shaping health outcomes.

CONCLUSION

This study suggests that well-supported community environments—including cultural, sports, and recreational facilities—may be associated with a reduced risk of MetS among middle-aged and older adults in China. While our findings underscore the potential importance of fostering well-rounded community environments for metabolic health, future longitudinal studies with extended follow-up are needed to confirm these associations and assess potential long-term effects.

REFERENCES

1. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. Lancet 2005;365(9468):1415-28. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66378-7
2. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. Curr Hypertens Rep 2018;20(2):12. DOI: 10.1007/s11906-018-0812-z
3. Wang Y, Mi J, Shan XY, Wang QJ, Ge KY. Is China facing an obesity epidemic and the consequences? The trends in obesity and chronic disease in China. Int J Obes (Lond) 2007;31(1):177-88. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803354
4. Ervin RB. Prevalence of metabolic syndrome among adults 20 years of age and over, by sex, age, race and ethnicity, and body mass index: United States, 2003-2006. Natl Health Stat Report 2009;(13):1-7.
5. Sallis JF, Cerin E, Conway TL, Adams MA, Frank LD, Pratt M, et al. Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. Lancet 2016;387(10034):2207-17. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01284-2. Erratum in: Lancet 2016;387(10034):2198. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30193-3
6. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. Curr Opin Cardiol 2017;32(5):541-56. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000437
7. Holt-Lunstad J, Smith TB, Layton JB. Social relationships and mortality risk: a meta-analytic review. PLoS Med 2010;7(7):e1000316. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000316
8. Yen IH, Michael YL, Perdue L. Neighborhood environment in studies of health of older adults: a systematic review. Am J Prev Med 2009;37(5):455-63. DOI: 10.1016/j.amepre.2009.06.022
9. Guo Y, Chang SS, Chan CH, Chang Q, Hsu CY, Yip PSF. Association of neighbourhood social and physical attributes with depression in older adults in Hong Kong: a multilevel analysis. J Epidemiol Community Health 2020;74(2):120-9. DOI: 10.1136/jech-2019-212977
10. Luo Y, Zhang L, Pan X. Neighborhood Environments and Cognitive Decline Among Middle-Aged and Older People in China. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2019;74(7):e60-e71. DOI: 10.1093/geronb/gbz016
11. Yeatts DE, Cready CM, Pei X, Shen Y, Luo H. Environment and subjective well-being of rural Chinese elderly: a multilevel analysis. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2014;69(6):979-89. DOI: 10.1093/geronb/gbu050
12. Zhang Z, Zhang J. Perceived residential environment of neighborhood and subjective well-being among the elderly in China: A mediating role of sense of community. Journal of environmental psychology 2017;51(null):82-94. DOI: 10.1016/j.jenvp.2017.03.004
13. China Health and Retirement Longitudinal Study. Available from: http://charls.pku.edu.cn/pages/data/111/zh-cn.html
14. Zhao Y, Hu Y, Smith JP, Strauss J, Yang G. Cohort profile: the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS). Int J Epidemiol 2014;43(1):61-8. DOI: 10.1093/ije/dys203
15. Zhao Y, Strauss J, Chen X, Wang Y, Gong J, Meng Q, et al. China Health and Retirement Longitudinal Study Wave 4 User's Guide: National School of Development, Peking University; 2020.
16. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. Circulation 2009;120(16):1640-5. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644
17. Punthakee Z, Goldenberg R, Katz P. Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes, Prediabetes and Metabolic Syndrome. Canadian Journal of Diabetes 2018;42:S10-S5. DOI: 10.1016/j.jcjd.2017.10.003
18. Luo H, Li J, Zhang Q, Cao P, Ren X, Fang A, et al. Obesity and the onset of depressive symptoms among middle-aged and older adults in China: evidence from the CHARLS. BMC Public Health 2018;18(1):909. DOI: 10.1186/s12889-018-5834-6
19. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. Lancet 2004;363(9403):157-63. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)15268-3. Erratum in: Lancet 2004;363(9412):902.
20. Zhang H, Zhou X, Huang Y. Analysis of Spatial Interaction between Different Food Cultures in South and North China: Practices from People's Daily Life. ISPRS International Journal of Geo-Information 2020;9(2). DOI: 10.20944/preprints201912.0292.v1
21. Chasens ER, Imes CC, Kariuki JK, Luyster FS, Morris JL, DiNardo MM, et al. Sleep and Metabolic Syndrome. The Nursing clinics of North America. 2021;56(2):203-17. DOI: 10.1016/j.cnur.2020.10.012
22. Lim AJ, Huang Z, Chua SE, Kramer MS, Yong EL. Sleep Duration, Exercise, Shift Work and Polycystic Ovarian Syndrome-Related Outcomes in a Healthy Population: A Cross-Sectional Study. PloS one 2016;11(11):e0167048. DOI: 10.1371/journal.pone.0167048
23. Lim YC, Hoe VCW, Darus A, Bhoo-Pathy N. Association between night-shift work, sleep quality and metabolic syndrome. Occup Environ Med 2018;75(10):716-23. DOI: 10.1136/oemed-2018-105104
24. Smiley A, King D, Bidulescu A. The Association between Sleep Duration and Metabolic Syndrome: The NHANES 2013/2014. Nutrients 2019;11(11):2582. DOI: 10.3390/nu11112582
25. Wang SH, Hsiao PC, Hsiao CK, Liu PH, Chien KL, Lin SR, et al. Multilevel analysis of habitual physical activity and metabolic syndrome in Northern Taiwan. Prev Med 2011;53(1-2):34-8. DOI: 10.1016/j.ypmed.2011.04.017
26. Malambo P, Kengne AP, De Villiers A, Lambert EV, Puoane T. Built Environment, Selected Risk Factors and Major Cardiovascular Disease Outcomes: A Systematic Review. PloS one 2016;11(11):e0166846. DOI: 10.1371/journal.pone.0166846
27. Chandrabose M, Cerin E, Mavoa S, Dunstan D, Carver A, Turrell G, et al. Neighborhood walkability and 12-year changes in cardio-metabolic risk: the mediating role of physical activity. Int J Behav Nutr Phys Act 2019;16(1):86. DOI: 10.1186/s12966-019-0849-7
28. Martin CL, Kane JB, Miles GL, Aiello AE, Harris KM. Neighborhood disadvantage across the transition from adolescence to adulthood and risk of metabolic syndrome. Health & place 2019;57:131-8. DOI: 10.1016/j.healthplace.2019.03.002
29. Duncan M, Mummery K. Psychosocial and environmental factors associated with physical activity among city dwellers in regional Queensland. Preventive medicine 2005;40(4):363-72. DOI: 10.1016/j.ypmed.2004.06.017
30. Zhou Y, Wu Q, Li C, Ding L. Association Between Community Environment and Depressive Symptoms Among Chinese Middle-aged and Older Adults:

Evidence From National Longitudinal Surveys From 2011 to 2018. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2022;77(11):2265-71. DOI: 10.1093/gerona/glac032
31. Hu MX, Lamers F, Hiles SA, Penninx BW, de Geus EJ. Basal autonomic activity, stress reactivity, and increases in metabolic syndrome components over time. Psychoneuroendocrinology 2016;71:119-26. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2016.05.018
32. Hu XF, Zhang R, Chan HM. Identification of Chinese dietary patterns and their relationships with health outcomes: a systematic review and meta-analysis. Public health nutrition 2024;27(1):e209. DOI: 10.1017/S1368980024001927
33. Li T, Tang X, Liu Y, Li Y, He B. Dietary patterns and metabolic syndrome among urbanized Tibetans: A cross-sectional study. Environmental research 2021;200:111354. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111354
34. Dupuis R, Bragg MA, Heng L, Hafeez E, Wu E, Mijanovich T, et al. Relationship between community characteristics and impact of calorie labeling on fast-food purchases. Obesity (Silver Spring, Md) 2025;33(2):356-64. DOI: 10.1002/oby.24198
35. Gomi T, Kitayuguchi J, Okuyama K, Kamada M, Inoue S, Kamioka H, et al. Relationship Between Neighborhood Food Environment and Diet Variety in Japanese Rural Community-dwelling Elderly: A Cross-sectional Study. Journal of epidemiology 2022;32(6):290-7. DOI: 10.2188/jea.JE20200415
36. Wang P, Gao X, Willett WC, Giovannucci EL. Socioeconomic Status, Diet, and Behavioral Factors and Cardiometabolic Diseases and Mortality. JAMA network open 2024;7(12):e2451837. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.51837

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Eficacia a largo plazo de la cirugía bariátrica: resultados ponderales y metabólicos tras 10 años de seguimiento

Long-term effectiveness of bariatric surgery: weight and metabolic outcomes after 10 years of follow-up

Ángel Martínez González[1], Manuella González Nunes[2], Noelia Pena Piñeiro[2], Maite Argibay Ulloa[2], Francisco Javier Fraile Amador[3], José Llópiz Castedo[4], Sandra Milena Jaimes Jaimes[5], Julia Rodríguez Pulian[5], Thalia Chantal Rodríguez Castiñeira[5], Joana Isabel Silva Sousa[5], Camila Eugenia Sieiro Peña[5], María Guadalupe González Valladares[6]

[1]Servicio de Endocrinología y Nutrición, [2]Unidad de Enfermería y [3]Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario Montecelo. Pontevedra. [4]Servicio de Medicina Familiar y Comunitaria. Hospital Álvaro Cunqueiro. Vigo, Pontevedra. [5]Servicio de Medicina Familiar y Comunitaria, y [6]Servicio de Neumología. Hospital Universitario Montecelo. Pontevedra

Resumen

Introducción: evaluamos los resultados a 10 años de la cirugía bariátrica en una cohorte retrospectiva, con foco en la pérdida de peso y la evolución de las comorbilidades.

Métodos: estudio observacional de 96 pacientes intervenidos entre 2013 y 2024. Se analizaron el % de pérdida del exceso de peso (%PEP) y la remisión de las comorbilidades. El 78,1 % recibió *bypass* gástrico (BG) y el 19,8 % gastrectomía vertical (GV).

Resultados: el %PEP alcanzó un máximo del 57,3 % a los 2 años y se mantuvo en un 43,3 % a los 10 años. La diabetes y la HTA prequirúrgicas fueron predictores independientes de una menor pérdida de peso. El BG mostró una superioridad significativa frente a la GV a los 5 y 10 años en %PEP ($p < 0,05$). Las tasas de remisión fueron elevadas para diabetes, hipertensión, dislipemia, SAHS y esteatosis hepática pero no se observaron diferencias entre técnicas. La artropatía mecánica no mejoró significativamente a lo largo del seguimiento (48,9 % *vs.* 50,5 %; $p = 0,88$).

Conclusiones: la cirugía bariátrica mantiene una pérdida de peso clínicamente relevante a los 10 años, con superioridad del BG sobre la GV en el largo plazo. Las comorbilidades mejoran de forma significativa salvo la artropatía, que persiste a pesar de la pérdida ponderal.

Palabras clave:

Cirugía bariátrica. *Bypass* gástrico. Obesidad mórbida. Diabetes *mellitus*. Seguimiento a largo plazo.

Recibido: 03/04/2025 • Aceptado: 03/06/2025

Agradecimientos: los autores agradecen al Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur), SERGAS-UVIGO su colaboración y compromiso permanente en la difusión científica de nuestra unidad.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Martínez González Á, González Nunes M, Pena Piñeiro N, Argibay Ulloa M, Fraile Amador FJ, Llópiz Castedo J, Jaimes Jaimes SM, Rodríguez Pulian J, Rodríguez Castiñeira TC, Silva Sousa JI, Sieiro Peña CE, González Valladares MG. Eficacia a largo plazo de la cirugía bariátrica: resultados ponderales y metabólicos tras 10 años de seguimiento. Nutr Hosp 2025;42(4):686-694

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05876

Correspondencia:

Ángel Martínez González. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Montecelo. Área Sanitaria de Pontevedra e O Salnés. Calle Mourente, s/n. 36472 Pontevedra
e-mail: angelmg88@hotmail.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Abstract

Introduction: we evaluated 10-year outcomes of bariatric surgery in a retrospective cohort, focusing on weight loss and the evolution of comorbidities.

Methods: this was an observational study involving 96 patients who underwent surgery between 2013 and 2024. We analyzed the percentage of excess weight loss (%EWL) and comorbidity remission. Of the patients, 78.1 % underwent gastric bypass (GB) and 19.8 % vertical sleeve gastrectomy (SG).

Results: the %EWL peaked at 57.3 % at 2 years and remained at 43.3 % at 10 years. Preoperative diabetes and hypertension were independent predictors of reduced weight loss. GB showed significant superiority over SG in %EWL at both 5 and 10 years ($p < 0.05$). Remission rates were high for diabetes, hypertension, dyslipidemia, obstructive sleep apnea (OSA), and hepatic steatosis, with no significant differences between surgical techniques. Mechanical arthropathy did not improve significantly during follow-up (48.9 % vs 50.5 %; $p = 0.88$).

Conclusions: bariatric surgery maintains clinically relevant weight loss at 10 years, with GB proving superior to SG in the long term. Comorbidities improve significantly, except for arthropathy, which persists despite weight loss.

Keywords:

Bariatric surgery. Gastric bypass. Morbid obesity. Diabetes *mellitus*. Long-term follow-up.

INTRODUCCIÓN

La obesidad mórbida (IMC ≥ 40 kg/m²) constituye uno de los mayores desafíos sanitarios globales, asociándose a numerosas comorbilidades metabólicas, cardiovasculares y degenerativas. En este contexto, la cirugía bariátrica ha demostrado ser el tratamiento más efectivo para lograr una pérdida de peso significativa y duradera, así como para mejorar o resolver muchas de estas condiciones asociadas (1).

Sin embargo, persisten importantes lagunas en el conocimiento sobre la trayectoria exacta de la pérdida de peso más allá de los 5 años posintervención, particularmente cuando se utilizan fórmulas estandarizadas para calcular el exceso de peso y su porcentaje de pérdida (%PEP). Asimismo, resulta fundamental identificar los factores predictivos de reganancia de peso a largo plazo, especialmente en relación con comorbilidades metabólicas preexistentes como la diabetes *mellitus*.

Este estudio prospectivo de 10 años busca caracterizar de manera exhaustiva la evolución ponderal mediante cálculos antropométricos estandarizados, al tiempo que analiza el impacto de las comorbilidades prequirúrgicas en los resultados finales, con el objetivo de optimizar la selección de pacientes y las estrategias de seguimiento posoperatorio.

MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO Y POBLACIÓN

Se llevó a cabo un estudio observacional de cohortes retrospectivas que incluyó pacientes consecutivos intervenidos mediante cirugía bariátrica en nuestro centro entre 2013 y 2024. Los criterios de inclusión fueron: edad ≥ 18 años, IMC ≥ 40 kg/m² o ≥ 35 kg/m² con comorbilidades graves no controladas, seguimiento mínimo garantizado de 10 años y consentimiento informado firmado.

Inicialmente se reclutaron 112 pacientes. De ellos, 16 (14,3 %) fueron excluidos del análisis final: 7 por pérdida de seguimiento antes de los 10 años, 5 por retirada del consentimiento y 4 por fallecimiento no relacionado con la cirugía. La población final de estudio estuvo compuesta por 96 pacientes, predominantemente mujeres (82,3 %), con una edad media de 45,0 ± 11,2 años. La distribución por técnicas quirúrgicas mostró predominio del *bypass* gástrico (78,1 %) frente a la gastrectomía vertical (19,8 %), con solo 2 casos de técnicas malabsortivas (Tabla I).

Tabla I. Características basales de la cohorte del estudio (*n* = 96)

Variables cuantitativas		
Variable	**Medida de resumen**	**Valor**
Edad (años)	Media ± DE	44,96 ± 11,18
Talla (cm)	Media ± DE	161,83 ± 8,25
Peso prequirúrgico (kg)	Mediana (RIQ)	118,85 (23,5)
IMC prequirúrgico (kg/m²)	Mediana (RIQ)	45,27 (9,09)
Exceso de peso prequirúrgico (kg)	Mediana (RIQ)	62,47 (20,64)
Estancia hospitalaria (días)	Mediana (RIQ)	7 (2)
Variables cualitativas		
Variable	**Categoría**	***n* (%)**
Sexo	Hombre	14 (14,58 %)
	Mujer	82 (85,42 %)
Tipo de cirugía	*Bypass* gástrico	75 (78,13 %)
	Gastrectomía vertical	19 (19,79 %)
	Técnica malabsortiva	2 (2,08 %)
Comorbilidades previas	DM	24 (25,00 %)
	HTA	50 (52,08 %)
	Dislipemia	33 (34,38 %)
	SAHS	24 (27,27 %)
	Artropatía	45 (48,91 %)
	Esteatosis hepática	34 (45,33 %)

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Características basales de la cohorte del estudio (n = 96)

Variable	Categoría	*n* (%)
Complicaciones posquirúrgicas	Dehiscencia	2 (2,08 %)
	Hemorragia	1 (1,04 %)
	Infección herida	4 (4,17 %)
	Infección urinaria	1 (1,04 %)
	Neumonía	7 (7,29 %)
	Oclusión	1 (1,04 %)
	Colección	1 (1,04 %)

VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

Para garantizar la consistencia en las mediciones, establecimos definiciones métricas estandarizadas:

- *Peso ideal*: calculado mediante fórmulas específicas por sexo
- *Exceso de peso prequirúrgico*: diferencia entre peso prequirúrgico y peso ideal
- *%PEP (porcentaje de pérdida del exceso de peso)*: se calcula restando el peso actual al peso prequirúrgico, dividiendo esa diferencia entre el exceso de peso inicial y multiplicando el resultado por 100.

Las comorbilidades (diabetes *mellitus*, hipertensión arterial, dislipemia, síndrome de apnea-hipopnea del sueño) se documentaron mediante criterios clínicos y de laboratorio estandarizados.

MANEJO DE DATOS PERDIDOS

Se realizó un análisis por protocolo, excluyendo del análisis final a los pacientes con pérdida de seguimiento o datos incompletos para el período de 10 años. No se aplicaron métodos de imputación para datos perdidos. Se exploró si las características basales de los pacientes perdidos diferían significativamente del grupo analizado, sin encontrarse diferencias relevantes en cuanto a edad, sexo o técnica quirúrgica.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis univariante incluyó pruebas t para medidas apareadas y métodos no paramétricos cuando correspondía. Para el análisis multivariante empleamos regresión lineal múltiple y logística, ajustando por variables potencialmente confusoras como edad, sexo, IMC inicial y comorbilidades preexistentes. Todos los análisis se realizaron con Stata 16.1, considerando significativo un valor de $p < 0,05$.

ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la investigación Pontevedra con Código de Registro 2024/181 en la fecha 18/02/2024. Los investigadores han seguido las normas éticas y legales aplicables. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito para participar de todos los participantes individuales incluidos en el estudio. El estudio ha sido desarrollado de acuerdo con las recomendaciones de la guía STROBE para estudios observacionales.

RESULTADOS

EVOLUCIÓN PONDERAL

La evolución del %PEP mostró un patrón característico en cuatro fases diferenciadas (Fig. 1 y Fig. 2):

- *Fase de pérdida rápida (1-6 meses):* los pacientes alcanzaron un %PEP del 47,9 % (IC 95 %: 44,9-50,9).
- *Fase de consolidación (6-24 meses):* se observó el máximo %PEP a los 2 años, con un 57,3 % (IC 95 %: 52,9-61,8).
- *Fase de estabilización (2-5 años):* mantenimiento de los resultados alcanzados.
- *Fase de regresión moderada (> 5 años):* aunque se observó cierta regresión ponderal, se mantuvo una pérdida significativa del 43,3 % (IC 95 %: 38,6-48,0) del exceso de peso inicial a los 10 años.

FACTORES PREDICTIVOS DE PÉRDIDA PONDERAL

En el análisis multivariante ajustado por edad, sexo, IMC inicial, técnica quirúrgica y comorbilidades preexistentes, se identificaron los siguientes factores predictores independientes de menor pérdida del exceso de peso (%PEP) a los 10 años:

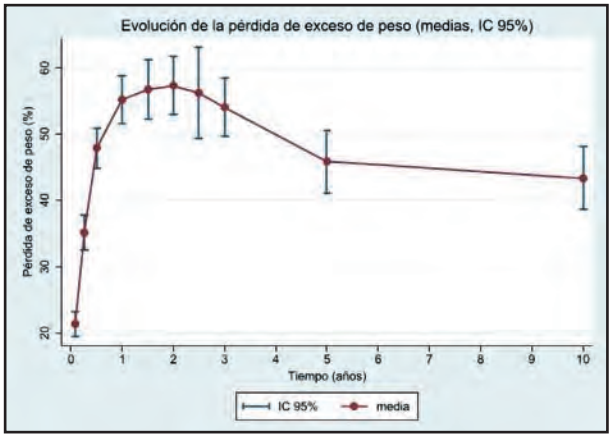


Figura 1. Evolución de la pérdida de exceso de peso (en porcentaje) a lo largo del tiempo (años). Se muestran las medias y sus intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %).

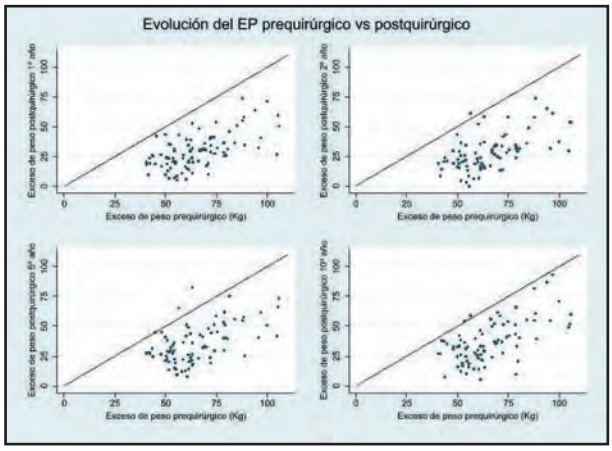


Figura 2. Relación entre el exceso de peso prequirúrgico y el exceso de peso posquirúrgico en distintos periodos de seguimiento. Cada gráfico representa la evolución del exceso de peso posquirúrgico a 1, 2, 3 y 4 años. La línea diagonal indica la igualdad entre el exceso de peso pre y posquirúrgico.

- Diabetes *mellitus* prequirúrgica (β = -5,2; IC 95 %: -9,8 a -0,6; $p = 0,03$)
- Hipertensión arterial prequirúrgica (β = -4,7; IC 95 %: -8,9 a -0,5; $p = 0,028$)

En cambio, otras variables como la técnica quirúrgica, la edad, el sexo y el IMC inicial no mostraron asociación estadísticamente significativa con los resultados ponderales a largo plazo.

REMISIÓN DE COMORBILIDADES

Los resultados en cuanto a mejoría de comorbilidades fueron particularmente destacables (Tabla II):

- *Diabetes mellitus:* la proporción de pacientes con DM disminuyó del 25 % prequirúrgico al 12,5 % al primer año ($p < 0,001$), con una odds ratio de remisión de 13 (IC 95 %: 2,18-77,60).
- *Hipertensión arterial:* mostró una reducción del 52,1 % al 23,4 % en el primer año posoperatorio (OR = 15; IC 95 %: 3,96-56,77).
- *Dislipemia:* la prevalencia se redujo del 34,4 % basal al 14,6 % al primer año posquirúrgico ($p < 0,001$), manteniéndose en 18,8 % a los 10 años (OR = 4,75; IC 95 % 1,69-13,33).
- *Síndrome de apnea-hipopnea del sueño (SAHS):* se observó una reducción del 27,3 % prequirúrgico al 10,3 % al primer año (OR = 25; IC 95 %: 2,53-247,23), con un leve aumento al 12,9 % a los 10 años. La probabilidad de remisión fue 7,5 veces mayor que la de recurrencia (IC 95 %: 1,91-29,41).
- *Esteatosis hepática:* se redujo del 47,4 % basal al 22,9 % a los 3 años (OR = 8,5; IC 95 %: 2,19-33,06) y al 15,1 % a los 10 años (OR = 24; IC 95 %: 4,12-139,92).
- *Artropatía mecánica:* no se evidenció mejoría significativa (48,9 % prequirúrgico *vs.* 50,5 % a 10 años; $p = 0,88$). Los síntomas persistieron independientemente de la pérdida de peso alcanzada.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUBGRUPOS POR VARIABLES SEXO, EDAD E IMC INICIAL

Diferencias por sexo

Pérdida del exceso de peso (%PEP)

En el análisis de la evolución del %PEP a lo largo de los años, no se observaron diferencias significativas por sexo en los primeros 6 meses ($p = 0,583$), el primer año ($p = 0,223$), el segundo año ($p = 0,969$), el quinto año ($p = 0,316$) ni en el décimo año ($p = 0,848$). Si bien los hombres tendieron a mostrar un mayor %PEP en los primeros 6 meses y en el primer año, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Tabla II. Evolución de las comorbilidades tras la cirugía bariátrica: proporciones pre y posoperatorias, diferencias y *odds ratio* (OR) de la remisión

Comorbilidad	Tiempo	Precirugía % (IC 95 %)	Poscirugía % (IC 95 %)	Diferencia % (IC 95 %)	valor *p*	OR (IC 95 %)
DM	1 año	25,0 (17,4-34,5)	12,5 (2,06-7,3)	-12,5 (-20,5 a -5,0)	0,0013	13,0 (2,2- 77,6)
	10 años		13,5 (8,1-21,8)	-11,5 (-19,7 a -3,6)	0,0045	6,5 (1,6-25,8)
HTA	1 año	52,1 (42,2-61,8)	23,4 (16,0-32,9)	-29,8 (-39,5 a -19,0)	< 0,0001	15,0 (4,0-56,8)
	10 años		23,2 (15,8-32,6)	-29,5 (-39,8 a -18,0)	< 0,0001	8,0 (3,0-21,7)
Dislipemia	1 año	34,4 (25,6-44,3)	14,6 (8,9-23,0)	-19,8 (-28,6 a -11,0)	< 0,0001	20,0 (3,4-117,3)
	10 años		18,8 (12,2-27,7)	-15,6 (-25,0 a -6,0)	0,0018	4,8 (1,7-13,3)
SAHS	1 año	27,3 (18,8-37,0)	10,3 (5,5-18,5)	-14,3 (-22,8 a -6,5)	0,0005	25,0 (2,5-247,2)
	10 años		12,9 (7,5-21,2)	-14,4 (-23,7 a -5,5)	0,0016	7,5 (1,9-29,4)

Curación de patologías asociadas a la obesidad

- *Diabetes mellitus (DM):* no hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres en la proporción de pacientes con DM curados en ninguno de los años estudiados (1º, 2º, 5º, 10º).
- *Hipertensión arterial (HTA):* se observó una tendencia a una mayor curación en las mujeres, especialmente en el 10º año (RR = 0,47, p = 0,083), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.
- *Dislipemia:* no hubo diferencias significativas entre sexos en la curación de la dislipemia a lo largo de los años.
- *Síndrome de apnea del sueño (SAHS):* los hombres tendieron a mostrar una mayor curación en todos los años evaluados, pero las diferencias no fueron significativas.
- *Artropatía:* en los primeros dos años, los hombres mostraron una mayor tasa de curación (RR = 2,25, p = 0,084), pero estas diferencias no fueron significativas a lo largo del tiempo.
- *Esteatosis hepática:* no hubo diferencias significativas en la curación de la esteatosis hepática entre hombres y mujeres en ninguno de los años estudiados.

Diferencias por edad

Pérdida del exceso de peso (%PEP)

Se observó una relación significativa entre la edad y la pérdida de exceso de peso, con una disminución del %PEP a medida que aumentaba la edad en los primeros 6 meses (coef = -0,432, p = 0,002), primer año (coef = -0,614, p = 0,000), segundo año (coef = -0,843, p = 0,000) y quinto año (coef = -0,590, p = 0,005). Sin embargo, en el décimo año no se alcanzó significación estadística (p = 0,230).

Curación de patologías asociadas a la obesidad

- *Diabetes mellitus (DM):* la edad no mostró influencia significativa en la curación de la DM a lo largo de los años.
- *Hipertensión arterial (HTA):* la edad tuvo un impacto negativo en la curación de la HTA, con una disminución significativa en la probabilidad de curación a medida que aumentaba la edad, especialmente en el décimo año (OR = 0,861, p = 0,002).
- *Dislipemia:* la edad tuvo una influencia significativa en la curación de la dislipemia, mostrando una disminución en las probabilidades de curación con el aumento de la edad, especialmente en el décimo año (OR = 0,905, p = 0,034).
- *Síndrome de apnea del sueño (SAHS):* la edad influenció significativamente la curación del SAHS, con una disminución en las probabilidades de curación a lo largo del tiempo, especialmente en el segundo, quinto y décimo año (OR = 0,903, p = 0,044).
- *Artropatía:* se observó un efecto negativo de la edad en la curación de la artropatía en los primeros dos años (OR = 0,921, p = 0,024), aunque las diferencias no fueron significativas en los años posteriores.

En resumen, las diferencias por sexo en la pérdida de exceso de peso y la curación de las patologías asociadas a la obesidad no fueron significativas en la mayoría de los casos. Sin embargo, la edad sí mostró una influencia significativa en la pérdida de peso y en la curación de diversas comorbilidades, especialmente en HTA, dislipemia, SAHS y artropatía.

DIFERENCIAS ENTRE LOS DOS TIPOS DE CIRUGÍA PRINCIPALES: *BYPASS* GÁSTRICO Y GASTRECTOMÍA VERTICAL

Influencia del tipo de cirugía en la evolución del % de pérdida de exceso de peso y el IMC

Se realizó un análisis comparativo entre el *bypass* gástrico (BG) y la gastrectomía vertical (GV) en cuanto a la pérdida de exceso de peso (%PEP) y el IMC en diferentes intervalos posquirúrgicos (6 meses, 1 año, 2 años, 5 años y 10 años). Los resultados se presentan en la tabla III, la figura 3 y la figura 4.

- *Primeros 6 meses y 1 año:* no se encontraron diferencias significativas en %PEP entre BG y GV ($p > 0,05$).
- *2 años:* aunque el BG mostró una mayor %PEP (4,01 %), la diferencia no fue estadísticamente significativa.
- *5 y 10 años:* el BG presentó una %PEP significativamente mayor que la GV (13,94 % y 14,13 %, respectivamente; $p < 0,05$), con intervalos de confianza que excluyen el cero.

Un análisis multivariante ajustado por posibles factores de confusión (sexo, comorbilidades, edad, IMC previo, etc) no modificó estos resultados.

Tabla III. Comparación del % de pérdida de exceso de peso (%PEP) entre *bypass* gástrico y gastrectomía vertical en diferentes tiempos posquirúrgicos

Tiempo posquirúrgico	Tratamiento	*n*	Media (% PEP)	Error estándar	valor *p*	IC 95 % (diferencia)
6 meses	*Bypass* gástrico	70	47,78	1,53	0,897	-12,31-10,87
	Gastrectomía vertical	14	48,50	5,23		
Diferencia			-0,72	1,53		

(Continúa en página siguiente)

Tabla III (cont.). Comparación del % de pérdida de exceso de peso (%PEP) entre *bypass* gástrico y gastrectomía vertical en diferentes tiempos posquirúrgicos

Tiempo posquirúrgico	Tratamiento	*n*	Media (% PEP)	Error estándar	valor *p*	IC 95 % (diferencia)
1 año	*Bypass* gástrico	74	55,33	1,93	0,676	-11,46-7,46
	Gastrectomía vertical	17	57,32	5,31		
Diferencia			-1,99	4,76		
2 años	*Bypass* gástrico	61	58,55	2,30	0,457	-6,68-14,71
	Gastrectomía vertical	18	54,53	6,11		
Diferencia			4,01	5,37		
5 años	*Bypass* gástrico	65	49,09	2,65	0,015	2,78-25,10
	Gastrectomía vertical	19	35,15	4,99		
Diferencia			13,94	5,61		
10 años	*Bypass* gástrico	63	46,98	2,63	0,012	3,14-25,13
	Gastrectomía vertical	19	32,85	5,04		
Diferencia			14,13	5,53		

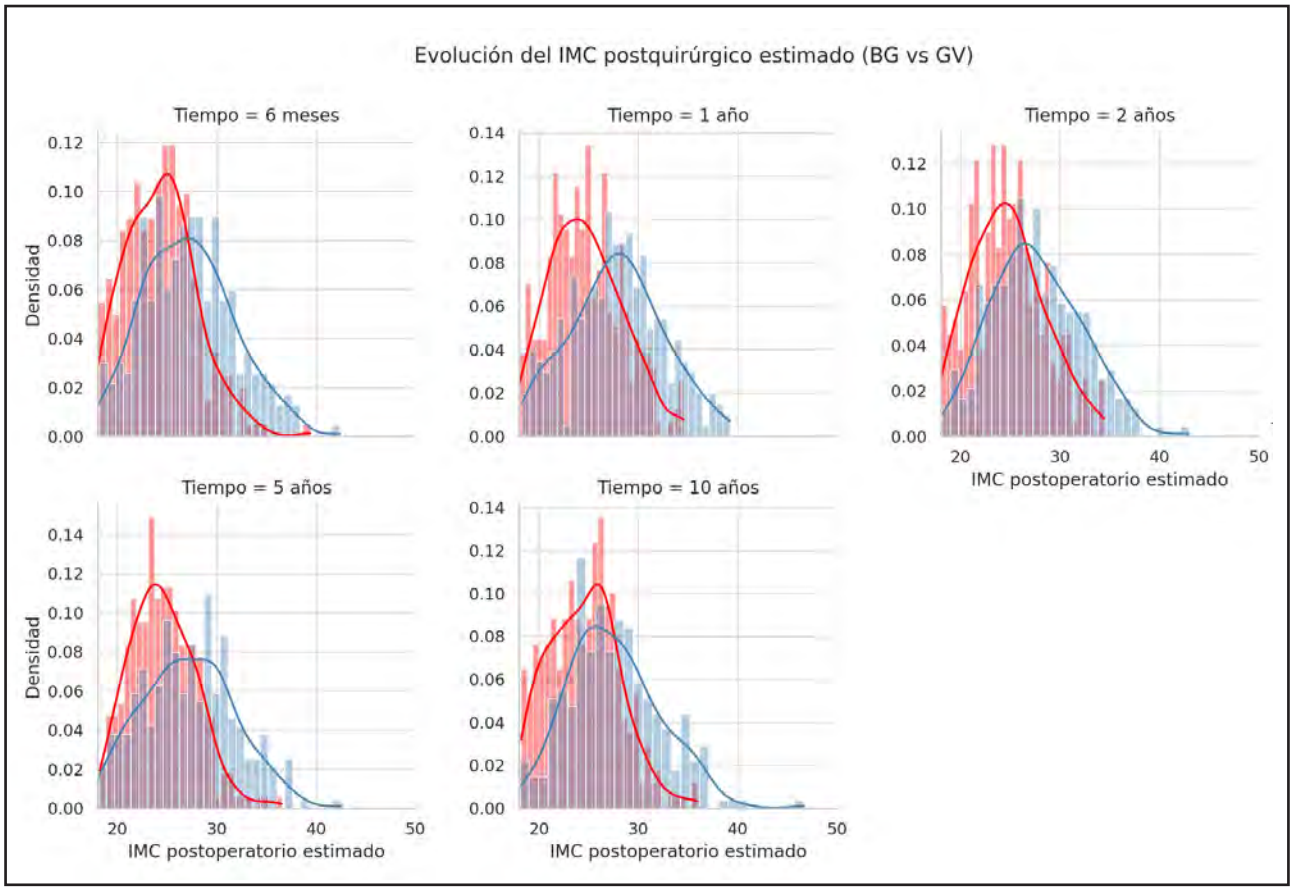


Figura 3. La curva en rojo representa la distribución estimada del IMC posoperatorio para pacientes sometidos a bypass gástrico (BPG), mientras que la curva en azul corresponde a pacientes con gastrectomía vertical (GV).

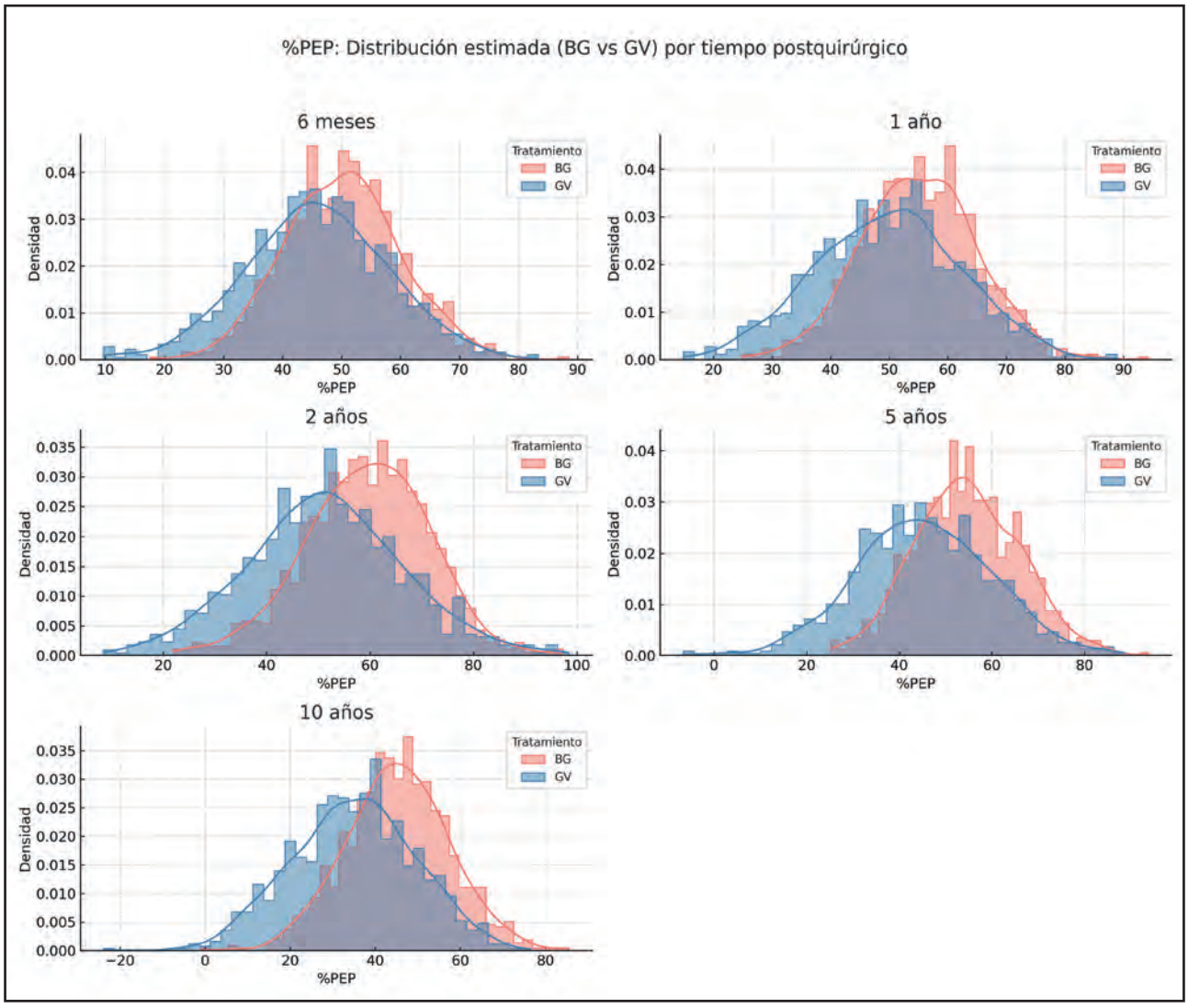


Figura 4. Distribuciones simuladas del porcentaje de pérdida del exceso de peso (%PEP) para los grupos con *bypass* gástrico (BG) y gastrectomía vertical (GV) a lo largo del seguimiento posquirúrgico (6 meses, 1 año, 2 años, 5 años y 10 años).

Influencia del tipo de cirugía en la remisión de las comorbilidades asociadas a la obesidad

Se evaluó la tasa de remisión de diabetes *mellitus* (DM), hipertensión arterial (HTA), dislipemia, síndrome de apnea-hipopnea del sueño (SAHS), artropatía y esteatosis hepática en ambos grupos quirúrgicos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las comorbilidades analizadas (Tabla IV).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio prospectivo de 10 años confirman que la cirugía bariátrica proporciona una pérdida de peso significativa y sostenida, acompañada de una notable mejoría de las comorbilidades metabólicas asociadas a la obesidad mórbida. Nuestros hallazgos revelan un patrón característico de evolución ponderal: los pacientes alcanzan su máxima pérdida de peso alrededor de 2 años después de la cirugía (%PEP 57,3 %) y mantienen posteriormente una reducción sustancial del exceso de peso (43,3 %) incluso tras una década de seguimiento. Este perfil temporal coincide con los estudios previos, aunque nuestro diseño prospectivo y el prolongado período de observación aportan mayor solidez a estas conclusiones (2).

En el análisis de subgrupos no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el %PEP entre hombres y mujeres en ningún punto de seguimiento (6 meses, 1, 2, 5 y 10 años), si bien se evidenció una tendencia a una mayor pérdida de peso en los hombres durante los primeros 12 meses. Por el contrario, la edad mostró una relación inversa significativa con la pérdida ponderal: a mayor edad, menor %PEP durante los primeros cinco años, relación que perdió significancia a los 10 años. Este

Tabla IV. Riesgo relativo (RR) de remisión de las comorbilidades según el tipo de cirugía en los diferentes periodos posquirúrgicos

Comorbilidad	1 año RR (IC 95 %)	valor *p*	2 años RR (IC 95 %)	valor *p*	5 años RR (IC 95 %)	valor *p*	10 años RR (IC 95 %)	valor *p*
Diabetes *mellitus*	1,05 (0,36-3,07)	0,924	1,26 (0,45-3,57)	0,624	2,32 (0,41-13,20)	0,231	2,32 (0,41-13,20)	0,231
Hipertensión arterial	0,80 (0,49-1,28)	0,424	0,83 (0,52-1,33)	0,500	0,74 (0,53-1,05)	0,210	0,83 (0,52-1,33)	0,500
Dislipemia	0,81 (0,46-1,43)	0,509	0,86 (0,49-1,51)	0,629	0,86 (0,49-1,51)	0,629	0,75 (0,41-1,63)	0,404
SAHS	0,79 (0,41-1,49)	0,493	0,88 (0,48-1,60)	0,679	0,88 (0,48-1,60)	0,679	0,88 (0,48-1,60)	0,679
Artropatía	0,67 (0,23-1,92)	0,473	0,67 (0,23-1,92)	0,473	0,76 (0,39-1,43)	0,434	0,62 (0,31- 1,22)	0,220
Esteatosis hepática	1,40 (0,75-2,60)	0,285	1,35 (0,80-2,28)	0,260	1,25 (0,85- 1,85)	0,256	1,18 (0,85- 1,65)	0,325

hallazgo sugiere que la edad debe considerarse un factor pronóstico relevante en la planificación quirúrgica y el seguimiento nutricional (3,4).

En el análisis de factores predictivos se identificaron la diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) y la hipertensión arterial (HTA) como predictores independientes de menor pérdida de peso a largo plazo. Desde el punto de vista biológico, la DM2 se asocia a resistencia a la insulina y disfunción de las células beta pancreáticas, alterando la respuesta hormonal posquirúrgica, especialmente la secreción de incretinas y la sensibilidad a la leptina, lo que modula negativamente la pérdida ponderal sostenida (3,4). Por su parte, la HTA contribuye a este fenómeno mediante la activación crónica del sistema renina-angiotensina-aldosterona, la disfunción endotelial y el aumento del tono simpático, que favorecen un estado inflamatorio persistente y afectan el metabolismo energético, dificultando el descenso de peso (14,15).

Respecto al manejo específico de pacientes con DM2, nuestros resultados respaldan la necesidad de planes individualizados que superen la cirugía como única intervención. Estos pacientes pueden beneficiarse de estrategias combinadas que incluyan planes nutricionales ajustados a la sensibilidad insulínica posoperatoria, monitoreo glucémico frecuente, uso precoz de fármacos incretínicos (agonistas GLP-1 y análogos duales GLP-1/GIP) y reducción progresiva de insulina exógena conforme al control glucémico. El seguimiento estrecho por un equipo multidisciplinario conformado por endocrinología, nutrición clínica y cirugía bariátrica es clave para optimizar la remisión sostenida y minimizar el riesgo de recaída metabólica (9).

Para mejorar los resultados en pacientes con HTA, es imprescindible un abordaje integral que incluya el control riguroso de la presión arterial mediante la optimización del tratamiento farmacológico antihipertensivo, junto con intervenciones en estilo de vida como reducción del consumo de sodio, aumento de la actividad física y manejo del estrés. La incorporación de herramientas digitales para el monitoreo domiciliario y de programas de educación continua puede potenciar la adherencia terapéutica y permitir intervenciones tempranas, favoreciendo el control efectivo de la HTA poscirugía y mejorando el pronóstico metabólico global.

Desde el punto de vista clínico, estas diferencias metabólicas fundamentan la elección personalizada de la técnica quirúrgica: el *bypass* gástrico (BG), por su componente malabsortivo y efectos metabólicos adicionales, se recomienda para pacientes con obesidad severa y DM2, mientras que la gastrectomía vertical (GV) puede preferirse en aquellos con menor índice de masa corporal (IMC) o mayor riesgo quirúrgico (8).

Para optimizar el manejo posoperatorio proponemos un protocolo individualizado que combine consultas presenciales y virtuales periódicas con el uso de aplicaciones móviles específicas, como Baritastic® y BariBuddy®. Estas herramientas facilitan el registro continuo de peso, glucemias, presión arterial, adherencia nutricional y actividad física, generando alertas automáticas que permiten la supervisión remota y ajustes tempranos por un equipo multidisciplinario integrado por nutricionistas, endocrinólogos, psicólogos y enfermería especializada.

En pacientes con respuesta subóptima (< 40 % PEP a los 24 meses) se recomienda considerar intervenciones farmacológicas complementarias con agonistas de GLP-1, análogos duales GLP-1/GIP, inhibidores de SGLT2 o procedimientos endoscópicos para mejorar la sostenibilidad del tratamiento (9).

Al comparar técnicas quirúrgicas, el *bypass* gástrico mostró ventajas significativas sobre la gastrectomía vertical en la sostenibilidad de la pérdida de peso, especialmente después de los 5 años, posiblemente debido a su efecto malabsortivo y metabólico adicional. No obstante, ambas técnicas demostraron eficacia similar en la remisión de comorbilidades como diabetes e hipertensión, sugiriendo que estos beneficios podrían estar mediados por mecanismos independientes de la pérdida ponderal (5).

Estas diferencias tienen implicaciones prácticas relevantes: la elección quirúrgica debe basarse en el grado de obesidad, las comorbilidades metabólicas, el riesgo quirúrgico y la adherencia esperada al seguimiento. El *bypass* gástrico se prioriza en casos de obesidad severa, diabetes de larga evolución o historial de pérdida de peso fallida, mientras que la gastrectomía vertical puede preferirse en pacientes con menor IMC o mayor riesgo quirúrgico (8).

La remisión de comorbilidades fue significativa. La DM2 prequirúrgica, aunque asociada a menor pérdida de peso sostenida, presentó una tasa de remisión del 50 % al año

(OR 13; IC 95 % 2,18-77,60). La hipertensión también mejoró considerablemente, reduciéndose del 52,1 % al 23,4 % en el primer año (OR 15; IC 95 %: 3,96-56,77) (6).

No se observaron diferencias significativas por sexo en la remisión de diabetes, dislipemia, apnea del sueño y esteatosis hepática, aunque hubo tendencia a una mayor remisión de la hipertensión en las mujeres y de la artropatía en los hombres durante los primeros dos años, posiblemente relacionada con diferencias hormonales, biomecánicas y en la distribución adiposa (RR: 2,25; $p = 0,084$).

La dislipemia se redujo del 34,4 % al 14,6 % en el primer año, manteniéndose en el 18,8 % a los 10 años. Aunque sin diferencias significativas entre técnicas ($p = 0,63$), la gastrectomía vertical mostró una mayor tendencia a remisión (71,4 % *vs.* 57,7 %). La esteatosis hepática presentó una de las mejorías más notables, disminuyendo del 47,4 % al 15,1 % a los 10 años (OR 24; IC 95 %: 4,12-139,92).

A pesar de los beneficios metabólicos y la reducción ponderal sostenida, algunos pacientes no experimentaron mejoría en condiciones osteoarticulares como la artropatía. Esto puede explicarse por mecanismos inmunometabólicos, donde la inflamación crónica sistémica característica de la obesidad persiste tras la cirugía debido a adipocinas proinflamatorias activas (TNF-α, IL-6, leptina), perpetuando la inflamación sinovial y el dolor articular (11). Además, factores biomecánicos como el daño estructural irreversible, la desalineación articular y la pérdida muscular tras cirugía limitan la recuperación, subrayando la necesidad de abordajes multidisciplinarios que incluyan fisioterapia, rehabilitación y tratamiento farmacológico específico (12,13).

Finalmente, este estudio presenta ciertas limitaciones: el predominio de mujeres (82,3 %) puede limitar la generalización de los hallazgos a la población masculina, y el reducido número de pacientes sometidos a gastrectomía vertical ($n = 19$) limita la potencia estadística en comparaciones. La baja frecuencia de complicaciones posquirúrgicas impidió analizar su impacto en los resultados clínicos. Aunque el diseño observacional no permite establecer relaciones causales definitivas, el prolongado seguimiento y los análisis multivariados ajustados fortalecen la validez de las conclusiones.

CONCLUSIÓN

Este estudio prospectivo de 10 años demuestra que la cirugía bariátrica, particularmente el *bypass* gástrico, proporciona una pérdida de peso sustancial y sostenida, acompañada de una notable mejoría de las comorbilidades metabólicas asociadas. La remisión de diabetes, hipertensión y dislipemia se mantiene a largo plazo, aunque la diabetes prequirúrgica se identificó como predictor de menor respuesta ponderal sostenida.

Estos hallazgos refuerzan el papel central de la cirugía bariátrica en el manejo de la obesidad mórbida y subrayan la necesidad de estrategias de seguimiento prolongado para optimizar los resultados clínicos. Futuras investigaciones deberían centrarse en desarrollar algoritmos predictivos que incorporen variables metabólicas para una mejor selección de pacientes y técnicas quirúrgicas, así como en la integración de estrategias combinadas que incluyan intervenciones farmacológicas y de estilo de vida para mejorar los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Athyros VG, Tziomalos K, Karagiannis A, Mikhailidis DP. Cardiovascular benefits of bariatric surgery in morbidly obese patients. Obes Rev 2011;12(7):515-24. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2010.00831.x
2. Courcoulas AP, Yanovski SZ, Bonds D, Eggerman TL, Horlick M, Staten MA, et al. Long-term outcomes of bariatric surgery: a National Institutes of Health symposium. JAMA Surg 2014;149(12):1323-9. DOI: 10.1001/jamasurg.2014.2440
3. Çalık Başaran N, Dotan I, Dicker D. Post metabolic bariatric surgery weight regain: the importance of GLP-1 levels. Int J Obes (Lond) 2025;49(3):412-7. DOI: 10.1038/s41366-024-01461-2
4. Huang J, Chen Y, Wang X, Wang C, Yang J, Guan B. Change in Adipokines and Gastrointestinal Hormones After Bariatric Surgery: a Meta-analysis. Obes Surg 2023;33(3):789-806. DOI: 10.1007/s11695-022-06444-8
5. Ali M, Wang Y, Ji J, Wang W, Wang D. One Anastomosis Gastric Bypass Versus Sleeve Gastrectomy for Obesity: a Systemic Review and Meta-analysis. J Gastrointest Surg 2023;27(10):2226-44. DOI: 10.1007/s11605-023-05782-x
6. Yin M, Wang Y, Han M, Liang R, Li S, Wang G, et al. Mechanisms of bariatric surgery for weight loss and diabetes remission. J Diabetes 2023;15(9):736-52. DOI: 10.1111/1753-0407.13443
7. Svanevik M, Lorentzen J, Borgeraas H, Sandbu R, Seip B, Medhus AW, et al. Patient-reported outcomes, weight loss, and remission of type 2 diabetes 3 years after gastric bypass and sleeve gastrectomy (Oseberg); a single-centre, randomised controlled trial. Lancet Diabetes Endocrinol 2023;11(8):555-66. DOI: 10.1016/S2213-8587(23)00127-4
8. Salminen P, Grönroos S, Helmiö M, Hurme S, Juuti A, Juusela R, et al. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss, Comorbidities, and Reflux at 10 Years in Adult Patients with Obesity: The SLEEVEPASS Randomized Clinical Trial. JAMA Surg 2022;157(8):656-66. DOI: 10.1001/jamasurg.2022.2229
9. Lin K, Mehrotra A, Tsai TC. Metabolic Bariatric Surgery in the Era of GLP-1 Receptor Agonists for Obesity Management. JAMA Netw Open 2024;7(10):e2441380. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.41380. Erratum in: JAMA Netw Open 2025;8(2):e251603. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025.1603
10. Fink J, Seifert G, Blüher M, Fichtner-Feigl S, Marjanovic G. Obesity Surgery. Dtsch Arztebl Int 2022;119(5):70-80. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0359

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Obesidad

Predictores del fracaso terapéutico a largo plazo tras la cirugía bariátrica: modelo de regresión logística basado en parámetros nutricionales y metabólicos

Predictors of long-term therapeutic failure after bariatric surgery: a logistic regression model based on nutritional and metabolic parameters

Ángel Martínez González[1], Manuella González Nunes[2], Francisco Javier Fraile Amador[3], Noelia Pena Piñeiro[2], Maite Argibay Ulloa[2], Raquel Ruades Patiño[2]

[1]Servicio de Endocrinología y Nutrición; [2]Unidad de Enfermería; [3]Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario Montecelo. Pontevedra

Resumen

Objetivo: este estudio analizó la evolución del fracaso terapéutico tras la cirugía bariátrica y validó un modelo predictivo de riesgo a 10 años. Se buscó integrar variables clínicas y resultados posquirúrgicos para identificar factores asociados al fracaso y establecer un umbral clínicamente útil para el seguimiento.

Métodos: se realizó un estudio observacional de cohortes retrospectivas en 96 pacientes (78,1 % de mujeres, edad media de 41,3 años, IMC: 44,6 kg/m²) sometidos a bypass gástrico (n = 75) o gastrectomía vertical (n = 19). El fracaso terapéutico se definió como una pérdida < 50 % del exceso de peso o la recidiva de comorbilidades. Se desarrolló un modelo de regresión logística con IMC inicial, %PEP al año, pérdida de IMC, DM2 y HTA. Se validó mediante curvas ROC y prueba de Hosmer-Lemeshow.

Resultados: el fracaso aumentó del 18 % al 32 % en 10 años. Factores de riesgo: IMC elevado (OR = 1,24), DM2 (OR = 3,77) y HTA (OR = 3,83). La pérdida de IMC al año fue protectora (OR = 0,72). El modelo mostró una buena capacidad predictiva (AUC = 0,858), con umbral óptimo en 28,6 % (sensibilidad del 84,6 %, especificidad del 80,6 %, VPN del 93,1 %). El *bypass* tuvo una menor tasa de fracaso (28 % *vs.* 38 %) y un mejor rendimiento predictivo (AUC = 0,89 *vs.* 0,78).

Conclusiones: el modelo predice adecuadamente el fracaso a largo plazo y el *bypass* gástrico resulta más efectivo, recomendándose su priorización en los pacientes con mayor IMC o comorbilidades.

Palabras clave:

Cirugía bariátrica. Predicción clínica. Obesidad severa. Comorbilidades. Seguimiento a largo plazo. Peso corporal.

Abstract

Objective: this study analyzed long-term therapeutic failure after bariatric surgery and validated a 10-year predictive risk model. We aimed to integrate clinical and postoperative variables to identify failure-associated factors and establish a clinically useful threshold for follow-up.

Methods:a retrospective observational cohort study was conducted including 96 patients (78.1% women, mean age 41.3 years, BMI 44.6 kg/m²) who underwent gastric bypass (n = 75) or sleeve gastrectomy (n = 19). Therapeutic failure was defined as < 50 % excess weight loss or recurrence of comorbidities. A logistic regression model was developed including baseline BMI, %EWL at 1 year, BMI reduction, type 2 diabetes (T2DM), and hypertension (HTN). Model performance was assessed using ROC curves and the Hosmer-Lemeshow test.

Results: failure rates increased from 18 % to 32 % over 10 years. Risk factors: higher baseline BMI (OR = 1.24), T2DM (OR = 3.77), and HTN (OR = 3.83). One-year BMI loss was protective (OR = 0.72). The model showed strong predictive capacity (AU C = 0.858), with an optimal threshold of 28.6 % (sensitivity 84.6 %, specificity 80.6 %, NPV 93.1 %). Gastric bypass had lower failure rates (28 % vs. 38 %) and better predictive performance (AUC = 0.89 vs. 0.78).

Conclusions: the model effectively predicts long-term failure, with gastric bypass demonstrating superior outcomes. We recommend prioritizing this procedure for patients with higher BMI or comorbidities.

Keywords:

Bariatric surgery. Clinical prediction. Severe obesity. Comorbidities. Long-term follow-up. Body weight.

Recibido: 08/04/2025 • Aceptado: 02/06/2025

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Martínez González Á, González Nunes M, Fraile Amador FJ, Pena Piñeiro N, Argibay Ulloa M, Ruades Patiño R. Predictores del fracaso terapéutico a largo plazo tras la cirugía bariátrica: modelo de regresión logística basado en parámetros nutricionales y metabólicos. Nutr Hosp 2025;42(4):695-701

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05886

Correspondencia:

Ángel Martínez González. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Montecelo. Calle Mourente, s/n. 36472 Pontevedra
e-mail: angelmg88@hotmail.com.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial y de alta prevalencia asociada a un incremento significativo de la incidencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes de tipo 2 (DM2), hipertensión arterial (HTA), apnea del sueño y diversas neoplasias. A pesar de los múltiples abordajes terapéuticos disponibles, la cirugía bariátrica ha demostrado ser el tratamiento más efectivo en términos de pérdida de peso sostenida y mejoría de las comorbilidades metabólicas (1,2).

Sin embargo, en la práctica clínica no todos los pacientes logran los beneficios esperados a largo plazo. Se estima que entre el 20 y el 30 % de los individuos intervenidos presentan fracaso terapéutico, definido como pérdida ponderal inadecuada y/o persistencia de patologías asociadas a la obesidad (3,4).

Actualmente, los factores asociados al fracaso a largo plazo no están claramente establecidos. Existen datos que sugieren que variables como el IMC preoperatorio, la presencia de comorbilidades metabólicas y la cinética de pérdida ponderal durante el primer año podrían tener un valor predictivo importante. Sin embargo, la mayoría de los estudios presentan un seguimiento limitado o carecen de modelos clínicos validados que permitan estratificar el riesgo individual de forma práctica (5,6).

En este contexto, el presente estudio tiene como finalidad el desarrollo de un modelo predictivo clínico-nutricional basado en parámetros accesibles, que permita identificar a aquellos pacientes con mayor probabilidad de fracaso terapéutico a 10 años tras la cirugía bariátrica, y así favorecer intervenciones tempranas y personalizadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO Y POBLACIÓN

Estudio observacional, analítico de cohortes retrospectivas, desarrollada en el Complejo Hospitalario Universitario de Pontevedra, un hospital universitario con programa de cirugía bariátrica acreditado. Se incluyeron 96 pacientes adultos consecutivos sometidos a cirugía bariátrica entre enero de 2010 y diciembre de 2013. De estos, 70 pacientes fueron intervenidos mediante *bypass* gástrico (78,13 %), 14 con gastrectomía vertical (19,79 %) y 2 con una técnica malabsortiva (2,08 %). El seguimiento clínico-nutricional se realizó con periodicidad anual hasta completar 10 años poscirugía.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Edad entre 18 y 65 años.
- IMC ≥ 40 kg/m² o IMC ≥ 35 kg/m² con presencia de al menos una comorbilidad (DM2, HTA o dislipidemia).
- Consentimiento informado firmado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Reintervención de cirugía bariátrica.
- Ausencia de seguimiento completo posoperatorio.

DEFINICIONES (1,2)

- *Exceso de peso prequirúrgico*: se calcula con la fórmula:

Exceso de peso prequirúrgico = peso prequirúrgico – peso ideal.

- *Peso ideal:* se calcula con las siguientes fórmulas:

Hombres: 50 + 2,3 x ([altura en cm / 2,54] - 60)
Mujeres: 45,5 + 2,3 x ([altura en cm / 2,54] - 60)

- % *de pérdida de exceso de peso (%PEP)*: se calcula con la fórmula:

%PEP = ([peso prequirúrgico – peso postquirúrgico] / [exceso de peso prequirúrgico]) x 100

Esta fórmula se utiliza en cada momento temporal después de la cirugía.

- *Exceso de peso posquirúrgico:* se calcula con la fórmula:

Exceso de peso posquirúrgico = peso posquirúrgico – peso ideal

Se calcula en cada momento temporal después de la cirugía.

- *Diferencia de exceso de peso posquirúrgico*: se calcula con la fórmula:

Diferencia de exceso de peso postquirúrgico = exceso de peso prequirúrgico – exceso de peso posquirúrgico

Se calcula en cada momento temporal después de la cirugía.

- % *IMC perdido en el primer año*: se calcula con la fórmula:

% IMC perdido en el primer año = ([IMC prequirúrgico – IMC 1º año] / IMC prequirúrgico) x 100

- *Fracaso terapéutico*: se estableció como criterio compuesto:
  - Pérdida del exceso de peso (PEP) < 50 % al año 10.
  - Presencia persistente o recurrencia de DM2, HTA o dislipidemia según los criterios de ADA (para DM2) y ESH/ESC (para HTA).

VARIABLES ANALIZADAS

- IMC preoperatorio (kg/m²).
- %PEP al año 1.
- % pérdida de IMC al año 1.
- Presencia de DM2 preoperatoria (diagnóstico clínico y HbA1c ≥ 6,5 %).
- Presencia de HTA preoperatoria (≥ 140/90 mmHg o uso de antihipertensivos).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis univariante

Las variables cuantitativas se presentan con la media y desviación típica si cumplen criterios de normalidad. Los intervalos de confianza se calculan con el "t-test" si se cumplen los criterios de normalidad o si el tamaño de la muestra es mayor de 50. Si no se cumplen los criterios de normalidad, las variables se presentan con la mediana y rango intercuartílico.

El intervalo de confianza de la odds ratio (OR) se calcula con el método de Wilson, y el intervalo de confianza del riesgo relativo (RR) se calcula con el método asintótico.

Análisis multivariante

Para calcular la probabilidad de fracaso terapéutico a los 10 años, se utilizó la regresión logística, donde el fracaso se codifica como 1 y el éxito como 0. Los predictores utilizados fueron: edad, talla, IMC prequirúrgico, exceso de peso prequirúrgico, % de pérdida de exceso de peso (%PEP) en el primer año, % de IMC perdido en el primer año, sexo, y la presencia de patologías previas relacionadas (DM, HTA y dislipemia).

La selección del mejor modelo predictivo se realizó con los métodos "Backward Stepwise" (regresión paso a paso hacia atrás) y el método que incluye todas las posibles ecuaciones, teniendo en cuenta los criterios AUC (área bajo la curva ROC), AIC (índice de información de Akaike) y BIC (criterio de información bayesiana) (5).

Para obtener el intervalo de confianza del área AUC se utilizó el método exacto que usa la distribución binomial.

El punto de corte óptimo que maximiza la sensibilidad y especificidad, suponiendo que los costes de los falsos positivos y falsos negativos son iguales, se obtiene según la metodología de Zweig y Campbell (6). Este método se basa en el cálculo en la curva ROC del punto más cercano al ángulo superior izquierdo (donde sensibilidad = 1 y especificidad = 1), y en el cálculo del punto de máxima eficiencia que maximiza el índice J de Youden (7).

Criterios de significación estadística

Se considera estadísticamente significativo un valor bilateral de $p < 0,05$. Los análisis estadísticos se han realizado con el programa Stata 16.1.

ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de Pontevedra-Vigo-Ourense con Código de Registro 2024/181 en la fecha 18/02/2024. Los investigadores han seguido las normas éticas y legales aplicables. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito para participar de todos los participantes individuales incluidos en el estudio. El estudio ha sido desarrollado de acuerdo con las recomendaciones de la guía STROBE para estudios observacionales.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS BASALES

El estudio incluyó una cohorte de 96 pacientes con una edad media de 41,3 ± 9,5 años, de los cuales el 78,1 % eran mujeres. El IMC preoperatorio promedio fue de 44,6 ± 6,2 kg/m², la mayoría de los pacientes (72 %) presentó un IMC inicial entre 40-50 kg/m², destacándose el rango 40-45 kg/m² como el más frecuente (31 %, $n = 30$), con una marcada predominancia femenina (26 mujeres vs. 5 hombres). Solo el 12 % ($n = 11$) de la cohorte registró un IMC superior a 50 kg/m², y ningún paciente superó los 65 kg/m². En cuanto a comorbilidades, la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) estuvo presente en el 33,3 % ($n = 31$) de los casos, y la hipertensión arterial (HTA) en el 32 % ($n = 32$) (Figs. 1 y 2).

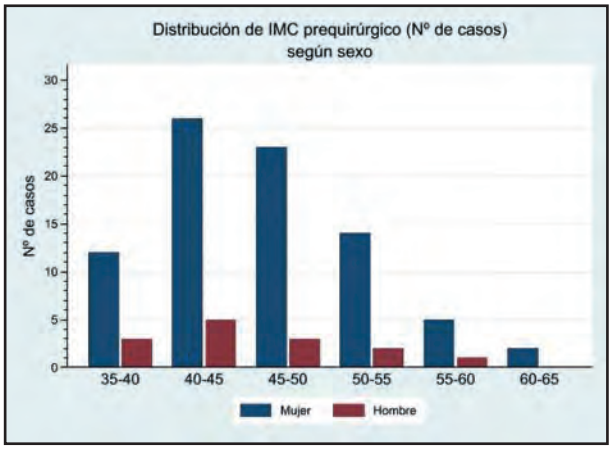


Figura 1. Distribución del índice de masa corporal (IMC) prequirúrgico según el sexo. Los datos muestran el número de casos (n.º de casos) agrupados en intervalos de IMC (35-40, 40-45, 45-50, 50-55, 55-60, 60-65) para mujeres y hombres.

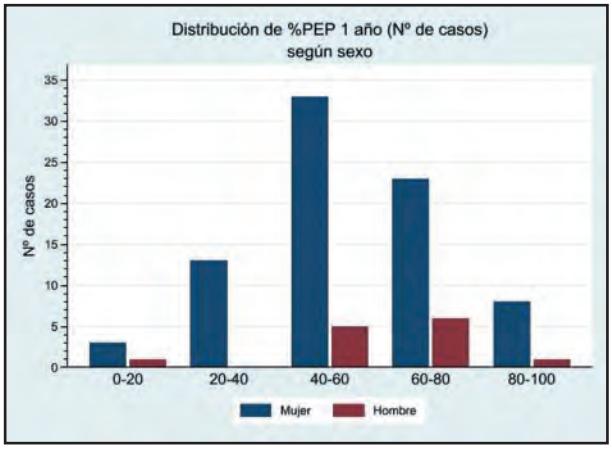


Figura 2. Distribución del porcentaje de pérdida de exceso de peso (%PEP) al primer año posoperatorio según el sexo. Los datos representan el número de casos (n.º de casos) para mujeres y hombres.

EVOLUCIÓN DEL FRACASO TERAPÉUTICO

La tabla I resume la proporción de pacientes con fracaso terapéutico —definido como pérdida de peso < 50 % del exceso o recidiva de comorbilidades— en cada evaluación durante el seguimiento a 10 años. En el primer año, el 18 % (*n* = 36) de los pacientes presentó fracaso, porcentaje que aumentó al 24 % (*n* = 48) a los 5 años y al 32 % (*n* = 64) al final del seguimiento. Es crucial destacar que estos valores reflejan la situación puntual en cada evaluación, no una incidencia acumulada. Por ejemplo, el 8 % de los pacientes que mostraron fracaso a los 5 años lograron recuperar el éxito a los 10 años, mientras que otro 10 % desarrolló fracaso tardíamente. Esta variabilidad subraya la naturaleza dinámica del estado nutricional postquirúrgico, donde mejoras o retrocesos pueden ocurrir en cualquier fase del seguimiento.

RESULTADOS DEL MODELO PREDICTIVO

Factores asociados al fracaso

El modelo logístico identificó variables clave asociadas al riesgo de fracaso a 10 años (Tabla II):

– *Factores de riesgo*:
  - IMC preoperatorio elevado: cada unidad adicional de IMC incrementó la probabilidad de fracaso en un 24 % (OR = 1,24; IC 95 %: 1,04-1,48; *p = 0,017*).
  - Presencia de DM2: triplicó el riesgo (OR = 3,77; IC 95 %: 1,14-12,45; *p = 0,029*).
  - Presencia de HTA: aumentó el riesgo en un 283 % (OR = 3,83; IC 95 %: 1,18-12,48; *p = 0,026*).

– *Factores protectores*:
  - Pérdida de IMC al primer año: cada 1 % adicional de IMC perdido redujo el riesgo de fracaso en un 28 % (OR = 0,72; IC 95 %: 0,55-0,94; *p = 0,020*).
  - % de PEP perdido al primer año: aunque el valor de *p* fue de 0,063, esta variable se mantuvo en el modelo final por su relevancia predictiva. Esto se justifica porque el enfoque del presente análisis es *predictivo*, no explicativo. En un modelo predictivo, el objetivo es maximizar la capacidad del modelo para anticipar correctamente el desenlace (fracaso a 10 años), y no evaluar efectos causales ni determinar significación estadística estricta de cada variable.

    En este contexto, la inclusión de variables con $p > 0,05$ (pero $< 0,1$) es válida si su presencia mejora el rendimiento global del modelo. El procedimiento utilizado para la selección de variables fue el método *Backward Stepwise*, ampliamente recomendado para modelos predictivos, el cual optimiza los criterios de ajuste como el *AUC* (área bajo la curva ROC), *el AIC y el BIC*. En este método, las variables entran y salen del modelo en función de su efecto conjunto con otras variables, y es posible que algunas se mantengan con valores de *p* marginales si contribuyen positivamente a la predicción.

    Por tanto, la retención del %PEP en el modelo se basa en su *relevancia predictiva*, independientemente de su significación estadística convencional o relevancia clínica individual. Lo fundamental en este enfoque es que la ecuación final logre la mejor discriminación posible entre pacientes con y sin fracaso terapéutico.

Tabla I. Los porcentajes representan la proporción de fracasos en cada tiempo posquirúrgico

Año posquirúrgico	*n*	Casos con fracaso	% de casos con fracaso
1	96	24	25,00 %
2	96	18	18,75 %
3	96	19	19,79 %
5	96	26	27,08 %
10	96	27	28,13 %

ECUACIÓN PREDICTIVA SIMPLIFICADA

La probabilidad de fracaso se calcula mediante la siguiente fórmula:

Tabla II. Modelo de regresión logística multivariante para predecir el fracaso terapéutico a los 10 años

Variable	β (Coef)	OR	SE	z	*p*	IC 95 % (β)
IMC prequirúrgico	0,212	1,237	0,089	2,40	0,017	0,039 a 0,386
% PEP 1 año	0,133	1,142	0,071	1,86	0,063	-0,007 a 0,273
% IMC perdido 1 año	-0,333	0,717	0,143	-2,32	0,020	-0,614 a -0,052
DM previa	1,327	3,770	0,608	2,18	0,029	0,135 a 2,519
HTA previa	1,343	3,832	0,603	2,23	0,026	0,161 a 2,525
Constante	-9,649	0,000	4,006	-2,41	0,016	-17,501 a -1,796

P = 1 / (1 + exp [-a]); siendo a = -9,649 + 0,212 x IMC prequirúrgico + 0,133 x % PEP 1 año – 0,333 x % IMC perdido en un año + 1,327 x (1 si DM previa = 1 o 0 si DM previa = 0) + 1,343 x (1 si HTA previa = 1 o 0 si HTA previa = 0). Y exp (-a) es la exponencial de -a (es decir, el número "e" elevado a -a).

Ejemplo práctico: Un paciente con IMC = 48 kg/m², PEP perdido al año = 35 %, DM2 y HTA tendría un riesgo estimado del 72 %. Esto ilustra cómo los factores clínicos interactúan: un IMC alto y las comorbilidades "empujan" el riesgo hacia arriba, mientras que una mayor pérdida de peso lo atenúa.

VALIDACIÓN DEL MODELO

El modelo mostró una excelente capacidad discriminativa con un AUC = 0,858 (IC 95 %: 0,773-0,923; Fig. 1), lo que significa que identifica correctamente al 85,8 % de los pacientes que fracasarán. La calibración, evaluada mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow (χ^2 = 7,26; *p = 0,509*) confirmó que las predicciones se alinean con las observaciones reales. Utilizando un punto de corte óptimo del 28,6 % de probabilidad, el modelo alcanzó una sensibilidad del 84,6 % (detecta la mayoría de los fracasos) y una especificidad del 80,6 % (minimiza las falsas alarmas). Además, su valor predictivo negativo del 93,1 % asegura que los pacientes clasificados como de bajo riesgo tienen una probabilidad muy alta de éxito a largo plazo (Figs. 3 y 4).

ANÁLISIS DE SUBGRUPOS POR TIPO DE CIRUGÍA

Al estratificar por técnica quirúrgica, se observaron diferencias notables:

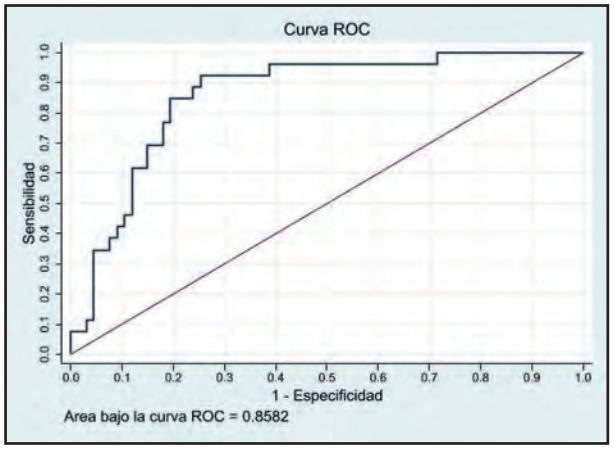


Figura 3. Curva ROC que representa la relación entre sensibilidad (tasa de verdaderos positivos) y 1 - especificidad (tasa de falsos positivos) para diferentes puntos de corte. El área bajo la curva (AUC) de 0,8582 indica un buen rendimiento discriminativo del modelo.

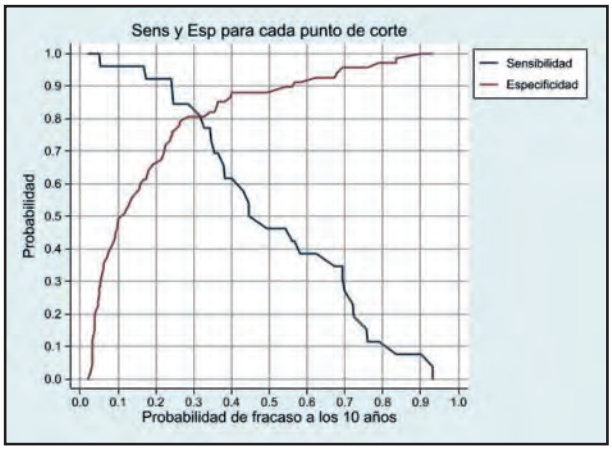


Figura 4. Curva de sensibilidad (Sens) y especificidad (Esp) en función de la probabilidad de fracaso a los 10 años. La gráfica muestra el rendimiento de un modelo predictivo para diferentes puntos de corte, evaluando su capacidad para discriminar entre eventos y no eventos.

- *Bypass gástrico (n = 75):*
  - Menor tasa de fracaso a 10 años (28 % *vs.* 38 % en gastrectomía; *p = 0,04*).
  - Mayor pérdida de PEP al año (68 % *vs.* 61 %; *p = 0,12*).
  - Mejor rendimiento predictivo (AUC = 0,89; IC 95 %: 0,82-0,95).
- *Gastrectomía vertical (n = 19):*
  - Mayor variabilidad en resultados, con solo el 52 % de pacientes en el rango óptimo de PEP (40-60 %) *vs.* 68 % en el *bypass*.
  - AUC inferior (0,78; IC 95 %: 0,70-0,86), sugiriendo menor precisión para predecir el fracaso.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio refuerzan la importancia del primer año posoperatorio como una ventana crítica para evaluar el pronóstico a largo plazo tras la cirugía bariátrica. En particular, la pérdida porcentual de IMC se identificó como un factor protector claro, reflejando tanto el grado de adherencia inicial como la capacidad de respuesta metabólica individual del paciente. Una mayor pérdida ponderal en esta etapa temprana se asocia no solo con mejores resultados a largo plazo, sino también con una mayor probabilidad de remisión de comorbilidades metabólicas y una reducción sostenida del riesgo cardiovascular (7,8).

Por otro lado, la presencia de comorbilidades como la diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) y la hipertensión arterial (HTA) se identificó como un factor de riesgo independiente para el fracaso terapéutico. Estos resultados coinciden con estudios previos que han relacionado la resistencia a la insulina, la inflamación crónica y la disfunción endotelial con una menor respuesta a la intervención quirúrgica. En el caso de la DM2, la resistencia a la insulina y la disfunción de las células beta pancreáticas pueden limitar la mejora del perfil glucémico, incluso tras una pérdida de peso

significativa. La hiperglucemia crónica, junto con la inflamación sistémica de bajo grado, puede interferir con los efectos beneficiosos mediados por incretinas y reducir la sensibilidad a la insulina en tejidos periféricos. Esto limita la capacidad del organismo para aprovechar al máximo los cambios metabólicos inducidos por la cirugía (2,9).

En cuanto a la HTA, su asociación con una menor respuesta metabólica puede deberse a la coexistencia frecuente con disfunción endotelial, rigidez arterial y alteraciones neurohormonales, como la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona. Estos factores reducen la plasticidad vascular y metabólica del organismo, dificultando la mejoría sostenida tras la intervención. Además, el estrés oxidativo y la activación crónica del sistema nervioso simpático, comunes en pacientes hipertensos, pueden contribuir a una recuperación metabólica menos eficiente (10,11).

El modelo propuesto en este estudio ofrece una herramienta sencilla y aplicable en la práctica clínica para estimar el riesgo individual de fracaso terapéutico a largo plazo tras cirugía bariátrica, lo que facilita su integración en algoritmos de seguimiento posoperatorio. En particular, aquellos pacientes que presenten una probabilidad estimada superior al 28,6 % podrían beneficiarse de un enfoque terapéutico más intensivo y personalizado. Este punto de corte representa un umbral clínicamente útil que permite diferenciar de forma práctica a los pacientes con mayor probabilidad de resultados subóptimos. Su utilización en la toma de decisiones clínicas podría permitir la estratificación del riesgo desde etapas tempranas del seguimiento, facilitando la asignación de recursos según necesidad y el diseño de intervenciones adaptadas al perfil de cada paciente.

El umbral del 28,6 % podría servir como criterio de inclusión para circuitos de seguimiento intensivo en unidades de obesidad, permitiendo el diseño de rutas asistenciales personalizadas. Los pacientes que superen este valor umbral podrían ser candidatos a un protocolo estructurado que incluya: visitas clínicas más frecuentes, intervenciones multidisciplinares intensivas (nutrición, psicología y farmacoterapia) y estrategias de telemonitorización para optimizar la adherencia terapéutica. Este punto de corte también podría guiar decisiones farmacológicas tempranas, como el inicio de agonistas del receptor de GLP-1 o terapias combinadas GLP-1/GIP, en pacientes con alto riesgo de fracaso terapéutico, incluso antes de que manifiesten una regresión ponderal insuficiente.

Desde una perspectiva práctica, este modelo podría integrarse en los protocolos de seguimiento estratificado de las unidades multidisciplinares de cirugía bariátrica. Su aplicación durante las visitas del primer año posoperatorio permitiría clasificar a los pacientes según su riesgo y ajustar la intensidad del seguimiento en consecuencia: mientras los pacientes de bajo riesgo mantendrían un protocolo estándar, aquellos con riesgo intermedio o alto podrían beneficiarse de un abordaje intensificado con participación coordinada de nutricionistas, endocrinólogos, psicólogos y especialistas en educación terapéutica.

La implementación tecnológica del modelo podría realizarse mediante su incorporación a sistemas de historia clínica electrónica (HCE), donde su cálculo automatizado a partir de variables clínicas preexistentes generaría alertas y recomendaciones para el equipo asistencial. Paralelamente, el desarrollo de aplicaciones móviles o plataformas digitales para pacientes posquirúrgicos podría transformar este modelo en una herramienta de autoevaluación y seguimiento continuo, potenciando la educación del paciente, su adherencia al tratamiento y permitiendo un monitoreo más dinámico y personalizado.

A pesar de sus fortalezas, el estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el tamaño muestral, si bien suficiente para la modelización estadística, es relativamente reducido, lo cual podría afectar la robustez externa del modelo. Asimismo, al tratarse de un estudio unicéntrico, la generalización de los resultados a otras poblaciones o centros asistenciales podría estar limitada. Por último, no se incluyeron en el análisis, variables potencialmente relevantes como los factores psicosociales, el nivel de actividad física o las características de la microbiota intestinal, que han mostrado una influencia creciente en el metabolismo y la respuesta posquirúrgica.

En cuanto a las perspectivas futuras, será fundamental validar este modelo en cohortes más amplias y multicéntricas, así como explorar la inclusión de nuevos biomarcadores clínicos, hormonales y genéticos que puedan enriquecer su capacidad predictiva. El desarrollo de herramientas digitales basadas en inteligencia artificial o aprendizaje automático también representa un campo prometedor para la implementación práctica de modelos de predicción personalizados en el contexto de la cirugía bariátrica.

CONCLUSIÓN

Este estudio propone un modelo predictivo clínico basado en datos simples y disponibles en la práctica habitual. La presencia de comorbilidades metabólicas y una pérdida ponderal subóptima durante el primer año postcirugía son factores clave para anticipar el fracaso terapéutico a 10 años. La implementación temprana de estrategias personalizadas puede optimizar los resultados de la cirugía bariátrica en pacientes con alto riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH; World Obesity Federation. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. Obes Rev 2017;18(7):715-23. DOI: 10.1111/obr.12551
2. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, Wolski K, Aminian A, Brethauer SA, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes — 5-Year Outcomes. N Engl J Med 2017;376(7):641-51. DOI: 10.1056/NEJMoa1600869
3. Obeidat F, Shanti H, Mismar A, Albsoul N, Al-Qudah M. The magnitude of antral resection in laparoscopic sleeve gastrectomy and its relationship to excess weight loss: a prospective cohort study. Int J Surg 2018;56:13-7. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.05.734
4. Karmali S, Brar B, Shi X, Sharma AM, de Gara C, Birch DW. Weight recidivism post-bariatric surgery: a systematic review. Obes Surg 2013;23(11):1922-33. DOI: 10.1007/s11695-013-1070-4
5. Risi R, Rossini G, Tozzi R, Pieralice S, Monte L, Masi D, et al. Factors predictive of long-term weight loss following bariatric surgery: a systematic

review and meta-analysis. Obes Surg 2021;31(8):3741-53. DOI: 10.1007/s11695-021-05486-8
6. Courcoulas AP, Christian NJ, Belle SH, Berk PD, Flum DR, Garcia L, et al. Weight change and health outcomes at 3 years after bariatric surgery among individuals with severe obesity. JAMA 2013;310(22):2416-25. DOI: 10.1001/jama.2013.280928
7. Adams TD, Davidson LE, Litwin SE, Kim J, Kolotkin RL, Nanjee MN, et al. Weight and metabolic outcomes 12 years after gastric bypass. N Engl J Med 2017;377(12):1143-55. DOI: 10.1056/NEJMoa1700459
8. Arterburn DE, Telem DA, Kushner RF, Courcoulas AP. Benefits and risks of bariatric surgery in adults: a review. JAMA 2020;324(9):879-87. DOI: 10.1001/jama.2020.12567
9. Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, Guidone C, Iaconelli A, Nanni G, et al. Bariatric-metabolic surgery versus conventional medical treatment in obese patients with type 2 diabetes: 5 year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. Lancet 2015;386(9997):964-73. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00075-6
10. Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, Wang Z, Hall ME. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. Circ Res 2015;116(6):991-1006. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.305697
11. Grassi G, Seravalle G, Brambilla G, et al. Impact of the metabolic syndrome on sympathetic neural and hemodynamic responses to pharmacological stress. Eur J Clin Invest 2013;43(1):9-16. DOI: 10.1111/eci.12005

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Valoración nutricional

Utility of equations that consider gross motor function to estimate height in a Mexican population of children and adolescents with cerebral palsy

Utilidad de las ecuaciones que consideran la función motora gruesa para estimar la talla en una población mexicana de niños y adolescentes con paráisis cerebral

Andrea A. García-Contreras[1,4], Jorge A. García-Íñiguez[2], Dennis Camacho-Buenrostro[3], Edgar M. Vásquez-Garibay[1], Luisa F. Martínez-Romero[4], Jimena Mújica-Páez[4], Andrea M. Murrieta-Verduzco[4], Ana P. Rojas-Chávez[4]

[1]Instituto de Nutrición Humana. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. Mexico. [2]Escuela de Nutrición. Universidad Autónoma de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. Mexico. [3]Facultad de Medicina. Universidad de Colima. Colima, Colima. Mexico. [4]Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Zapopan, Jalisco. Mexico

Abstract

Introduction: height estimation is essential for the assessment of nutritional status. In children with cerebral palsy (CP), it is difficult to obtain this information reliably. The equations that consider gross motor function to estimate height have not been tested in the Mexican population.

Objective: to evaluate the usefulness of equations that consider gross motor function to estimate height in a Mexican population of children and adolescents with CP.

Methods: this was an analytical cross-sectional study of children and adolescents from two to 18 years of age with CP. Height, height-for-age index and BMI were estimated via the Stevenson and Ruiz-Brunner equations. The Mann-Whitney U-test, Spearman correlation and Bland-Altman concordance analysis were performed.

Results: the equations that consider gross motor function showed excellent correlations (height $r = 0.987$, $p < 0.001$; height-for-age index $r = 0.959$, $p < 0.001$; and BMI $r = 0.986$, $p < 0.001$). The mean difference for height was -2.92 ± 3.14 cm; for the height-for-age index, it was -2.67 ± 2.66 %; and for BMI, it was 0.75 ± 0.71 kg/m^2. The groups with levels 1-3 gross motor function showed wider limits of agreement than groups with levels 4-5 for the three anthropometric indicators.

Conclusion: the equations that consider the levels of gross motor function to estimate height are useful in a Mexican population with CP.

Keywords:

Cerebral palsy. Height. Body mass index. Children. Adolescents.

Received: 27/11/2024 • Accepted: 23/03/2025

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

García-Contreras AA, García-Íñiguez JA, Camacho-Buenrostro D, Vásquez-Garibay EM, Martínez-Romero LF, Mújica-Páez J, Murrieta-Verduzco AM, Rojas-Chávez AP. Utility of equations that consider gross motor function to estimate height in a Mexican population of children and adolescents with cerebral palsy. Nutr Hosp 2025;42(4):702-709

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05651

Correspondence:

Jorge Abraham García Íñiguez. Escuela de Nutrición. Universidad Autónoma de Guadalajara. Av. Patria 1201, Col. Lomas del Valle. CP 45129 Zapopan, Jalisco. Mexico

e-mail: j.garcia@edu.uag.mx

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: la estimación de la talla es indispensable para la evaluación del estado nutricio. En niños con parálisis cerebral (PC), ésta presenta dificultades para obtenerse de manera confiable. Las ecuaciones que consideran la función motora gruesa para estimar la talla no han sido probadas en población mexicana.

Objetivo: evaluar la utilidad de las ecuaciones que consideran la función motora gruesa para estimar la talla en una población mexicana de niños y adolescentes con PC.

Métodos: estudio transversal analítico en niños y adolescentes de dos a 18 años de edad con PC. Se estimó la talla, el índice talla/edad y el IMC por medio de la ecuación de Stevenson y las de Ruiz-Brunner. Se realizó la prueba U de Mann-Whitney, la correlación de Spearman y el análisis de concordancia de Bland-Altman.

Resultados: las ecuaciones que consideran la función motora gruesa mostraron excelente correlación (talla $r = 0,987$, $p < 0,001$; índice talla/edad $r = 0,959$, $p < 0,001$ e IMC $r = 0,986$, $p < 0,001$). La diferencia de medias en la talla fue -2,92 ± 3,14 cm, en el índice talla/edad -2,67 ± 2,66 % y en el IMC 0,75 ± 0,71 kg/m^2. El grupo de los niveles 1-3 de la función motora gruesa mostró límites de concordancia más amplios que el grupo de los niveles 4-5 en los tres indicadores antropométricos.

Conclusiones: las ecuaciones que consideran los niveles de la función motora gruesa para estimar la talla son útiles en una población mexicana con PC.

Palabras clave:

Parálisis cerebral. Talla. Índice de masa corporal. Niños. Adolescentes.

INTRODUCTION

Cerebral palsy (CP) is the leading cause of motor disability in childhood and has a significant impact on growth and physical development (1). According to Rosenbaum et al. (2), it is a group of alterations in the development of posture and movement, which limits activity and is attributed to a nonprogressive alteration that occurs in the development of the fetal or infant brain. In Mexico, approximately 7.7 million people live with some disability, and around 770 thousand have been diagnosed with CP (3). A study in northeastern Mexico reported an incidence of 4.4 cases per 1000 live births up to 18 months of age, which is higher than that reported in developed countries, where it has been estimated to be between two and three cases per 1000 live births (4). Height and/or length are key indicators of health and growth; its monitoring is essential for assessing and diagnosing adequate nutritional status and estimating anthropometric indices such as height-for-age and BMI (1,5). Children with CP have motor limitations, spasticity, skeletal deformities such as contractures, scoliosis, and a lack of cooperation, which makes it difficult to obtain accurate height measurements, especially in the most affected children (6). Studies such as those by Amezquita et al. (7) and Ruiz-Brunner et al. (8) have shown that motor limitations can influence children's muscular and bone development. Therefore, alternative measurements of body segments, such as tibia length, knee height and arm length, have been developed to allow for a more reliable height estimation (9-12). Chumlea et al. (12) developed equations to estimate height in children and adolescents with reduced mobility aged six to 18 years from body segment measurements such as knee height. Later, Stevenson et al. (9) developed equations from body segments such as tibia length, knee height and arm length in children with CP aged two to 12 years, concluding that knee height is the most consistent in this population. Gauld et al. (11) developed equations to estimate height from the ulna and tibia length in healthy Australian children aged five to 19 years of age. All these equations have been widely used in several studies (6,7,13-19). The equations proposed by Chumlea et al. (12), Gauld et al. (11) and those proposed by Stevenson et al. (9) do not consider the levels of gross motor function, which may introduce some bias in the measurement of height, especially in the most affected populations. Recently, Ruiz Brunner et al. (20) developed specific equations to estimate height using knee height in a population of children and adolescents with CP from two to 19 years of age from five cities in Argentina, considering the level of motor function according to the Gross Motor Function Classification System (GMFCS) and dividing the population into levels 1-3 and 4-5. The usefulness of these equations in the Mexican population with CP is unknown; therefore, the aim of this study is to evaluate the utility of equations that consider the levels of gross motor function to estimate height in children and adolescents with CP in the Mexican population.

MATERIAL AND METHODS

A cross-sectional analytical study was carried out in which 152 subjects (80 males and 72 females) with CP from two to 18 years of age, belonging to all levels of gross motor function and attending the Nuevo Hospital Civil de Guadalajara and the Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Teletón (CRIT), were included. A pediatric neurologist confirmed the diagnosis of CP as well as the level of gross motor function of each subject. The subjects were classified into two groups according to gross motor function: 1-3 and 4-5. Subjects with confirmed metabolic, endocrine, or neurodegenerative diseases, those receiving medications that alter body composition (steroids or antiretrovirals), and those with CP of postnatal origin were not included. Subjects for whom no anthropometric measurements could be performed or whose data were incomplete were excluded. The sample size was obtained from a previous study (19), and 44 more subjects who attended the same centers from January to September 2024 were added, considering the same selection criteria.

ANTHROPOMETRY

Weights were obtained with minimal clothing and a clean diaper. A SECA® scale (Model 700, Hamburg, Germany) with a precision of 50 g and a Tanita (BC-601F, Japan) with a precision of 10 g were used. To measure the weight of children who could not stand up, the child was first weighed in the arms of his or her father and then only the father, and finally, the difference in both weights was obtained (19). Two observers were standardized to estimate height. Height was measured using knee height with the technique and equation proposed by Stevenson et al. (9) as well as with the equations proposed by Ruiz-Brunner et al. (20). To perform this measurement, a segmometer (Rosscraft, Surrey, BC, Canada) was used, with the knee flexed at an angle of 90° in a straight line with the heel. Knee height was estimated from the proximal border of the patella to the lower border of the heel. The average of the two observer measurements was used for data analysis. The height-for-age index was calculated as a percentage of the median using the Waterlow equation. Brooks et al. (21) growth charts were used to estimate the height-for-age index and BMI.

STATISTICAL ANALYSIS

The Mann-Whitney U-test and Spearman's correlation coefficient were used for quantitative data. The concordance of the estimated height with the equations proposed by Stevenson et al. (9) and the estimated height with the equations proposed by Ruiz-Brunner et al. (20) was analyzed via Bland-Altman analysis, for which the mean differences in the estimated height using the two methods, the standard deviation of the differences and the limits of concordance (the mean differences ± 1.96 multiplied by the standard deviation) were calculated. SPSS version 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis.

ETHICAL CONSIDERATIONS

The protocol did not put the study participants at risk and adhered to the guidelines of the Declaration of Helsinki and the principles of beneficence, nonmaleficence, justice, and decision-making autonomy. Informed and signed consent was requested from the parents or legal guardians of the child. The protocol was approved by the ethics committee of the Nuevo Hospital Civil de Guadalajara with No. 1344/14 for 108 subjects. For the extra 44 subjects, the protocol was approved by the same committee with number 66/HCJIM-JAL/2023 and by the CRIT with No. 01-23-10-2023.

RESULTS

ANTHROPOMETRIC VARIABLES

The median age was 97.1 (57.3-144.8) months, with no significant differences between males and females. Table I presents the anthropometric characteristics of the study population. Weight, height, and BMI were assessed using the Stevenson et al. (9) and

Table I. Anthropometric characteristics of the total population and by sex. Data are presented as medians and interquartile ranges

Variable	All *n* = 152	Male *n* = 80	Female n = 72	*p**
Age (months)	97.1 (57.3-144.8)	88.5 (57.3-145.2)	98.4 (56.8-143.4)	0.998
Weight (kg)	15.2 (11.4-22.4)	15.5 (11.5-22.7)	15.0 (11.0-21.5)	0.409
Height[1] (cm)	109.2 (94.1-124.3)	109.9 (94.3-124.0)	108.5 (93.1-125.1)	0.637
Height[1] (cm)†	111.9 (95.1-141.8)	105.4 (94.8-137.0)	120.0 (94.3-142.2)	0.696
Height[1] (cm)‡	108.9 (93.9-122.8)	109.9 (94.3-124.0)	107.7 (92.5-122.5)	0.437
Height[2] (cm)	111.1 (98-126.3)	111.4 (98.5-126.3)	111.5 (98.0-127.4)	0.730
Height[2] (cm)†	114.4 (101.2-140.5)	110.6 (101.1-143.2)	119.7 (100.7-140.5)	0.762
Height[2] (cm)‡	110.6 (96.9-125.3)	111.5 (96.8-126.3)	110.1 (96.2-123.9)	0.491
HA[3] (%)	100.5 (93.6-108.1)	103.9 (94.7-111.6)	98.4 (92.5-105.9)	*0.016*
HA[3] (%)†	97.2 (91.6-106.0)	94.1 (91.2-104.9)	101.6 (91.7-107.7)	0.203
HA[3] (%)‡	100.7 (93.7-109.1)	101.9 (94.4-109.6)	100.0 (93.2-107.0)	0.435
HA[4] (%)	103.7 (97.8-109.7)	105.7 (99.3-111.6)	102.0 (97.1-107.3)	*0.025*

(Continues on next page)

Table I (cont.). Anthropometric characteristics of the total population and by sex. Data are presented as medians and interquartile ranges

Variable	All n = 152	Male n = 80	Female n = 72	*p**
HA[4] (%)†	102.5 (98.7-106.0)	101.0 (99.4-105.9)	103.9 (95.7-107.8)	0.829
HA[4] (%)‡	103.9 (97.7-110.0)	104.9 (98.2-110.2)	102.9 (97.4–109.4)	0.534
BMI[5] (kg/m^2)	13.1 (11.7-14.8)	13.3 (12.1-15.1)	13.0 (11.4-14.7)	0.179
BMI[5] (kg/m^2)†	12.6 (11.6-16.5)	12.6 (11.6-16.1)	12.8 (11.4-17.4)	0.984
BMI[5] (kg/m^2)‡	13.2 (11.7-14.8)	13.3 (12.2-14.9)	13.0 (11.4-14.7)	0.145
BMI[6] (kg/m^2)	12.6 (10.9-14.2)	12.7 (11.2-14.3)	12.3 (10.7-14.1)	0.215
BMI[6] (kg/m^2)†	12.6 (10.5-14.8)	12.3 (10.1-14.2)	12.7 (10.0-16.5)	0.762
BMI[5] (kg/m^2)‡	12.6 (10.9-14.2)	12.8 (11.2-14.3)	11.9 (10.7-14.1)	0.144

*[1]Height (Stevenson); [2]Height (Ruiz-Brunner); [3]Height-for-age index (Stevenson); [4]Height-for-age index (Ruiz-Brunner); [5]BMI (Stevenson); [6]BMI (Ruiz-Brunner). *Mann-Whitney U-test; †Levels 1-3 of gross motor function; ‡Levels 4-5 of gross motor function.*

Ruiz-Brunner et al. (20) equations and did not significantly differ according to sex or gross motor function levels. However, the height-for-age index expressed as a percentage of the median showed a significant difference in the total population between males and females with both methods ($p = 0.016$ and $p = 0.025$, respectively), which was greater in males. There were no significant differences in height, height-for-age index, or BMI between levels 1-3 and 4-5 in the general population using either equation.

CHARACTERISTICS OF CEREBRAL PALSY SUBTYPES AND GROSS MOTOR FUNCTION LEVELS

Table II presents the distributions of CP subtypes and gross motor function levels. The most common CP subtype was mixed cerebral palsy (57.2 %), followed by spastic CP (24.3 %). For gross motor function, levels 4 (15.2 %) and 5 (73.0 %) were the most common. No significant differences were observed in the CP subtype or gross motor function levels by sex. The group with levels 1-3 represented 11.8 %, whereas the group with levels 4-5 represented 88.2 % of the population.

Table II. CP subtypes and levels of gross motor function in the study population

Variable	All	Male	Female
CP subtype, n (%)			
Spastic	37 (24.3)	18 (22.5)	19 (26.4)
Ataxic	6 (3.9)	2 (2.5)	4 (5.6)
Dyskinetic	2 (1.3)	2 (2.5)	-
Hypotonic	20 (13.2)	9 (11.3)	11 (15.3)
Mixed	87 (57.2)	49 (61.3)	38 (52.8)
GMFCS, n (%)			
1	6 (3.9)	4 (5.0)	2 (2.8)
2	7 (4.6)	2 (2.5)	5 (6.9)
3	5 (3.3)	2 (2.5)	3 (4.2)
4	23 (15.1)	10 (12.5)	13 (18.1)
5	111 (73.1)	62 (77.5)	49 (68.0)
Levels 1-3, *n* (%)	18 (11.8)	8 (10.0)	10 (13.9)
Levels 4-5,*n* (%)	134 (88.2)	80 (90.0)	62 (86.1)

GMFCS: gross motor function classification system.

CORRELATIONS OF THE ANTHROPOMETRIC INDICATORS ESTIMATED USING BOTH EQUATIONS

Table III shows the correlation coefficients of height, height-for-age index and BMI estimated using the Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations. Compared with the height-for-age index and BMI, height had the highest correlation coefficient for the total population and levels 1-3, whereas for levels 4-5, the height-for-age index had the highest correlation coefficient. When the correlation coefficients between both groups were compared, the group at levels 4-5 presented the highest correlation coefficient for height and the height-for-age index, whereas the group at levels 1-3 presented the highest correlation coefficient for BMI.

CONCORDANCE ANALYSIS IN THE TOTAL POPULATION

Figure 1 shows the concordance analysis between Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations for estimating

Table III. Correlation coefficients of anthropometric indicators between Stevenson et al. and Ruiz-Brunner et al. equations in all the population (n = 152) and by GMFCS levels

Variable	*r*	R^2	*p**
All			
Height	0.987	0.974	< 0.001
HA	0.959	0.919	< 0.001
BMI	0.986	0.972	< 0.001
Levels 1-3 (n = 18)			
Height	0.983	0.966	< 0.001
HA	0.920	0.846	< 0.001
BMI	0.973	0.947	< 0.001
Levels 4-5 (n = 134)			
Height	0.988	0.976	< 0.001
HA	0.995	0.990	< 0.001
BMI	0.960	0.893	< 0.001

*GMFCS: gross motor function classification system; HA: height-for-age index. *Spearman correlation coefficient.*

height, height-for-age index, and BMI from knee height in the entire population. The mean difference between the heights estimated with the Stevenson equation and the Ruiz-Brunner equations was -2.92 ± 3.14 cm, so there was a systematic underestimation error between -9.06 and 3.23 cm. The mean difference in the height-for-age index was -2.67 ± 2.66 %, with a range between -7.88 and 2.54 %. Finally, the mean difference in BMI was 0.75 ± 0.71 kg/m^2; hence, there was a systematic error of overestimation, with a range between -0.64 and 2.15 kg/m^2.

CONCORDANCE ANALYSIS ACCORDING TO LEVELS OF GROSS MOTOR FUNCTION

Figures 2 and 3 show the concordance analyses between the Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations for estimating height, height-for-age index, and BMI from knee height at gross motor function levels 1-3 and 4-5. For levels 1-3 and 4-5, the mean differences in height were -4.42 ± 5.39 cm and -2.72 ± 2.67 cm, respectively. Both correspond to a systematic underestimation error. The ranges in height for levels 1-3 were between -14.98 cm and 6.15 cm, and those for levels 4-5 were between -7.94 cm and 2.51 cm. The mean differences in the height-for-age index were -4.09 ± 4.79 % and -2.48 ± 2.19 % for levels 1-3 and 4-5, respectively. Both correspond to a systematic error of underestimation. The ranges for this index were between -13.48 % and 5.30 % for levels 1-3, whereas for levels 4-5, they were between -6.77 % and 1.81 %. The mean differences in BMI were 0.98 ± 1.14 kg/m^2 and 0.72 ± 0.64 kg/m^2 for levels 1-3 and 4-5, respectively; hence, there

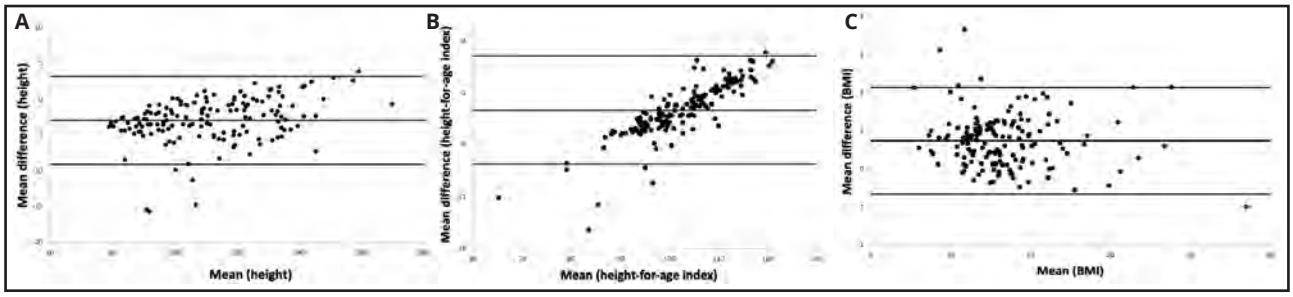


Figure 1. Concordance analysis between the Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations to estimate height (A), height-for-age index (B), and BMI in the entire population (C).

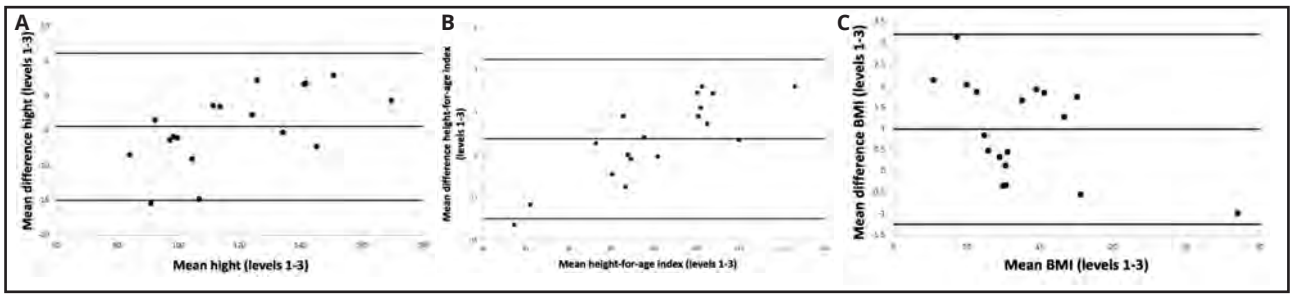


Figure 2. Concordance analysis between Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations to estimate height (A), height-for-age index (B), and BMI at levels 1-3 of the GMFCS (C).

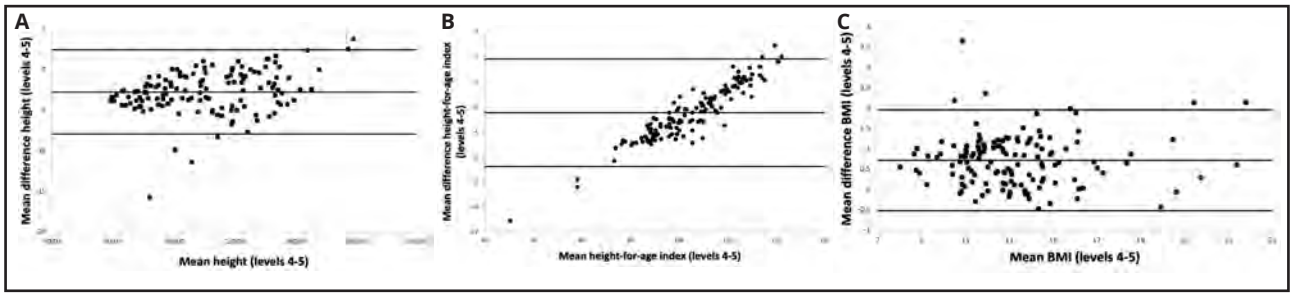


Figure 3. Concordance analysis between Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20) equations to estimate height (A), height-for-age index (B), and BMI at levels 4-5 of the GMFCS (C)

was a systematic overestimation error. The ranges in BMI for levels 1-3 were between -1.25 cm and 3.21 kg/m^2, whereas for levels 4-5, they were between -0.52 kg/m^2 and 1.97 kg/m^2.

DISCUSSION

The present study is the first in Mexico to analyze the equations published by Ruiz-Brunner et al. (20) for estimating height, height-to-age index, and BMI in a population of Mexican children and adolescents with CP. Several studies have proposed equations to assess height in different populations based on body segments (9,11,12,22-24); however, very few have been based specifically on populations of children with CP. In the study by Bell et al. (25), the equation by Stevenson et al. (9) performed on a population of children with CP was shown to be the most accurate and had the lowest bias for estimating height in ambulatory children with CP with diplegia and hemiplegia, with an accuracy of 0.4 % and bias of -0.5 ± 6.1 cm, compared with the equation by Chumlea et al. (12), which was performed in a population with reduced mobility and showed a bias of 1.7 ± 5.0 cm, making it less precise (25). In the study by Haapala et al. (6), the equation by Stevenson et al. (9) showed a greater bias (-4.04 ± 5.36 cm) than did the equation by Gauld et al. (11) (-0.90 ± 6.73 cm) in the population of children with moderate to severe CP. This bias was lower in the population with mild CP with the Stevenson equation than with the Gauld equation (-0.68 ± 4.28 cm and 2.46 ± 5.08 cm, respectively). In our results, the height-for-age index was the only anthropometric indicator that showed a significant difference between males and females, regardless of the equation used, being greater in males. A possible explanation for this difference could be that the height-for-age index was expressed as a percentage of the median and that these data were higher in boys than in girls in the general population. The height-for-age index tended to be greater in girls than in boys in group 1-3; however, this difference was not statistically significant. Our results show a high, direct, and significant correlation for all the anthropometric indicators when they were estimated using the equations of Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20). The small variations in the analysis of the correlations by levels of gross motor function, such as the higher correlation coefficients for height and height-for-age index at levels 4-5, may be due to the difference in the sample size of each group since it was greater at levels 4-5. These findings indicate that the equations proposed by Ruiz-Brunner are suitable for estimating height, the height-for-age index, and BMI even in the most affected population.

The anthropometric indicator with the highest concordance and the lowest mean difference was BMI, which was estimated using the equations of Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20), both in the general population and at levels 1-3 and 4-5, indicating a better estimate of this index with the equations of Ruiz-Brunner et al. (20). Systematic bias refers to the difference in the estimate between the two comparison methods, which can lead to systematic over- or underestimation in the measurements. This finding reinforces the validity and study of these equations in clinical contexts where obtaining accurate estimates is essential. On the other hand, the limits of agreement for height and height-for-age index were wider, with those for height being wider in the general population (-9.06 cm to 3.23 cm) and in levels 1-3 of gross motor function (-14.98 cm to 6.15 cm). Similarly, when all anthropometric indicators were analyzed by gross motor function groups, the group that presented the widest range was the group with levels 1-3; this could be because the sample size in this group was smaller ($n = 18$) and because of the dispersion of the data compared with the group of levels 4-5 ($n = 134$).

Several key differences are identified between the equations proposed by Stevenson et al. (9) and Ruiz-Brunner et al. (20). First, the equations of Ruiz-Brunner et al. (20) incorporate the level of the gross motor function, dividing it into two equations: one for the first three levels and another for the last two. In contrast, the equation by Stevenson et al. (9) does not consider the levels of gross motor function. In addition, the equations by Ruiz-Brunner et al. (20) include age as a variable in their calculations, which does not occur with the equation by Stevenson et al. (9). However, both equations agree on the use of knee height as a body segment to estimate height in children with CP, and neither of them distinguishes between sexes as applying to both sexes; however, the correlation coefficient for estimating height was high ($r = 0.987$; $p < 0.001$). According to the results of the study by Ruiz-Brunner et al. (20), the limits in the concordance analysis for estimating height ranged from -14.0 cm for

the lower range to 14.6 cm for the upper range when the height estimated by body segments was compared with the height estimated by knee height. In the present study, limits of -9.06 cm in the lower range and 3.23 cm in the upper range were obtained for the total population.

In the study by Amezquita et al. (7), height was compared using the knee height segment with the equations of Stevenson et al. (9) *vs.* height measured in the supine position, in which a very similar mean difference was reported to the mean found in our study (-2.96 cm and -2.92 cm, respectively). Similarly, the limits of agreement also differ: Amezquita et al. (7) document wider limits, from -9.1 cm to 5.3 cm, whereas in our analysis, the limits are narrower, between -9.06 cm and 3.23 cm.

The results reported by the study by Haapala et al. (6) indicate that the mean difference between the height estimated with the knee height formula of Stevenson et al. (9) and the height or length by segments was -1.77 ± 5.4 cm in the total population. This study revealed a greater mean difference in the most affected population (-4.04 ± 5.3 cm) (levels 4-5 of gross motor function) than in the least affected population (0.68 ± 4.3 cm); however, in our study, the mean difference in themost affected group (-2.72 ± 2.67 cm) was similar to that in the total population (-2.92 ± 3.14 cm), which could be due to the smaller number of subjects in the group with levels 1-3.

Our study not only sets a precedent at the national level but could also serve as a reference for future research using these equations in diverse samples of Mexican children and adolescents. Likewise, its application in clinical practice could improve the precision of anthropometric assessment and diagnosis, favoring a more precise nutritional intervention according to the needs of this population.

One of the strengths of this study is the large number of subjects with CP who formed our sample, which allowed comparisons between anthropometric indicators. Another strength is that this study used anthropometric indices such as height-for-age and BMI, which have not been analyzed in other studies. One of the weaknesses was that the group with levels 1-3 of the gross motor function was small compared with the group with levels 4-5, so the findings of this group should be interpreted with caution.

CONCLUSION

The equations proposed by Ruiz-Brunner et al. (20) allow a useful estimation of anthropometric indicators such as height, height-for-age index and BMI in the Mexican population of children and adolescents with CP. BMI was the anthropometric indicator with the smallest mean difference and a smaller limit of agreement than the other anthropometric indicators, both in the total population and at levels 1-3 and 4-5 of gross motor function. More studies with larger sample sizes are needed to allow more precise comparisons between levels 1-3 and 4-5 of gross motor function with different anthropometric indicators.

REFERENCES

1. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy. JAMA Pediatrics 2017;171:897. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.1689
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl 2007;109:8-14. Erratum in: Dev Med Child Neurol 2007;49:480.
3. Gobierno de México. Día Mundial de la Parálisis Cerebral. 06 de octubre 2022. Disponible en: https://www.gob.mx/insabi/es/articulos/dia-mundial-de-la-paralisis-cerebral-06-de-octubre?idiom=es
4. Barron-Garza F, Coronado-Garza M, Gutierrez-Ramirez S, Ramos-Rincon JM, Guzman-de La Garza F, Lozano-Morantes A, et al. Incidence of Cerebral Palsy, Risk Factors, and Neuroimaging in Northeast Mexico. Pediatr Neurol 2023;143:50-8. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2023.02.005
5. Samson-Fang L. Speaking to like-minded individuals. Dev Med Child Neurol 2012;54:103-4. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04158.x
6. Haapala H, Peterson MD, Daunter A, Hurvitz EA. Agreement between actual height and estimated height using segmental limb lengths for individuals with cerebral palsy. Am J Phys Med Rehabil 2015;94:539-46. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000205
7. Amézquita GMV, Hodgson BMI. Estimación de la talla en la evaluación nutricional de niños con parálisis cerebral. Rev Chil Pediatr 2014;85:22-30. DOI: 10.4067/S0370-41062014000100003
8. Ruiz Brunner MDLM, Cieri ME, Rodriguez Marco MP, Schroeder AS, Cuestas E. Nutritional status of children with cerebral palsy attending rehabilitation centers. Dev Med Child Neurol 2020;62:1383-8. DOI: 10.1111/dmcn.14667
9. Stevenson RD. Measurement of growth in children with developmental disabilities. Dev Med Child Neurol 1996;38:855-60. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1996.tb15121.x
10. Stevenson RD, Conaway M, Chumlea WC, Rosenbaum P, Fung EB, Henderson RC, et al. Growth and Health in Children With Moderate-to-Severe Cerebral Palsy. Pediatrics 2006;118:1010-8. DOI: 10.1542/peds.2006-0298
11. Gauld L, Kappers J, Carlin J, Robertson C. Height prediction from ulna length. Dev Med Child Neurol 2004;46:475-80. DOI: 10.1017/s0012162204000787
12. Chumlea WMC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. J Am Diet Assoc 1994;94:1385-91. DOI: 10.1016/0002-8223(94)92540-2
13. Bell KL, Benfer KA, Ware RS, Patrao TA, Garvey JJ, Haddow R, et al. The Pediatric Subjective Global Nutrition Assessment Classifies More Children With Cerebral Palsy as Malnourished Compared With Anthropometry. J Acad Nutr Diet 2020;120:1893-901. DOI: 10.1016/j.and.2020.04.012
14. Garcia Contreras AA, Vasquez Garibay EM, Romero Velarde E, Ibarra Gutierrez AI, Troyo Sanroman R. Gasto energético en niños con parálisis cerebral infantil y desnutrición moderada y grave durante la recuperación nutricia. Nutr Hosp 2015;31:2062-9. DOI: 10.3305/nh.2015.31.5.8588
15. Finbråten AK, Martins C, Andersen GL, Skranes J, Brannsether B, Júlíusson PB, et al. Assessment of body composition in children with cerebral palsy: A cross-sectional study in Norway. Dev Med Child Neurol 2015;57:858-64. DOI: 10.1111/dmcn.12752
16. Herrera-Anaya E, Angarita-Fonseca A, Herrera-Galindo VM, Martínez-Marín RDP, Rodríguez-Bayona CN. Association between gross motor function and nutritional status in children with cerebral palsy: a cross-sectional study from Colombia. Dev Med Child Neurol 2016;58:936-41. DOI: 10.1111/dmcn.13108
17. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. Nutrients 2020;12:2971. DOI: 10.3390/nu12102971
18. Lamounier JA, Marteletto NM, Calixto CA, Andrade MRD, Tibúrcio JD. Stature estimate of children with cerebral palsy through segmental measures: as systematic review. Rev Paul Pediatr 2020;38:e2018185. DOI: 10.1590/1984-0462/2020/38/2018185
19. García Iñiguez JA, Vásquez-Garibay EM, García Contreras A, Romero-Velarde E, Troyo Sanromán R. Assessment of anthropometric indicators in children with cerebral palsy according to the type of motor dysfunction and reference standard. Nutr Hosp 2017;34:315. DOI: 10.20960/nh.353
20. Ruiz Brunner M, Cieri ME, Lucero Brunner RA, Condinanzi AL, Gil C, Cuestas E. Software and equations using segmental measures to estimate height

in children and adolescents with cerebral palsy considering the level of gross motor function. Clin Nutr ESPEN 2024;62:234-40. DOI: 10.1016/j.clnesp.2024.05.014
21. Brooks J, Day S, Shavelle R, Strauss D. Low Weight, Morbidity, and Mortality in Children With Cerebral Palsy: New Clinical Growth Charts. Pediatrics 2011;128:e299-307. DOI: 10.1542/peds.2010-2801
22. Tarnowski MS, Rabito EI, Fernandes D, Rosa M, Oliveira ML, Hirakata VN, et al. Height Prediction From Ulna Length of Critically Ill Patients. Nutr Clin Pract 2018;33:887-92. DOI: 10.1177/0884533617716432
23. Beydon N, Leye F, Bokov P, Delclaux C. Prediction of height using ulna length in African-Caribbean children. Pediatr Pulmonol 2022;57:2032-9. DOI: 10.1002/ppul.25972
24. Mokhy MS, Jamaluddin R, Ismail AR, Sulaiman N, Adznam SN 'Asyura, Ismail IH, et al. Validated predictive equations based on tibial length in estimating height for children with cerebral palsy for 2–18 years, across all GMFCS levels. J Nutr Sci 2021;10:e108. DOI: 10.1017/jns.2021.101
25. Bell KL, Davies PSW. Prediction of height from knee height in children with cerebral palsy and non-disabled children. Ann Hum Biol 2006;33:493-9. DOI: 10.1080/03014460600814028

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Valoración nutricional

Association between Naples Prognostic Score and all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes *mellitus*

Asociación entre la puntuación pronóstica napolitana y la mortalidad por todas las causas y de origen cardiovascular en adultos de EE. UU. con diabetes mellitus

Lirong Chen, Change Ma, Hongxia Xiao, Fanling Kong

Department of Endocrinology and Nephrology. Hexi University-Affiliated Zhangye People's Hospital. Zhangye, Gansu. People's Republic of China

Abstract

Objective: this study aimed to assess the association between the Naples Prognostic Score (NPS) and all-cause as well as cardiovascular mortality in US adults with type 2 diabetes *mellitus* (T2DM).

Methods: data were obtained from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) spanning 2001-2018. Multivariable-adjusted Cox proportional hazards models, Kaplan-Meier survival analysis, and restricted cubic spline (RCS) analyses were used to evaluate the relationship between NPS and mortality outcomes. Subgroup analyses were conducted based on age, sex, education, body mass index (BMI), smoking status, alcohol consumption, and histories of hypertension and hyperlipidemia.

Results: a total of 3,663 adults with T2DM were included. Higher NPS was significantly associated with increased all-cause and cardiovascular mortality after adjustment for potential confounders (all p-values < 0.001). Compared to Group 0 (NPS = 0), Group 2 (NPS = 3-4) had a hazard ratio (HR) of 2.22 (95 % CI: 1.46-3.38; $p < 0.001$) for all-cause mortality and an HR of 2.23 (95 % CI: 1.01-4.93; $p = 0.047$) for cardiovascular mortality. RCS analysis demonstrated a J-shaped non-linear association between NPS and all-cause and cardiovascular mortality (p for nonlinearity < 0.0001 and 0.0192, respectively).

Conclusion: the results of this study suggest that NPS is independently associated with increased risks of all-cause and cardiovascular mortality in US adults with T2DM. These findings indicate that NPS may be a useful prognostic marker in this population and help inform clinical management strategies.

Keywords:

Diabetes. The Naples Prognostic Score. All-cause mortality. CVD mortality.

Received: 11/12/2024 • Accepted: 25/05/2025

Authors' contributions: L. C., and C. M. conceived of the study, participated in its design and coordination, and H. X., and F. K. helped to draft the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Ethics approval and consent to participate: All data collected from NHANES participants were approved by the NCHS Ethical Review Committee (available on the website: https://www.cdc.gov/nchs/nhanes). And all participants were required to provide informed consent when signing up for the survey.

Availability of data and materials: All data generated or analyzed during this study are included in this published article.

Competing interests: All of the authors had no any personal, financial, commercial, or academic conflicts of interest separately.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare that they did not use artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Chen L, Ma C, Xiao H, Kong F. Association between Naples Prognostic Score and all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes *mellitus*. Nutr Hosp 2025;42(4):710-719

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05658

Correspondence:

Change Ma. Department of Endocrinology and Nephrology. Hexi University-Affiliated Zhangye People's Hospital. No. 67, West Huan Cheng Road; Ganzhou District. Zhangye, Gansu 734000. People's Republic of China
e-mail: echangma@126.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Objetivo: este estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre el Naples Prognostic Score (NPS) y la mortalidad por todas las causas y la mortalidad cardiovascular en pacientes adultos estadounidenses con diabetes de tipo 2.

Método: este estudio utilizó el conjunto de datos de la encuesta nacional de salud y nutrición (NHANES) (2001-2018). Se utilizó el modelo Cox corregido por múltiples variables, el análisis de supervivencia Kaplan-Meier y el análisis de triple empalme restrictivo (RCS) para explorar la asociación entre el NPS en pacientes con diabetes de tipo 2 y la mortalidad por todas las causas y enfermedades cardiovasculares (CVD). Se realizaron análisis de subgrupos basados en la edad, el sexo, el nivel de educación, el IMC, el tabaquismo, el consumo de alcohol, los antecedentes de hipertensión y los antecedentes de hiperlipidemia para explorar más a fondo estas asociaciones.

Resultados: este estudio incluyó 3.663 pacientes con diabetes de tipo 2. Después de ajustar muchos factores relacionados (todos los valores *p* son inferiores a 0,001), el NPS se asoció significativamente con la mortalidad por todas las causas y la mortalidad cardiovascular en pacientes con diabetes de tipo 2. En comparación con el grupo 0 (NPS = 0), la relación de riesgo de mortalidad por todas las causas en el Grupo 2 (NPS = 3-4) fue (HR: 2,22, IC 95 %: 1,46-3,38, $p < 0,001$) y la relación de riesgo de mortalidad cardiovascular también fue (HR = 2,23, IC 95 % = 1,01-4,93, $p = 0,047$). El RCS mostró que el NPS en pacientes con diabetes de tipo 2 estaba relacionado con la mortalidad por todas las causas y la muerte cardiovascular en forma de J no lineal (no lineal $p < 0,0001$, no lineal $p = 0,0192$).

Conclusiones: los resultados de este estudio sugieren que el NPS puede ser un indicador pronóstico potencial de resultados adversos en pacientes con diabetes de tipo 2 y es valioso para predecir los resultados clínicos de la diabetes de tipo 2 y guiar las estrategias de tratamiento de seguimiento.

Palabras clave:

Diabetes. Puntuación pronóstica napolitana. Mortalidad por todas las causas. Mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

INTRODUCTION

Type 2 diabetes *mellitus* (T2DM) is a chronic progressive disease characterized by the presence of years of insulin resistance and hyperinsulinaemia before the onset of hyperglycaemia (1). Its prevalence has continued to rise in recent years, and the International Diabetes Federation predicts that by 2045, 783.2 million adults worldwide will have diabetes *mellitus* (DM) (2). Diabetes increases the risk of multiple complications, including cardiovascular disease, nephropathy, retinopathy, and neuropathy, and it carries a significantly increased risk of all-cause mortality and cardiovascular death (3,4). Diabetes has become a serious global public health problem. Therefore, timely identification of additional risk factors is important to prevent, delay, or reduce the progression of diabetes and diabetes-related deaths.

An ideal prognostic scoring system should provide independent prognostic parameters that reflect the patient's overall condition, are easily recognizable during the diagnostic process, and are less costly in clinical practice. Recently, a composite prognostic score, the Naples Prognostic Score (NPS), calculated from serum albumin and total cholesterol concentrations, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), and lymphocyte-to-monocyte ratio (LMR), was first NPS has been reported as a strong prognostic indicator for colorectal cancer (CRC) (5). NPS, as a novel complementary indicator reflecting the nutritional immune status and inflammation level of the patient's body, is closely associated with disease severity and prognosis in many malignant and benign diseases (6-10). Previous studies have shown that T2DM is essentially a chronic low-grade inflammatory disease with elevated serum levels of the inflammatory biomarkers c-reactive protein (CRP), the pro-inflammatory cytokines interleukin (IL)-1β, IL-6, tumour necrosis factor-alpha (TNF-α), and plasminogen activator inhibitor (PAI-1) (11,12). At the same time, chronic inflammation can lead to adipocyte accumulation and insulin resistance through inflammatory factors such as TNF-α and CRP, resulting in changes in body weight and albumin levels (13,14). Prospective studies have shown that higher plasma levels of CRP, fibrinogen, IL-6, and PAI can be used to predict the risk of developing T2DM, and that many of these inflammatory markers are strongly associated with the prognosis of diabetes (15-20). In addition, albumin levels have been associated with the development and prognosis of diabetes and its complications (21,22).

Thus, inflammation may play a crucial role in the development of diabetes, ultimately reducing the survival of diabetic patients. Currently, most studies on inflammatory markers to assess the prognosis of diabetes have focused on a single factor. However, reliance on a single inflammatory marker may not provide sufficient accuracy to estimate the prognosis of diabetic patients. Therefore, we conducted this study to investigate the association between NPS and the risk of all-cause and cardiovascular mortality in a large nationally representative sample of diabetic patients.

MATERIALS AND METHODS

DATA SOURCES

The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) is a nationwide cross-sectional program conducted annually in the United States to assess the health and nutritional status of non-institutionalized civilians. Moreover, it combines interviews, physical examinations, and laboratory tests, with data collected at participants' homes and mobile examination centers. The NHANES protocols are approved by the National Center for Health Statistics (NCHS) Ethics Review Board, and all participants provided written informed consent.

This study included data from nine NHANES cycles conducted between 2001 and 2018, encompassing 94,514 individuals. Type 2 diabetes *mellitus* was defined based on any of the following criteria:

- Self-reported physician diagnosis;
- Fasting blood glucose ≥ 126 mg/dL;
- 2-hour plasma glucose ≥ 200 mg/dL on an oral glucose tolerance test;
- Glycated hemoglobin (HbA1c) ≥ 6.5 %;

– Self-reported use of insulin or other glucose-lowering medications.

We excluded individuals who:

– Were under 20 years of age;
– Had missing diabetes-related data;
– Lacked key laboratory variables (e.g., total cholesterol, albumin, neutrophil and lymphocyte counts);
– Had a missing covariate or survival data.

After applying exclusion criteria, 3,663 adult participants with T2DM were included in the final analysis. A detailed flowchart of the selection process is provided in figure 1.

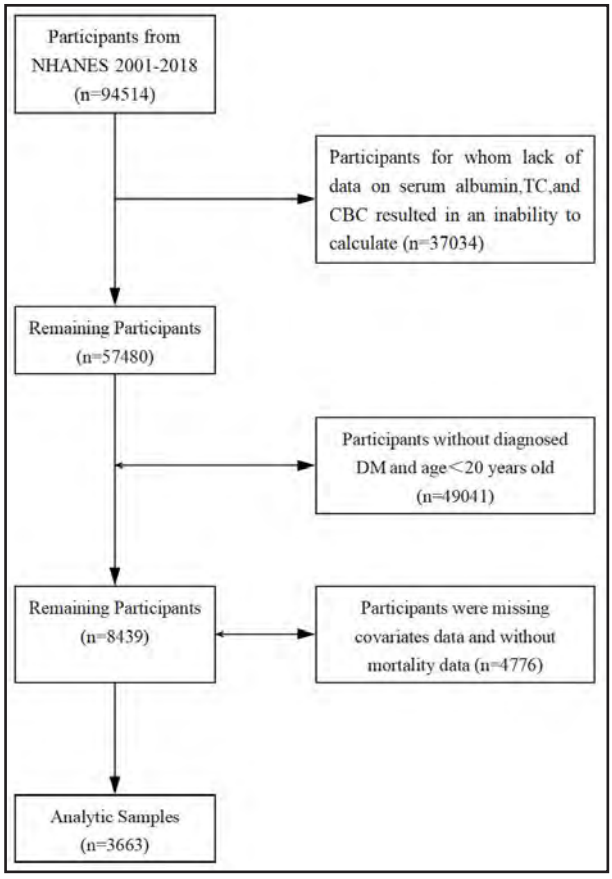


Figure 1. The flow chart of individual inclusion and exclusion in this study.

DEFINITIONS OF NAPLES PROGNOSTIC SCORE

The definition of NPS is based on the following four parameters: serum albumin, TC, LMR, and NLR. Gennaro Galizia et al. previously reported that the cut-off values were serum albumin of 40 g/L, TC of 180 mg/dL, NLR of 2.96, and LMR of 4.44. Patients with serum albumin, TC, or LMR lower than 4 mg /dL, respectively, scored 1; otherwise, they scored zero, 180 mg /dL, and 4.44, respectively; otherwise, they scored zero. Patients with an NLR higher than 2.96 scored one point, and those lower than 2.96 scored zero. The sum of the scores of each parameter was the NPS. Patients were classified into three groups according to the NPS: patients with an NPS of 0 were in group 0, patients with an NPS of 1 or 2 were in group 1, and patients with an NPS of 3 or 4 were in group 2.

MORTALITY OUTCOMES

Participants' survival status as of 31 December 2019 was determined by linking study data to the National Death Index (NDI). This document provides the most recent linkage between selected National Centre for Health Statistics (NCHS) surveys and the NDI (data available at https://www.cdc.gov/nchs/data-linkage/mortality.htm). Deaths from any cause are considered all-cause deaths. Cause-specific deaths were identified using International Classification of Diseases, Tenth Edition (ICD-10) codes, and cardiovascular mortality was defined by ICD-10 codes I00-I09, I11, I13, I20-I51 (23). The baseline time for calculating survival time was defined as the time of NHANES data collection.

COVARIATE DEFINITIONS

Age (in years), sex (male or female), race (non-Hispanic white, non-Hispanic black, Mexican American, other Hispanic, or other race), educational attainment (less than high school, high school, or more than high school), poverty-to-income ratios (household income divided by the poverty line based on household size using the US Health and Department of Human Services guidelines), smoking and drinking habits, comorbid disease status, and substance use. Body mass index (BMI < 25.0, 25.0-30, or ≥ 30 kg/m^2) was measured, and blood samples were collected at mobile centres. Those who responded affirmatively were categorized as participants with a history of smoking and drinking based on their responses to whether they had smoked at least 100 cigarettes in their lifetime and had had at least 12 drinks in 1 year.

Blood pressure was measured by a trained physician using a mercury sphygmomanometer with an appropriately sized cuff. Three blood pressure measurements were taken, and the mean of the three measurements was defined as systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP). Hypertension was defined as a self-reported history of hypertension or use of antihypertensive medications or a systolic BP ≥ 130 mmHg or DPB ≥ 80 mmHg. Participants who met at least one of the following criteria were considered to have hyperlipidaemia: 1) total cholesterol level equal to or greater than 200 mg/dL; 2) triglyceride level equal to or greater than 150 mg/dL; 3) HDL cholesterol level less than 40 mg/dL for men and less than 50 mg/dL for women; 4) LDL cholesterol level equal to or greater than 130 mg/dL; and 5) self-reported use of cholesterol-lowering medications.

STATISTICAL ANALYSIS

Data were analyzed in this study using RStudio 4.4.1. *p*-Values less than 0.05 were considered statistically significant. All

analytical procedures strictly followed the NHANES guidelines for analysis and reporting. Continuous variables that conformed to normal distribution were expressed as mean ± standard deviation, continuous variables that did not conform to normal distribution were expressed as median (25th percentile, 75th percentile), and categorical variables were expressed as numerical and weighted percentages. The Wilcoxon rank sum test was used for continuous variables and the Chi-square test for categorical variables. Kaplan-Meier analyses were used to investigate the association between NPS and all-cause and cardiovascular disease mortality in patients with T2DM. After adjusting for multiple covariates, multivariate Cox regression analyses were applied to examine further the effect of NPS on all-cause and cardiovascular disease mortality in patients with T2DM, and the results were expressed as hazard ratios (HR) and 95 % confidence intervals (CI). A total of the following three models were used in this study: Model 1 was unadjusted, Model 2 was adjusted for age, gender, race, education level, marital status, and poverty-to-income ratio, and Model 3 further incorporated history of smoking, alcohol consumption, BMI, history of hypertension, history of hyperlipidemia, use of glucose-lowering medications, and duration of diabetes *mellitus* based on Model 2.

The above analyses were performed using data weighted with the NHANES recommended weights. We combined restricted cubic spline (RCS) analyses with multivariate corrected COX regression models to assess the non-linear associations between NPS and patients with T2DM regarding all-cause and cardiovascular mortality, and further explored threshold effects. Finally, we constructed subgroup analyses combined with interaction analyses to jointly assess potential differences in the association with all-cause and cardiovascular mortality among stroke patients with T2DM across subgroups. These subgroups were defined according to age (< 60 vs ≥ 60 years), sex (female vs male), education (below high school level vs high school level vs above high school level), BMI (< 25 vs 25-30 vs ≥ 30 kg/m^2), smoking (yes vs no), alcohol consumption (yes vs no), and the presence of a specific medical history (e.g., hypertension, hyperlipidaemia).

RESULTS

BASELINE CHARACTERISTICS OF STUDY PARTICIPANTS

A total of 3,663 patients with T2DM were included in the analysis. The median age was 61 years (interquartile range: 51-70), with 1,941 (52.22 %) males and 1,722 (47.78 %) females. The cohort was predominantly non-Hispanic white (64.02 %). Based on the Naples Prognostic Score (NPS), participants were categorized into Group 0 (NPS = 0; *n* = 479), Group 1 (NPS = 1-2; *n* = 2,338), and Group 2 (NPS = 3-4; *n* = 846).

Compared to Group 0, participants in Group 2 were generally older and more likely to be non-Hispanic white women with a history of alcohol consumption. They exhibited a higher prevalence of hypertension and hyperlipidemia. They were also more likely to be on glucose-lowering medications, have a longer diabetes duration, and show higher neutrophil and monocyte counts, along with elevated NLR values. In contrast, they had lower diastolic blood pressure, lymphocyte counts, LMR values, serum albumin, total cholesterol, and triglycerides. No significant differences were observed among the groups regarding education level, marital status, poverty-to-income ratio, smoking status, or BMI. Detailed characteristics are presented in table I.

Table I. Baseline characteristics of subjects

Characteristic	Total (*n* = 3663)	NPS points			*p-value*
		0 (*n* = 479)	1-2 (*n* = 2338)	3-4 (*n* = 846)	
Age (years)	61.00 (51.00, 70.00)	55.00 (48.00, 63.00)	60.00 (50.00, 69.00)	65.00 (55.00, 74.00)	< 0.001
Gender (n, %)					< 0.001
Male	1941 (52.22 %)	310 (67.46 %)	1076 (46.61 %)	336 (41.20 %)	
Female	1722 (47.78 %)	169 (32.54 %)	1262 (53.39 %)	510 (58.80 %)	
Race (n, %)					< 0.001
Mexican American	656 (8.95 %)	123 (15.96 %)	428 (8.79 %)	105 (5.91 %)	
Non-Hispanic black	950 (14.19 %)	142 (19.64 %)	209 (14.37 %)	60 (9.24 %)	
Non-Hispanic white	1362 (64.02 %)	119 (50.21 %)	835 (63.12 %)	408 (73.78 %)	
Other Hispanic	365 (5.39 %)	48 (6.02 %)	236 (5.63 %)	81 (4.43 %)	
Other race	330 (7.45 %)	47 (8.16 %)	217 (8.07 %)	66 (5.40 %)	
Education (n, %)					> 0.9
Below high school	1234 (22.71 %)	168 (24.67 %)	790 (22.41 %)	276 (22.55 %)	
High school	854 (25.10 %)	114 (25.09 %)	537 (25.03 %)	203 (25.28 %)	
Above high school	1575 (52.19 %)	197 (50.23 %)	1011 (52.56 %)	367 (52.18 %)	

(Continues on next page)

Table I (cont.). Baseline characteristics of subjects

Characteristic	Total (*n* = 3663)	NPS points			*p-value*
		0 (*n* = 479)	1-2 (*n* = 2338)	3-4 (*n* = 846)	
Marital status (n, %)					0.054
Married	2195 (64.46 %)	294 (65.55 %)	1379 (63.28 %)	522 (67.13 %)	
Unmarried	312 (8.45 %)	47 (9.94 %)	207 (9.32 %)	58 (5.33 %)	
Other	1156 (27.09 %)	138 (24.51 %)	752 (27.40 %)	266 (27.53 %)	
Family PIR (%)	2.55 (1.33, 4.55)	2.27 (1.16, 3.96)	2.57 (1.33, 4.61)	2.50 (1.46, 4.63)	0.1
Drinking (*n*, %)	2136 (61.14 %)	265 (58.15 %)	1421 (64.41 %)	450 (53.67 %)	< 0.001
Smoking (*n*, %)	1882 (51.62 %)	215 (46.65 %)	1187 (51.51 %)	480 (54.39 %)	0.2
BMI (kg/m^2)					0.5
< 25	468 (10.87 %)	66 (9.88 %)	292 (11.01 %)	110 (11.00 %)	
25-30	1048 (25.83 %)	145 (30.21 %)	692 (25.71 %)	211 (24.00 %)	
≥ 30	2147 (63.29 %)	268 (59.91 %)	1354 (63.28 %)	525 (65.01 %)	
DBP (mm Hg)	69.00 (61.00, 77.00)	73.00 (64.00, 80.00)	70.00 (61.00, 77.00)	66.00 (58.00, 75.00)	< 0.001
SBP (mm Hg)	126.00 (116.00, 139.00)	125.00 (116.00, 139.00)	126.00 (116.00, 139.00)	128.00 (115.00, 141.00)	0.7
Laboratory results					
Neutrophil count (× 10^9/L)	4.50 (3.60, 5.60)	4.00 (3.50, 5.00)	4.30 (3.50, 5.40)	5.40 (4.40, 6.60)	< 0.001
Lymphocytes (× 10^9/L)	2.00 (1.60, 2.60)	2.70 (2.10, 3.30)	2.10 (1.70, 2.60)	1.60 (1.30, 2.10)	< 0.001
Monocytes (× 10^9/L)	0.60 (0.50, 0.70)	0.50 (0.40, 060)	0.60 (0.50, 0.70)	0.60 (0.50, 0.70)	< 0.001
NLR	2.20 (1.65, 2.94)	1.58 (1.26, 2.00)	2.08 (1.59, 2.59)	3.33 (2.75, 4.09)	< 0.001
LMR	3.60 (2.80, 4.75)	5.50 (4.88, 6.33)	3.67 (3.00, 4.63)	2.367 (2.17, 3.38)	< 0.001
Serum albumin (g/L)	41.00 (39.00, 43.00)	42.00 (41.00, 44.00)	42.00 (40.00, 44.00)	39.00 (37.00, 41.00)	< 0.001
TC (mg/dL)	174.00(149.00,206.00)	216.00(198.00,241.00)	177.00(151.00,206.00)	153.00(134.00, 169.00)	< 0.001
TG (mg/dL)	160.00(105.00,238.00)	209.00(142.00,296.00)	163.00(106.00,245.00)	138.00(94.00, 195.00)	< 0.001
HDL-C (mg/dL)	45.00 (38.00, 54.00)	45.00 (39.00, 55.00)	45.00 (38.00, 55.00)	44.00 (37.00, 53.00)	0.12
FPG (mg/dL)	130.00 (103.00, 181.00)	129.00 (102.00, 200.00)	129.00 (103.00, 179.00)	134 (105.00, 180.00)	0.5
HbA1c (%)	6.80 (6.10, 8.00)	7.00 (6.20, 8.70)	6.80 (6.10, 7.90)	6.90 (6.20,7.70)	0.2
Diseases, n (%)					
Hypertension	2989 (80.74 %)	367 (76.14 %)	1913 (80.60 %)	709 (83.45 %)	< 0.001
Hyperlipidemia	2995 (83.28 %)	451 (94.94 %)	1934 (85.10 %)	610 (72.48 %)	< 0.001
Antihyperglycemic drug, *n* (%)	3094 (83.83 %)	374 (75.87 %)	1978 (83.41 %)	742 (88.97 %)	< 0.001
Diabetes duration (years)	9.00 (3.00,15.00)	5.00 (2.00, 10.00)	8.00 (3.00, 15.00)	11.00 (5.00, 20.00)	< 0.001

Normally distributed continuous variables are described as means and SEs, and continuous variables without anormal distribution are presented as medians (interquartile ranges). Categorical variables are presented as numbers (percentages). n reflects the study sample while percentages reflect the survey-weighted figures. NPS: Naples Prognostic Score; PIR: povertyincome ratio; BMI: body mass index; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; NLR: neutrophil-to-lymphocyte ratio; LMR: lymphocyte-to-monocyte ratio; TC: total cholesterol; TG: total triglyceride; HDL-C: high-density lipoproteincholesterol; FPG: fasting glucose; HbA1c: glycated hemoglobin.

KAPLAN-MEIER ANALYSIS

During a median follow-up period of 5.9 years, 768 participants (20.97 %) died from all causes, including 320 (6.2 %) deaths attributed to cardiovascular disease. Kaplan-Meier survival curves (Fig. 2) revealed that higher NPS scores were significantly associated with increased risks of both all-cause and cardiovascular mortality among T2DM patients (log-rank test, $p < 0.001$ for both outcomes).

MULTIVARIATE COX ANALYSIS

In the fully adjusted model (Model 3), which accounted for age, sex, race, education, poverty-to-income ratio, smoking and alcohol use, BMI, history of hypertension and hyperlipidemia, use of hypoglycemic agents, and duration of diabetes, NPS remained a significant predictor of both all-cause and cardiovascular mortality ($p < 0.001$).

Compared with Group 0, individuals in Group 2 had a hazard ratio (HR) of 2.22 (95 % CI: 1.46-3.38; p for trend < 0.001)

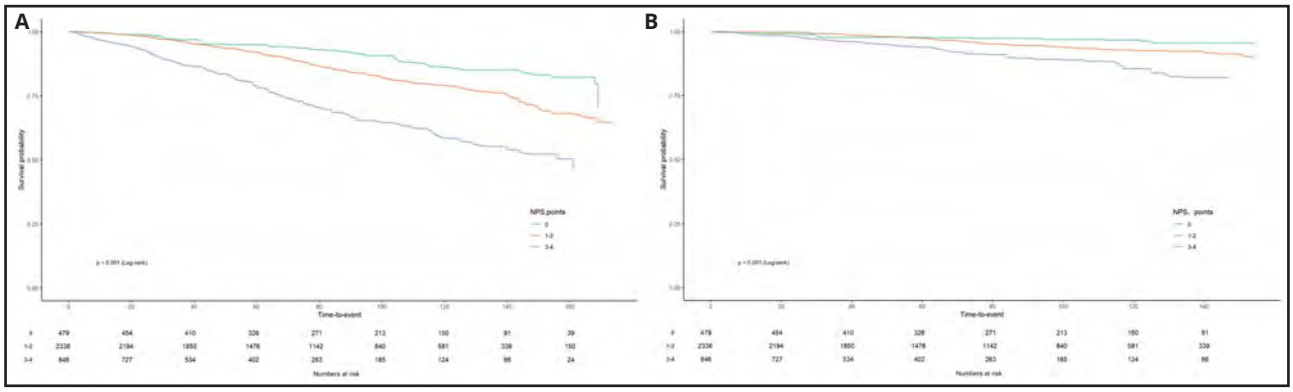


Figure 2. Kaplan-Meier survival curve of mortality: A. For all-cause mortality. B. For cardiovascular mortality (NPS: the Naples Prognostic Score).

Table II. Association of the NPS with all-cause and cardiovascular mortality in patients with type 2 diabetes *mellitus*

Participants	Model 1		Model 2		Model 3	
	HR (95 % CI)	*p*-value	HR (95 % CI)	*p*-value	HR (95 % CI)	*p*-value
NPS						
All-cause mortality						
Continuous	1.62 (1.49, 1.77)	< 0.001	1.50 (1.38, 1.65)	< 0.001	1.46 (1.33, 1.59)	< 0.001
NPS, points						
0	Ref		Ref		Ref	
1-2	1.62 (1.10, 2.39)	0.0140	1.18 (0.79, 1.75)	0.400	1.08 (0.71, 1.62)	0.700
3-4	3.78 (2.55, 5.59)	< 0.001	2.55 (1.68, 3.88)	< 0.001	2.22 (1.46, 3.38)	< 0.001
p for trend		< 0.001		< 0.001		< 0.001
CVD mortality						
Continuous	1.66 (1.44, 1.90)	< 0.001	1.52 (1.30, 1.79)	< 0.001	1.51 (1.28, 1.78)	< 0.001
NPS, points						
0	Ref		Ref		Ref	
1-2	1.69 (0.83, 3.42)	0.150	1.18 (0.55, 2.54)	0.700	1.13 (0.52, 2.44)	0.800
3-4	3.63 (1.85, 7.13)	< 0.001	2.35 (1.08, 5.12)	0.032	2.23 (1.01, 4.93)	0.047

CI: confidence interval; HR: hazard rate. Model 1: unadjusted. Model 2: adjusted for age, gender, race, education,marriage,family income-poverty ratio (PIR). Model 3: model 2 + further adjusted for body mass index (BMI), drink, smoke, history of hypertension, history of hyperlipidemia, use of glucose-lowering medications, and duration of diabetes mellitus.

for all-cause mortality and 2.23 (95 % CI: 1.01-4.93; *p* for trend < 0.001) for cardiovascular mortality (Table II).

NON-LINEAR RELATIONSHIPS

As shown in figure 3, the restricted cubic spline analysis revealed a non-linear association between NPS and all-cause and cardiovascular mortality. The hazard ratios remained relatively stable when NPS was below 2, followed by a marked and progressive increase in risk at higher NPS values. This pattern reflects a J-shaped relationship, where the increased mortality risk becomes significant at NPS ≥ 2, indicating a potential threshold effect. Specifically, among T2DM patients with NPS scores of 0 to 2, increasing NPS was not associated with a marked rise in mortality risk. However, when NPS was ≥ 2, the risk of all-cause and cardiovascular death increased significantly ($p < 0.0001$ and $p_non\text{-}linear = 0.0192$, respectively).

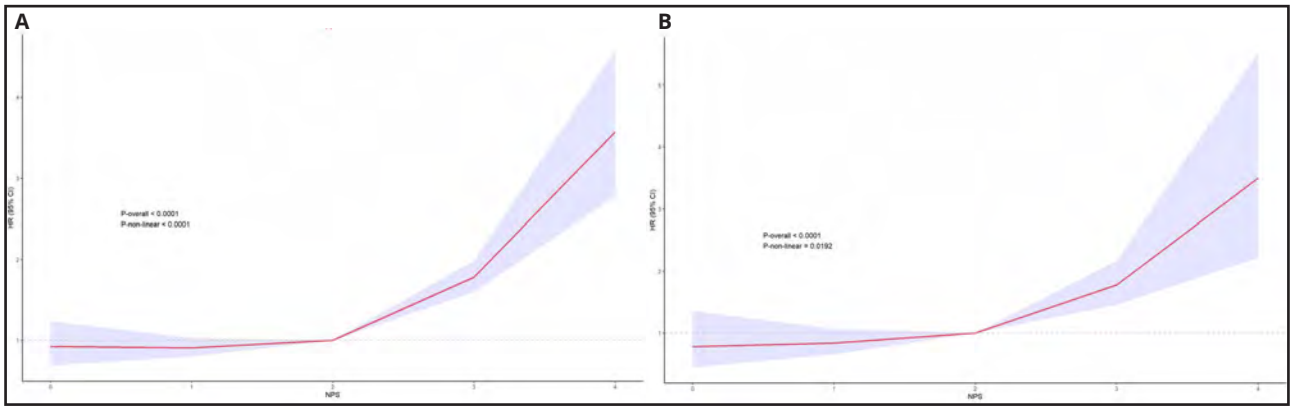


Figure 3. Restricted cubic spline curves illustrate the association between the NPS and mortality risk in patients with type 2 diabetes, adjusted for covariates included in Model 3. A. All-cause mortality. B. Cardiovascular mortality. Red lines, HRs, and shaded areas indicate 95 % confidence intervals. The risk remains stable at lower NPS values and increases sharply at NPS ≥ 2, indicating a J-shaped relationship. Both associations are statistically significant and non-linear.

SUBGROUP ANALYSIS

Subgroup analyses stratified by age, sex, education, BMI, smoking, alcohol use, and history of hypertension and hyperlipidemia were performed to examine effect modification (Fig. 4A-B). The association between NPS and all-cause mortality was consistent across most subgroups, except in individuals under 60 years of age, where the association was not statistically significant (HR: 1.20; 95 % CI: 0.89-1.62; $p = 0.20$). In contrast, NPS was significantly associated with cardiovascular mortality in participants aged ≥ 60 years (HR: 1.54; 95 % CI: 1.29-1.83; $p < 0.001$), those with a history of alcohol use (HR: 1.68; 95 % CI: 1.35-2.11; $p < 0.001$), and those with hypertension (HR: 1.52; 95 % CI: 1.25-1.83; $p < 0.001$). These associations held regardless of sex, BMI, education level, or hyperlipidemia status. No significant interactions were detected across most stratification variables (p_interaction > 0.05), except for educational level, which showed a significant interaction effect on all-cause mortality (p_interaction = 0.013).

DISCUSSION

In this cohort study of patients with T2DM, we found that higher NPS were significantly associated with increased all-cause and cardiovascular mortality. These associations exhibited a J-shaped nonlinear pattern, with a marked increase in risk observed when NPS was ≥ 2. Importantly, these relationships persisted independently of traditional risk factors, including lifestyle factors, BMI, diabetes duration, medication use, and comorbid conditions.

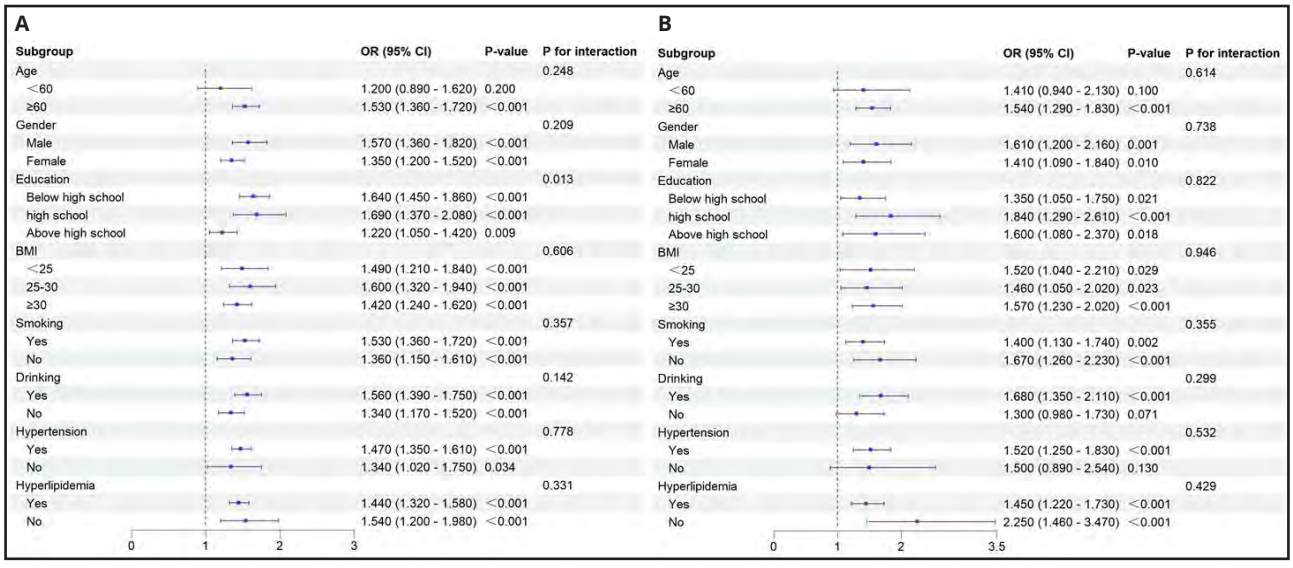


Figure 4. Association between NPS and all-cause and cardiovascular mortality in different subgroups of diabetic patients: A. For all-cause mortality. B. For cardiovascular mortality.

The associations remained robust across most stratified analyses by age, sex, education, BMI, smoking status, alcohol use, and history of hypertension or hyperlipidaemia. To our knowledge, this is the first study to evaluate the prognostic value of NPS concerning all-cause and cardiovascular mortality in individuals with T2DM. Given its simplicity, affordability, and ability to reflect nutritional and inflammatory status, NPS may be a practical tool for early risk stratification in clinical practice for patients with T2DM.

Chronic, low-grade inflammation is a central mechanism in the pathogenesis of T2DM. It disrupts pancreatic and adipose tissue homeostasis, impairs lipid metabolism, and reduces glucose uptake, thereby contributing to insulin resistance (24). Pro-inflammatory cytokines (TNFα, IL-1β and IL-6) initiate inhibitory phosphorylation and activate serine kinases in adipocytes, such as IκB kinase β (IKKβ), c-Jun N-terminal kinase (JNK), ribosomal protein S6 kinase (S6K), and mammalian target of rapamycin 32 (mTOR32), which mediate the insulin receptor substrate 1 (IRS1) inhibitory phosphorylation, causing insulin resistance (25-28). These pathways are also activated by toll-like receptors (TLRs), perpetuating cytokine production and fueling a vicious cycle of inflammation, insulin resistance, and vascular damage (29,30). Anti-inflammatory interventions, including targeted biologics or small molecule inhibitors, have improved glycaemic control and enhanced insulin secretion (31,32).

Meanwhile, chronic low-grade inflammation in diabetic patients can lead to atherosclerosis, which increases the risk of cardiovascular death (33,34). In addition, inflammation can lead to malnutrition, causing people with diabetes to have reduced albumin, which has strong anti-inflammatory activity (35,36). Several prior studies support the prognostic role of inflammatory and nutritional markers in T2DM. For example, Tang et al. reported that higher systemic immune-inflammation index (SII) levels were independently associated with increased risks of all-cause and cardiovascular mortality in T2DM (37). Similarly, Zhang et al. found that inflammatory biomarkers such as NLR, MLR, SII, AISI, SIRI, dNLR, and all-cause mortality and cardiovascular mortality in patients with type 2 diabetes were significantly associated (38). Moreover, indicators of malnutrition such as the geriatric nutritional risk index (GNRI), prognostic nutritional index (PNI), and controlling nutritional status (CONUT) score have also been linked to mortality in T2DM patients, particularly those with complications like diabetic foot ulcers (39).

However, most previous studies have focused on individual inflammatory or nutritional markers, which may not adequately capture the multifaceted risk profile of patients with T2DM. In contrast, NPS integrates key inflammatory (NLR and LMR) and nutritional (serum albumin and total cholesterol) components, offering a more holistic assessment of patient status. While NPS has primarily been investigated in oncological settings, its role in chronic metabolic diseases like T2DM has remained underexplored. Our findings suggest that NPS could be a valuable tool for early prognostic evaluation in T2DM. Notably, the J-shaped association implies that modest elevations in NPS may not confer immediate risk, but a threshold effect appears once NPS reaches 2 or higher. Early identification of such patients may facilitate timely nutritional interventions and targeted therapies to modulate inflammation and improve long-term outcomes.

NPS includes not only serum albumin and total cholesterol levels, which reflect the nutritional status of the organism, but also immune-inflammatory markers such as NLR and LMR, which allow for a more comprehensive and effective assessment of a patient's physical condition on admission, and it has been associated with a wide range of disease outcomes (6-10). Although research on NPS has focused on tumour-related diseases, its role in non-tumour diseases is unclear. This study first analyzed the relationship between NPS and all-cause mortality and cardiovascular mortality in T2DM patients. The results showed that higher levels of NPS were significantly associated with higher all-cause mortality and cardiovascular mortality. Both showed a J-type non-linear relationship, suggesting that NPS scoring is performed in the early stages of disease in T2DM patients. The J-shaped pattern in the spline curves indicates that the prognostic value of NPS is not linear across its entire range. Rather, the mortality risk is minimal or slightly reduced at lower NPS levels, but increases substantially once NPS reaches 2 or higher. This non-linear, threshold-like escalation in risk is consistent with a J-shaped association. Moreover, it may reflect the compounding effects of malnutrition and systemic inflammation on long-term outcomes in patients with T2DM. For patients with NPS equal to or greater than 2, in their treatment process, Timely nutritional support and appropriate improvement of their inflammatory and immune status may improve the long-term prognosis of patients.

In the subgroup analyses of this study we found that NPS was significantly associated with all-cause mortality and cardiovascular mortality in the type 2 diabetes *mellitus* population with age greater than or equal to 60 years. This may be since age is already a risk factor for type 2 diabetes *mellitus*, and older adults are at a higher risk of developing type 2 diabetes *mellitus* due to the combined effects of increased insulin resistance and islet dysfunction (40). With an increasingly aging population, and given our findings, it is all the more important to assess the overall status of patients early in the course of the disease in this group, and to individualize treatment according to life expectancy and solid age of the patient, with established targets for glycaemic control, to reduce the risk of mortality in the elderly population with type 2 diabetes *mellitus*.

This study has several strengths. It included a relatively large sample size and adjusted for a broad range of potential confounders. Moreover, it was based on a nationally representative cohort, which enhances the generalizability of the findings. Importantly, NPS incorporates both inflammatory and nutritional dimensions, offering improved prognostic accuracy compared to single-parameter indices.

STRENGTHS AND LIMITATIONS

However, several limitations must be acknowledged. First, the observational design precludes any causal inference. Second, NPS was calculated based on a single time-point measurement,

which may not reflect dynamic inflammatory or nutritional status changes over time. Third, although baseline covariates were carefully adjusted for, residual or unmeasured confounding cannot be ruled out. Fourth, we lacked detailed clinical data to assess the severity of diabetes or the presence of complications, which could influence mortality risk.

CONCLUSION

This study demonstrates that the NPS is significantly associated with both all-cause mortality and cardiovascular death in patients with type 2 diabetes *mellitus*. These findings suggest that NPS can serve as a reliable indicator of systemic inflammation and nutritional status in diabetic patients. Modulating NPS within a certain range may hold potential for improving the long-term prognosis of these individuals, highlighting the value of NPS as a prognostic tool in clinical practice.

REFERENCES

1. Demir S, Nawroth PP, Herzig S, Ekim Üstünel B. Emerging Targets in Type 2 Diabetes and Diabetic Complications. Adv Sci 2021;8(18):2100275. DOI: 10.1002/advs.202100275
2. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional, and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. Diabetes Res Clin Pract 2022;183:109119. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109119
3. Zhang X, Zhao S, Huang Y, Ma M, Li B, Li C, et al. Diabetes-Related Macrovascular Complications Are Associated With an Increased Risk of Diabetic Microvascular Complications: A Prospective Study of 1518 Patients With Type 1 Diabetes and 20,802 Patients With Type 2 Diabetes in the UK Biobank. J Am Heart Assoc 2024;13(11):e032626. DOI: 10.1161/JAHA.123.032626
4. Wang L, Li X, Wang Z, Bancks MP, Carnethon MR, Greenland P, et al. Trends in Prevalence of Diabetes and Control of Risk Factors in Diabetes Among US Adults, 1999-2018. JAMA 2021;326(8):704. DOI: 10.1001/jama.2021.9883
5. Galizia G, Lieto E, Auricchio A, Cardella F, Mabilia A, Podzemny V, C et al. Naples Prognostic Score, Based on Nutritional and Inflammatory Status, is an Independent Predictor of Long-term Outcome in Patients Undergoing Surgery for Colorectal Cancer. Dis Colon Rectum 2017;60(12):1273. DOI: 10.1097/DCR.0000000000000961
6. Qiu Y, Chen Y, Shen H, Yan S, Li J, Wu W. Naples Prognostic Score: A Novel Predictor of Survival in Patients with Triple-Negative Breast Cancer. J Inflamm Res 2024;17:5253-69. DOI: 10.2147/JIR.S472917
7. Artac I, Karakayali M, Omar T, Ilis D, Arslan A, Hakan Sahin M, et al. Predictive Value of the Naples Prognostic Score on Long-Term Outcomes in Patients with Peripheral Artery Disease Revascularized via Percutaneous Intervention. Ann Vasc Surg 2024;102:121-32. DOI: 10.1016/j.avsg.2023.11.028
8. Li J, Yang W, Yuan Y, Zuo M, Li T, Wang Z, et al. Preoperative Naples prognostic score is a reliable prognostic indicator for newly diagnosed glioblastoma patients. Front Oncol 2022;12:775430. DOI: 10.3389/fonc.2022.775430
9. Yang ZW, Wei XB, Fu BQ, Chen JY, Yu DQ. Prevalence and Prognostic Significance of Malnutrition in Hypertensive Patients in a Community Setting. Front Nutr 2022;9:822376. DOI: 10.3389/fnut.2022.822376
10. Liu R, Chen C, Zhao Y, Tang Y, Shen W, Xie Z. The Osaka prognostic score and Naples prognostic score: novel biomarkers for predicting short-term outcomes after spontaneous intracerebral hemorrhage. BMC Neurol 2023;23(1):272. DOI: 10.1186/s12883-023-03287-3
11. Sorski L, Gidron Y. The Vagal Nerve, Inflammation, and Diabetes—A Holy Triangle. Cells 2023;12(12):1632. DOI: 10.3390/cells12121632
12. Dehghan M, Ghorbani F, Najafi S, Ravaei N, Karimian M, Kalhor K, et al. Progress toward molecular therapy for diabetes mellitus: A focus on targeting inflammatory factors. Diabetes Res Clin Pract 2022;189:109945. DOI: 10.1016/j.diabres.2022.109945
13. Saukkonen T, Mutt SJ, Jokelainen J, Saukkonen AM, Raza GS, Karhu T, et al. Adipokines and inflammatory markers in elderly subjects with high risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. Sci Rep 2018;8(1):12816. DOI: 10.1038/s41598-018-31144-8
14. Prattichizzo F, De Nigris V, Spiga R, Mancuso E, La Sala L, Antonicelli R, et al. Inflammageing and metaflammation: The yin and yang of type 2 diabetes. Ageing Res Rev 2018;41:1-17. DOI: 10.1016/j.arr.2017.10.003
15. Jin Z, Zhang Q, Liu K, Wang S, Yan Y, Zhang B, et al. The association between interleukin family and diabetes mellitus and its complications: An overview of systematic reviews and meta-analyses. Diabetes Res Clin Pract 2024;210:111615. DOI: 10.1016/j.diabres.2024.111615
16. Yan Y, Lu H, Zheng Y, Lin S. Association Between Systemic Immune Inflammation Index and Diabetes Mellitus in the NHANES 2003-2018 Population. J Endocr Soc 2024;8(8):bvae124. DOI: 10.1210/jendso/bvae124
17. Cox AJ, Agarwal S, M Herrington D, Carr JJ, Freedman BI, Bowden DW. C-reactive protein concentration predicts mortality in type 2 diabetes: the Diabetes Heart Study. Diabet Med 2012;29(6):767-70. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2011.03560.x
18. Chen G, Che L, Lai M, Wei T, Chen C, Zhu P, et al. Association of neutrophil-lymphocyte ratio with all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes and prediabetes: a prospective cohort study. BMC Endocr Disord 2024;24(1):64. DOI: 10.1186/s12902-024-01592-7
19. Dong G, Gan M, Xu S, Xie Y, Zhou M, Wu L. The neutrophil–lymphocyte ratio as a risk factor for all-cause and cardiovascular mortality among individuals with diabetes: evidence from the NHANES 2003–2016. Cardiovasc Diabetol 2023;22(1):267. DOI: 10.1186/s12933-023-01998-y
20. Meng C, Liu K. Non-linear association of the systemic immune-inflammatory index with mortality in diabetic patients. Front Endocrinol 2024;15:1334811. DOI: 10.3389/fendo.2024.1334811
21. Liu S, Qiu C, Li W, Li X, Liu F, Hu G. Blood urea nitrogen to serum albumin ratio as a new prognostic indicator in type 2 diabetes mellitus patients with chronic kidney disease. Sci Rep 2024;14(1):8002. DOI: 10.1038/s41598-024-58678-4
22. Zhang J, Deng Y, Wan Y, He S, Cai W, Xu J. Association Between Serum Albumin Level and Microvascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther 2022;15:2173-82. DOI: 10.2147/DMSO.S373160
23. Hong C, Zhu H, Zhou X, Zhai X, Li S, Ma W, et al. Association of Blood Urea Nitrogen with Cardiovascular Diseases and All-Cause Mortality in USA Adults: Results from NHANES 1999–2006. Nutrients 2023;15(2):461. DOI: 10.3390/nu15020461
24. Lontchi-Yimagou E, Sobngwi E, Matsha TE, Kengne AP. Diabetes Mellitus and Inflammation. Curr Diab Rep 2013;13(3):435-44. DOI: 10.1007/s11892-013-0375-y
25. Hattori S. Anti-inflammatory effects of empagliflozin in patients with type 2 diabetes and insulin resistance. Diabetol Metab Syndr 2018;10(1):93. DOI: 10.1186/s13098-018-0395-5
26. Caratti G, Stifel U, Caratti B, Jamil AJM, Chung KJ, Kiehntopf M, et al. Glucocorticoid activation of anti-inflammatory macrophages protects against insulin resistance. Nat Commun 2023;14(1):2271. DOI: 10.1038/s41467-023-37831-z
27. Anusree SS, Sindhu G, Preetha Rani MR, Raghu KG. Insulin resistance in 3T3-L1 adipocytes by TNF-α is improved by punicic acid through upregulation of insulin signalling pathway and endocrine function, and downregulation of pro-inflammatory cytokines. Biochimie 2018;146:79-86. DOI: 10.1016/j.biochi.2017.11.014
28. Henstridge DC, Bruce CR, Pang CP, Lancaster GI, Allen TL, Estevez E, et al. Skeletal muscle-specific overproduction of constitutively activated c-Jun N-terminal kinase (JNK) induces insulin resistance in mice. Diabetologia. 2012;55(10):2769-2778. doi:10.1007/s00125-012-2652-8
29. Bayan N, Yazdanpanah N, Rezaei N. Role of toll-like receptor 4 in diabetic retinopathy. Pharmacol Res 2022;175:105960. DOI: 10.1016/j.phrs.2021.105960
30. Jin M, Fang J, Wang JJ, Shao X, Xu SW, Liu PQ, et al. Regulation of toll-like receptor (TLR) signaling pathways in atherosclerosis: from mechanisms to targeted therapeutics. Acta Pharmacol Sin 2023;44(12):2358-75. DOI: 10.1038/s41401-023-01123-5
31. Reynolds L, Luo Z, Singh K. Diabetic complications and prospective immunotherapy. Front Immunol 2023;14:1219598. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1219598
32. Luo J, Ning T, Li X, Jiang T, Tan S, Ma D. Targeting IL-12 family cytokines: A potential strategy for type 1 and type 2 diabetes mellitus. Biomed Pharmacother 2024;170:115958. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.115958

33. Kanter JE, Bornfeldt KE. Inflammation and diabetes-accelerated atherosclerosis: myeloid cell mediators. Trends Endocrinol Metab 2013;24(3):137-44. DOI: 10.1016/j.tem.2012.10.002
34. Yuan T, Yang T, Chen H, Fu D, Hu Y, Wang J, et al. New insights into oxidative stress and inflammation during diabetes mellitus-accelerated atherosclerosis. Redox Biol 2019;20:247-60. DOI: 10.1016/j.redox.2018.09.025
35. Sheinenzon A, Shehadeh M, Michelis R, Shaoul E, Ronen O. Serum albumin levels and inflammation. Int J Biol Macromol 2021;184:857-62. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.140
36. Arques S. Human serum albumin in cardiovascular diseases. Eur J Intern Med 2018;52:8-12. DOI: 10.1016/j.ejim.2018.04.014
37. ang Y, Feng X, Liu N, Zhou Y, Wang Y, Chen Z, et al. Relationship between systemic immune inflammation index and mortality among US adults with different diabetic status: Evidence from NHANES 1999-2018. Exp Gerontol 2024;185:112350. DOI: 10.1016/j.exger.2023.112350
38. Zhang J, Fan X, Xu Y, Wang K, Xu T, Han T, et al. Association between inflammatory biomarkers and mortality in individuals with type 2 diabetes: NHANES 2005–2018. Diabetes Res Clin Pract 2024;209:111575. DOI: 10.1016/j.diabres.2024.111575
39. Hong J, Huang QQ, Liu WY, Hu X, Jiang FF, Xu ZR, et al. Three Nutritional Indices Are Effective Predictors of Mortality in Patients With Type 2 Diabetes and Foot Ulcers. Front Nutr 2022;9:851274. DOI: 10.3389/fnut.2022.851274
40. Cigolle CT, Blaum CS, Lyu C, Ha J, Kabeto M, Zhong J. Associations of Age at Diagnosis and Duration of Diabetes With Morbidity and Mortality Among Older Adults. JAMA Netw Open 2022;5(9):e2232766. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.32766

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Valoración nutricional

Development of an anthropometric equation to estimate muscle mass in healthy Brazilian adults

Desarrollo de una ecuación antropométrica para estimar la masa muscular en adultos sanos brasileños

Barbara Toledo Amstalden[1], Laísa Ribeiro Silva de Abreu[1], Paula Garcia Chiarello[1], Alceu Afonso Jordao[1], Mirele Savegnago Mialich[1,2]

[1]Department of Health Sciences. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, São Paulo. Brazil. [2]Department of Nutrition. Barão de Maua University Center. Ribeirão Preto, Brazil

Abstract

Introduction: anthropometry is a practical and low-cost method for assessing body composition, capable of estimating body compartments. Skeletal muscle mass (SMM) is an important tissue for decision-making in clinical practice and for monitoring the health status of individuals. However, anthropometric equations that estimate SMM have limitations according to the specificities of the samples from which they were developed.

Objective: the objective of this study was to develop a predictive anthropometric equation capable of estimating SMM in a sample of healthy Brazilian adults.

Method: cross-sectional study using anthropometric and bioelectrical impedance analysis (BIA) data from 499 volunteers. To develop the equation, linear regression method was used, calculating adjusted R^2 and standard error of estimate (SEE), in addition to the intraclass correlation coefficient (ICC) and the Bland-Altman test.

Results: the final equation was: SMM (kg) = Height (cm) x (0.219 + 0.00001 x corrected thigh circumference^2 [cm] + 0.00005 x corrected arm circumference^2 [cm] + 0.00002 x corrected calf circumference^2 [cm]) + 1.96 x Sex (Women = 0; Men = 1) + 0.079 x Weight (kg) - 26.98 (R^2adj = 95.4 % and SEE = 1.522), which presented high agreement with SMM by BIA and the highest ICC, compared to other equations from literature (CCI = 0.988, 95 % CI [0.986-0.990]). The Bland-Altman analysis showed that the equation presented good agreement with the values obtained by BIA.

Conclusion: the equation presented satisfactory diagnostic performance for estimating SMM in relation to BIA and uses parameters commonly collected in clinical practice.

Keywords:

Body size. Muscles. Anthropometry. Predictive models.

Received: 12/12/2024 • Accepted: 05/06/2025

Acknowledgments: We would like to thank the São Paulo Research Foundation (FAPESP) for funding and enabling the development of this research.

Funding: The development of this research was financed and made possible by the São Paulo Research Foundation (FAPESP).

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Amstalden BT, Abreu LRS, Chiarello PG, Jordao AA, Mialich MS. Development of an anthropometric equation to estimate muscle mass in healthy Brazilian adults. Nutr Hosp 2025;42(4):720-727

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05666

Correspondence:

Bárbara Toledo Amstalden. Department of Health Sciences. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Av. Miguel Covian, 120. 14049-900 Ribeirão Preto, São Paulo. Brazil
e-mail: ba.amstalden@usp.br

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: la antropometría es un método práctico y de bajo coste para evaluar la composición corporal, capaz de estimar los compartimentos corporales. La masa muscular esquelética (MME) es un tejido importante para la toma de decisiones en la práctica clínica y para monitorear el estado de salud de los individuos. Sin embargo, las ecuaciones antropométricas que estiman la MME tienen limitaciones de acuerdo con las especificidades de las muestras a partir de las cuales se desarrollaron.

Objetivo: el objetivo de este estudio fue desarrollar una ecuación antropométrica predictiva capaz de estimar la MME en una muestra de adultos sanos brasileños.

Método: estudio transversal utilizando datos antropométricos y de análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) de 499 voluntarios. Para desarrollar la ecuación, se utilizó el método de regresión lineal, calculando R2 ajustado y error estándar de estimación (SEE), además del coeficiente de correlación intraclase (ICC) y la prueba de Bland-Altman.

Resultados: la ecuación final fue: MME (kg) = altura x (0,219 + 0,00001 x circunferencia del muslo corregida^2 + 0,00005 x circunferencia del brazo corregida^2 + 0,00002 x circunferencia de la pantorrilla corregida^2) + 1,934 x Sexo (Mujeres = 0; Hombres = 1) + 0,079 x Peso - 26,98 (R^2adj = 95,4 % y SEE = 1,522), que presentó una alta concordancia con la MME por BIA y el mayor ICC, en comparación con otras ecuaciones de la literatura (ICC = 0,988, IC 95 % [0,986-0,990] $p < 0,001$). El análisis de Bland-Altman mostró que la ecuación presenta una buena concordancia con los valores obtenidos por BIA.

Conclusión: la ecuación presentó un desempeño diagnóstico satisfactorio para estimar la MME en relación con la BIA y utiliza parámetros comúnmente recolectados en la práctica clínica.

Palabras clave:

Composición corporal.
Tamaño corporal.
Músculos. Antropometría.
Modelos predictivos.

INTRODUCTION

In order to study body composition, it is necessary to understand three interrelated areas: the levels of body composition, the techniques used to measure body composition, and the biological factors that influence it. Regarding the levels of body composition, there are five levels of increasing complexity: atomic, molecular, cellular, tissue system, and whole body. The first level (atomic) refers to the chemical elements that constitute our body, such as oxygen, carbon, hydrogen molecules. The second level, or molecular, refers to the components of our body, formed from the combination of molecules from the first level, such as water, proteins, glycogen, minerals, and lipids. Likewise, the components of the third level, cells, extracellular fluid, and extracellular solids, are organized and form the tissue level (or fourth level), divided into tissues, organisms, and systems. Finally, the whole-body level (fifth level) includes characteristics that are unique to the human body. This 5-level model presents us with a structure that facilitates the study and understanding of the composition of the human body beyond an individual compartment or level (1).

In this sense, the methods for assessing body composition consider different chemical elements that constitute a living organism and can be divided into three categories: direct, indirect, and doubly indirect. The dissection of cadavers, the only truly direct method, despite providing high precision in the analysis of composition, it is difficult to apply (2,3). Indirect methods, such as DXA, computed tomography, and magnetic resonance imaging, allow the quantification and evaluation of body components in a detailed, precise manner, however, they have limited applicability due to the high cost, low portability, and high complexity-required of the equipment for the analyses (4-6). In clinical practice and for population assessments, doubly indirect forms of assessment are preferred, which, despite being less rigorous and precise, are less costly and require less training for their application (3), such as bioelectrical impedance analysis (BIA) and anthropometric assessments.

BIA is a two-compartment body composition model-based method: fat mass and fat-free mass (7). To determine the body compartments, the equipment applies a low-intensity, painless electric current that circulates through the human body and measures the opposition imposed by the body components to the passage of the current (8,9). The different components of the body impose different resistances to the passage of the electric current (9). Fat tissue presents greater resistance to the passage of the current due to its low water content, while fat-free tissue presents less resistance to the flow of the current because it concentrates a higher amount of water and electrolytes (10). BIA is a widely-used tool in clinical practice because of its low cost, portability, easy application, and acceptable levels of reliability and accuracy in body composition estimates (7). However, BIA is not always available in health services and the feasibility of its usage is limited by various standardized conditions regarding body position, food intake, previous exercise performance, and body temperature, which all must be met aiming to reduce errors and obtain accurate results (8,11).

Nonetheless, anthropometry is an inexpensive method that requires little equipment, easy to use, available in most health services, and it allows assessment in different environments (7,10). This assessment tool uses anthropometric measurements of the human body as weight, standing height, skinfold thickness (ST), circumferences, lengths, and widths of the limbs to estimate body size and proportions (7,12). This estimate is made throughout predictive equations, using both anthropometric parameters and regression analysis from other laboratory methods (13). Therefore, given the limitations imposed by other body assessment methods, including BIA, the use of predictive anthropometric equations is a low-cost, an effective alternative for measuring muscle mass in clinical practice and population studies.

Depending on the method chosen, body composition assessment can be performed with one, two, or several compartments. Skeletal muscle mass (SMM), the main and critical component of fat-free mass, is a metabolically active tissue (7) that is very

important and related to different health outcomes. When in decline, muscle mass is associated with impaired immune function, physical disability, low quality of life, and negative clinical outcomes (14,15). Thus, accessing and assessing muscle mass become an important way to monitor an individual's health status since its analysis can provide relevant information for clinical decision-making, predicting survival outcomes, and determining the patient's quality of life (16).

Some previous studies have developed predictive anthropometric equations (Table I) using individual anthropometric measurements related to muscle mass and other important variables as sex, age, level of physical activity, and ethnicity. Although relevant, these few studies suggest models with limited applicability to the population in which they were developed and/or validated, since the mathematical model of the equation carries the specificities of each sample that the equation was created from (7). Given the above, the present study aims to develop a predictive equation to estimate muscle mass in a sample of healthy Brazilian adults.

MATERIALS AND METHODS

PARTICIPANTS

This is a cross-sectional study that uses anthropometric and bioelectrical impedance analysis data collected during the period of 2021 and 2022 from individuals who voluntarily participated in the Iris Project, a project whose objective was to create a method for assessing human body composition through a computer vision system that uses artificial intelligence (AI). The sample consists of 499 individuals, of both sexes, between 18 and 62 years old. Participants were recruited through partnerships with public and private institutions, through issued virtual announcements. Before data collection began, participants received instructions on how to prepare for the BIA and signed the Free and Informed Consent Form (CAAE protocol number: 45544221.6.0000.5421).

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

Anthropometric measurements were collected by an evaluator and researcher who underwent international accreditation for the standardization of anthropometric measurements at an international level and, then, holds the ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) level I anthropometrist certificate. In addition, measurements were performed using properly calibrated equipment such as a tape measure (Sanny, TR4010, SECA 201), caliper (Lange), stadiometer (SECA 217), high-precision digital scale (InBody 270), and caliper (Cescorf Innovare).

Among the measurements collected that hold interests for the present study there are weight (kg), height (m), arm, thigh and calf circumferences (cm), and triceps, thigh, calf skinfold measurements (mm). For height, the individual was instructed to stand upright, with his/her heels together and the upper part of his/her back in contact with the stadiometer scale, used to determine height in meters (m). Body mass was determined in kilograms (kg) using the scale present in the bioelectrical impedance analysis equipment, and, for this purpose, the volunteer was instructed to position himself/herself in the center of the equipment.

Circumference measurements were obtained by using a tape measure. To obtain arm and calf circumference, the subject was first instructed to stand with arms hanging along the trunk and feet slightly apart. The tape measure was then positioned at the level of the acromial-radiale medial anatomical point and at the level of the calf fold, respectively. For thigh circumference, the volunteer remained standing with arms crossed over the chest and the tape measure was positioned at the level of the trochanterion-tibiale lateraled medial point.

Table I. Anthropometric equations predictive of muscle mass present in the scientific literature

Equation	Study	Predictive anthropometric equation
A	Heymsfield et al. (1982) (23)	SMM (kg) = Ht x [0,0264 + (0,0029 x CMMA)]
B	Doupe et al. (1997) (18)	SMM (g) = Ht x (0,031 x MTC^2 + 0,064 x CCC^2 + 0,089 x $CUAC^2$) - 3006
C	Martin et al. (1990) (19)	SMM (g) = Ht x (0,0553 x TC^2 + 0,0987 x FC^2 + 0,0331 x CCC^2) - 2445
D	Lee et al. (2000) (17)	SMM (kg) = Ht x (0,00744 x $CUAC^2$ + 0,00088 x CTC^2 + 0,00441 x CCC^2) + 2,4 x S - 0,048 x Ag + Rd + 7,8
E	Lee et al. (2000) (17)	SMM (kg) = 0,244 x BW + 7,8 x Ht + 6,6 x S - 0,098 x Ag + Re - 3,3
F	Kawakami et al. (2021) (25)	SMM (kg) = 2,955 x S + 0,255 x BW - 0,130 x WC + 0,308 x CC + 0,081 x Ht - 11,897

SMM: skeletal muscle mass; Ht: height; CMMA: corrected mid-arm muscle area; MTC: modified thigh circumference; CCC: corrected calf circumference; CUAC: corrected upper arm circumference; TC: thigh circumference; FC: forearm circumference; CTC: corrected thigh circumference; S: sex (H = 1, M = 0); Ag: age; Rd: race referring to equation d (Asian descent = -2.0; African descent = 1.1; Caucasians = 0.0); BW: body weight; Re: race referring to equation e (Asian descent = -1.2; African descent = 1.4; Caucasians = 0.0); WC: waist circumference; CC: calf circumference.

To obtain the triceps skinfold, the individual was instructed to remain with the right arm hanging down along the trunk and the researcher palpated the location of the fold measurement parallel to the longitudinal axis of the arm, at the location of the triceps fold. To measure the mid-thigh fold, the individual sat upright on the edge of an anthropometric bench, with the knee extended and the heel on the floor and supported the hamstrings, elevating the posterior femoral region enabling the measurement being performed with the plicometer. And for the calf skinfold, the volunteer was instructed to position the right knee flexed at a 90° angle while the anthropometrist obtained the fold value parallel to the longitudinal axis of the leg. In addition to anthropometric measurements, before starting the procedures the volunteers were asked about their age, gender, physical activity, and self-classified ethnicity.

BIOELECTRIC IMPEDANCE ANALYSIS

To perform the bioelectrical impedance analysis (BIA), the InBody 270 equipment from Biospace Co (Seoul, Korea) was used. It is a tetrapolar, multifrequency device with frequencies of 20 kHz and 100 kHz and lasts 45 seconds. To perform the BIA, the volunteers received a preparation protocol that included the following instructions: fast for 4 hours for solids and 2 hours for liquids, empty the bladder before going for collection, do not do intense physical exercise for 24 hours before the exam, remain standing for 5 minutes before the test, do not take the exam after a long hot bath or one day after a sauna or during the menstrual period, and hydrate normally in the previous days. At the time of the exam, the volunteers stood on the scale barefoot, wearing light clothing free of metal ornaments, and placed their hands and feet on the electrodes.

STATISTICAL ANALYSIS

To develop the equations, a t-test for independent samples was performed to analyze the distribution pattern of the means of sex and race regarding the mean values of SMM. Then, the Pearson correlation coefficient was calculated between the anthropometric and individual variables and the SMM obtained by BIA. To calculate the correlation coefficient, we used anthropometric parameters applied to equations of circumference corrected by skinfold (Circumference corrected by skinfold = circumference of the limb - [skinfold of the same limb x]) and applied to equations of circumference corrected by skinfold adjusted to the three-dimensionality of the body (parameter adjusted to three-dimensionality = circumference corrected by skinfold^2 x height). These equations are used in studies aimed at developing predictive equations for muscle mass since they aim to estimate SMM more directly (17-19).

From the results obtained in the initial analyses, an anthropometric equation was developed using the linear regression model and some mathematical adjustments were made to maintain only significant variables in the predictive models and to reduce and adapt the VIF (Variance Inflation Factor).

To analyze the diagnostic performance of the equation, the R^2adj values, which demonstrate the accuracy of the model, and the SEE, that indicates the adjustment of the equation in relation to the muscle mass values obtained by BIA, were analyzed. Then, the Pearson correlation test and a paired t-test were applied to verify the relationship between the muscle masses obtained by the proposed equation and the existing equations regarding the muscle mass values obtained by the BIA equipment.

We also use the ICC and the Bland-Altman test as tools for analyzing diagnostic performance. The ICC is a parameter, whose results range from 0 to 1, that measures the precision of a measuring instrument; the closer it is to 1, the greater the interclass correlation between the instruments. The Bland-Altman test, on the other hand, aims to evaluate the agreement of two different methods (anthropometric equations and BIA) in measuring SMM.

RESULTS

About the 499 participants of the present study, the average age of women is 28.1 ± 9.6 years old and of men 28.1 ± 8.6 years old, while the average SMM by BIA of women is 22.8 ± 3.2 kg, being lower than of men, 34.6 ± 5.4 kg. The other information of the sample used is presented in table II.

To develop the equation, the results of the t-test for independent samples showed that although there was a significant difference between the sexes ($p < 0.001$), there were no significant differences between the races ($p = 0.45$). Meanwhile, the results of the Pearson correlation coefficient, applied to check the relationship between the SMM obtained through BIA and the individual and anthropometric variables (Table III), indicate that, apart from age, all other variables had a high correlation with the SMM (between 0,792 and 0,910, with $p < 0.001$). Based on the test results, we differentiated the sexes in the equation and included the parameters weight and arm, calf and mid-thigh circumferences, corrected and adjusted for height. Thus, mathematical models were developed through linear regression, and the model with good adjusted R^2 and SEE values was chosen, which is:

SMM (kg) = Height (cm) x (0.219 + 0.00001 x corrected thigh circumference^2 [cm] + 0.00005 x corrected arm circumference^2 [cm] + 0.00002 x corrected calf circumference^2 [cm]) + 1.96 x Sex (Women = 0; Men = 1) + 0.079 x Weight (kg) - 26.98 (R^2adj = 95.4 % and SEE = 1.52 kg)

Regarding the diagnostic performance of the new model, the results of the Pearson correlation coefficient, established between the SMM obtained by the new and existing anthropometric equations, and SMM by BIA, displayed in table IV, showed that all equations have a high correlation with the SMM by BIA (*r* between 0.900 and 0.977). However, the new model presented a greater correlation with the SMM by BIA in relation to the other equations (*r*: 0.977). About the paired t-test applied, table V shows that only the predictive model developed by the current study did not

Table II. Anthropometric characterization of the 499 study volunteers, divided by sex

Sample characterization			
	All volunteers (*n* = 499)	**Women (*n* = 309)**	**Men (*n* = 190)**
Age (years)	28.1 ± 9.2	28.1 ± 9.6	28.1 ± 8.6
Body weight (kg)	67.4 ± 13.9	61.7 ± 10.7	76.8 ± 13.7
Height (cm)	168.2 ± 8.9	163.3 ± 6.1	176.1 ± 7.0
BMI (kg/m^2)	23.7 ± 3.7	23.1 ± 3.6	24.7 ± 3.8
Arm circumference (cm)	29.7 ± 4.2	28.0 ± 3.5	32.4 ± 3.8
Thigh circumference (cm)	51.7 ± 5.0	51.0 ± 4.9	52.8 ± 4.9
Calf circumference (cm)	35.9 ± 2.9	35.3 ± 2.9	36.8 ± 2.9
Triceps ST (mm)	17.9 ± 7.5	21.4 ± 6.2	12.2 ± 5.7
Thigh ST (mm)	29.1 ± 11.9	34.8 ± 9.7	20.0 ± 9.3
Calf ST (mm)	17.3 ± 8.3	21.0 ± 7.4	11.3 ± 5.6
Muscle mass by BIA	27.3 ± 7.1	22.8 ± 3.2	34.6 ± 5.4

BMI: body mass index; ST: skinfold thicknesses; BIA: bioelectrical impedance analysis. Results expressed as mean ± standard deviation. p-value calculated through Student's t-test and considering the differences between males and females.

Table III. Pearson's correlation coefficient between age and anthropometric parameters and whole-body skeletal muscle mass obtained by bioelectrical impedance analysis

Pearson's correlation coefficient in relation to SMM obtained by BIA (*n* = 499)	
	r
Age (years)	0.043
Body weight (kg)	0.816
Height (m)	0.833
Corrected arm circumference*	0.878
Corrected thigh circumference†	0.792
Corrected calf circumference‡	0.806
Corrected arm circumference adjusted to three-dimensionality	0.910
Corrected thigh circumference adjusted to three-dimensionality	0.864
Corrected calf circumference adjusted to three-dimensionality	0.880

**Arm circumference corrected by triceps skinfold thickness; †Thigh circumference corrected by thigh skinfold thickness; ‡Calf circumference corrected by calf skinfold thickness.*

Table IV. Pearson's correlation coefficient between whole-body skeletal muscle mass obtained by anthropometric equations, new model and models already existing in the scientific literature, and whole-body skeletal muscle mass obtained by BIA

Pearson correlation coefficient between SMM by BIA and anthropometric equations		
	r	***n***
Heymsfield et al. (1982) (A) (kg)	0.900	499
Doupe et al. (1997) (B) (kg)*	0.914	190
Martin et al. (1990) (C) (kg)	0.936	499
Lee et al. (2000) (D) (kg)	0.949	499
Lee et al. (2000) (E) (kg)	0.936	499
Kawakami et al. (2021) (F) (kg)	0.931	499
New anthropometric equation (kg)	0.977	499

*BIA: bioelectrical impedance analysis; SMM: whole-body skeletal muscle mass, in kg. *Doupe et al.'s (1997) equation was compared only with the male sample (n = 190).*

Table V. Paired *t*-test between whole-body skeletal muscle mass obtained by anthropometric equations, new model and models already existing in the scientific literature, and whole-body skeletal muscle mass obtained by BIA

Paired t-test between the SMM values obtained by the equations and the SMM obtained by BIA				
	95 % CI Lower	Superior	*t*	*p*
Heymsfield et al. (1982) (A)	-3.46	-2.68	-15.37	< 0.001
Doupe et al. (1997) (B)	3.28	4.30	14.71	< 0.001
Martin et al. (1990) (C)	2.74	3.31	21.07	< 0.001
Lee et al. (2000) (D)	-2.66	-2.26	-24.41	< 0.001
Lee et al. (2000) (E)	-1.32	-0.88	-9.75	< 0.001
Kawakami et al. (2021) (F)	-6.43	-5.85	-42.04	< 0.001
New anthropometric equation	-0.08	0.19	0.79	0.426

BIA: bioelectrical impedance analysis; SMM: whole-body skeletal muscle mass, in kg; 95 % CI: 95 % confidence interval.

present a significant difference in relation to the estimate made by BIA (*p*: 0.426) while the other equations presented $p < 0.001$. The ICC values, also calculated (Table VI), demonstrate that the SMM estimated by all models presents a strong correlation with the SMM of BIA (ICC values greater than 0.6). Finally, the interpretation of the graphs obtained by the Bland-Altman test (Fig. 1) allows us to observe that the agreement value was higher for the SMM obtained by the new equation developed.

Table VI. Interclass correlation coefficient of predictive anthropometric equations already existing in the literature and of the new predictive model

Interclass correlation coefficient of SMM obtained by BIA and anthropometric equations			
	ICC	95 % CI Lower	Superior
Heymsfield et al. (1982) (A)	0.894	0.699	0.947
Doupe et al. (1997) (B)	0.852	0.179	0.946
Martin et al. (1990) (C)	0.922	0.577	0.970
Lee et al. (2000) (D)	0.941	0.523	0.980
Lee et al. (2000) (E)	0.957	0.928	0.972
Kawakami et al. (2021) (F)	0.718	-0.208	0.914
New model of anthropometric equation	0.988	0.986	0.990

BIA: bioelectrical impedance analysis; SMM: whole-body skeletal muscle mass, in kg; 95 % CI: 95 % confidence interval.

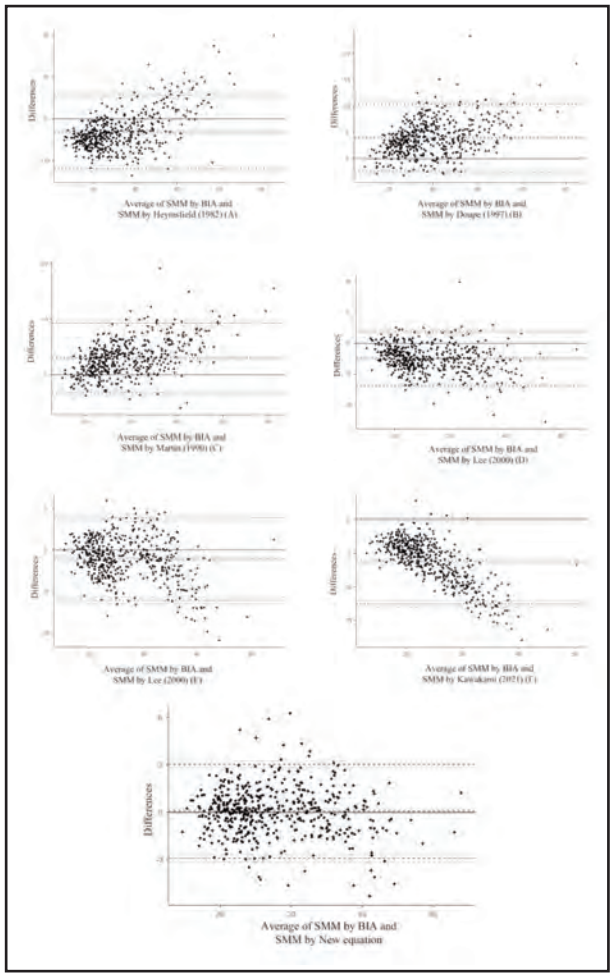


Figure 1. Bland and Altman plot for comparison between muscle mass obtained by anthropometric equations and by BIA (SMM: whole-body skeletal muscle mass, in kg; BIA: bioelectrical impedance analysis).

DISCUSSION

This study was dedicated to the development of a predictive equation using anthropometric parameters and personal information commonly collected in clinical practice, aiming to obtain a simple method capable of estimating SMM in healthy Brazilian adults.

Access to body composition allows to develop some broader understanding of the body's metabolic and disease processes (20) and the identification of changes in nutritional status (8). Skeletal muscle mass is a compartment that has been the target of studies as its both quantity and quality regulate the metabolic health of the entire body (21). Furthermore, once reduced, SMM is associated with adverse clinical outcomes and it is a defining criterion for the diagnosis of sarcopenia, cachexia, and malnutrition (14). Thus, access to this compartment has become essential in investigations and in the clinical context (7).

Being a simple method that appears to be least affected by everyday factors, such as food intake, hydration status, and daily activities (10), anthropometry is widely used in clinical practice to assess body compartments (7). In this context, anthropometric equations predictive of muscle mass have gained prominence and have been developed over the years, each one aimed at a different population, since the equation carries in the model the characteristics of the sample from which it was developed (7). The classic equations by Martin et al. (19) and Doupe et al. (18) were developed and validated in a sample of 12 cadavers using the cadaveric dissection method. Despite being a direct method and, therefore, highly accurate (3), the sample, in both projects, was small and the individuals were between 55 and 83 years old. Setting that, Gobbo et al. (22) identified significant differences between the prediction of SMM obtained by the equations of Martin et al. (19) and Doupe et al. (18) and reference values obtained by DXA ($p < 0.05$) for the sample of Brazilian men aged 18 to 36 years.

Unlike the authors aforesaid, Heymsfield et al. (23) proposed an equation from the arm muscle area as an anthropometric parameter and using the indirect method of computed tomography as a reference. Despite being a simple equation that used the gold standard method for determining SMM (24), the sample included volunteers between 20 and 70 years of age with a history of chronic diseases and malnutrition in addition to being healthy. Moreover, the later study by Martin et al. (19) found that the equation underestimated the SMM estimate compared to cadaveric dissection data when applied to a sample of cadavers. Another study by Kawakami et al. (25) used an indirect method, DXA, as reference, whose equation was designed to include anthropometric parameters commonly collected in health screenings in Japan (equation F). Although the sample of their project is large, made up of 1262 volunteers, the volunteers are Japanese age ranging from 40 and to 87, a specific population with different characteristics from Brazilians.

Finally, the equation by Lee et al. (17) aimed to create two predictive models of SMM in healthy individuals, throughtout magnetic resonance imaging as reference. The sample used in that study was large, including 244 participants, aged from 20 to 81 years from 4 different racial groups. When applying the equation to a sample of Brazilian male college students, Gobbo et al. (22) reported that the equation by Lee et al. (17) had no significant difference ($p > 0.05$) from the SMM estimated by DXA. Despite the good performance in young men, the equation by Lee et al. (17) was developed with adults and elderly people as well as the equations by Martin et al. (19), Doupe et al. (18), Heymsfield et al. (23), and Kawakami et al. (25). Considering that aging is marked by progressive changes in body composition, especially a progressive reduction in SMM (26), the equations developed with elderly people may not be suitable when applied to young and adult populations.

The model developed in this study was conducted mostly with adults aged from 18 to 59 (98.6 %), with 94.45 % being individuals under 49, an age Jassen et al. (27) have identified a noticeable reduction in the absolute SMM. This makes the sample more homogeneous in terms of age, possibly reducing the influence the participation of a portion of elderly people could have on the predictive model. Furthermore, the sample is settled entirely on Brazilians, which is a difference in relation to the other equations presented here.

Regarding the structure of the equation, we started from general concepts, as well as those of Lee et al. (17) and other authors (18,19), that limb circumferences corrected for skinfolds provide a measure of the corresponding circumferences of appendicular lean tissue, appendicular lean tissue circumferences squared estimate lean tissue area, and the product between the sum of the estimated areas of appendicular lean tissue and height provides a measure of total body muscle mass. In addition, we selected parameters that could reflect the SMM, understanding that the anthropometric parameters of a muscle group reflect the muscle mass of that group and that the muscle mass of one or more muscle groups is directly related to the SMM (19). To select the muscle groups, we observed the equations already existing in the literature. Kawakami et al. (25) reported a strong correlation between calf circumference and SMM (r: 0.82), Lee et al. (17), and Doupe et al. (18) included calf, arm, and thigh circumferences in their respective equations. All these observations led to the inclusion of upper and lower body limb parameters, as done by Doupe et al. (18).

In summary, the developed model had better diagnostic performance in comparison with previously-mentioned equations, with lower Standard Error of Estimate (SEE: 1.52) and higher Interclass Correlation Coefficient (ICC: 0.988; $p < 0.001$) and Pearson's correlation values in relation to BIA (r: 0.977) and it includes parameters with a strong correlation with SMM in the formulation. Furthermore, it used a more homogeneous sample regarding age and nationality. Therefore, the new predictive mathematical model can be used as a new tool for assessing skeletal muscle mass in the population in question. It is noteworthy that, although it provides good diagnostic performance, it remains the necessity of validating the equation in the population from which it was developed and in other populations.

REFERENCES

1. Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr 1992;56(1):19-28. DOI: 10.1093/ajcn/56.1.19
2. Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the Measures of Body Fat Assumptions or Technique? Sports Med 1991;11(5):277-88. DOI: 10.2165/00007256-199111050-00001
3. Monteiro AB, Fernandes Filho J. Analysis of the body composition: a revision of methods. Rev bras cineantropom desempenho hum 2002;4(1):80-92.
4. Sant'Anna MS, Priore SE, Franceschini SDC. Methods of body composition evaluation in children. Rev Paul Pediatr 2009;27(3):315-21. DOI: 10.1590/S0103-05822009000300013
5. Abdalla PP, da Silva LSL, Venturini ACR, Júnior MFT, Schneider G, dos Santos AP, et al. Anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass from dual-energy X-ray absorptiometry (DXA): A scoping review. Arch Gerontol Geriatr 2023;110. DOI: 10.1016/j.archger.2023.104972
6. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method 1-3. Am J Clin Nutr 2002;76:378-83. DOI: 10.1093/ajcn/76.2.378
7. Macedo DS, Leite CDMBA, Frehner C, Taconeli C, Teive HAG, Schieferdecker MEM. Predictive equations for muscle mass in patients with spinocerebellar ataxia. Nutr Hosp 2019;36(2):350-5. DOI: 10.20960/nh.2058
8. Holmes CJ, Racette SB. The utility of body composition assessment in nutrition and clinical practice: an overview of current methodology. Nutrients 2021;13(8). DOI: 10.3390/nu13082493
9. Mialich MS, Faccioli Sicchieri JM, Afonso A, Junior J, Sicchieri JMF. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. Int J Clin Nutr 2014;2(1):1-10. DOI: 10.12691/ijcn-2-1-1
10. Kasper AM, Langan-evans C, Hudson JF, Brownlee T, Harper L, Naughton R, et al. Come back skinfolds, all is forgiven: A narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. Nutrients 2021;13(4). DOI: 10.3390/nu13041075
11. Kyle UG, Bosaeus I, de Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. Clin Nutr 2004;23(6):1430-53. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.09.012
12. National Center for Health Statistics. NHANES Anthropometry Procedures Manual 2021. Available from: https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/public/2021/manuals/2021-Anthropometry-Procedures-Manual-508.pdf
13. López-Taylor JR, González-Mendoza RG, Gaytán-González A, Jiménez-Alvarado JA, Villegas-Balcázar M, Jáuregui-Ulloa EE, et al. Accuracy of Anthropometric Equations for Estimating Body Fat in Professional Male Soccer Players Compared with DXA. J Sports Med (Hindawi Publ Corp) 2018;2018:1-7. DOI: 10.1155/2018/6843792
14. Prado CM, Landi F, Chew STH, Atherton PJ, Molinger J, Ruck T, et al. Advances in muscle health and nutrition: A toolkit for healthcare professionals. Clin Nutr 2022;41(10):2244-63. DOI: 10.1016/j.clnu.2022.07.041
15. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing 2019;48(1):16-31. DOI: 10.1093/ageing/afy169
16. Prado CMM, Heymsfield SB. Lean tissue imaging: A new era for nutritional assessment and intervention. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2014;38(8):940-53. DOI: 10.1177/0148607114550189
17. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass developing and cross validation of anthropometric predictions models. Am J Clin Nutr 2000;72(3):796-803. DOI: 10.1093/ajcn/72.3.796.
18. Doupe MB, Martin AD, Searle MS, Kriellaars DJ, Giesbrecht GG. A new formula for population-based estimation of whole body muscle mass in males. Can J Appl Physiol 1997;22(6):598-608. DOI: 10.1139/h97-039
19. Martin A D, Spenst L F, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. Med Sci Sports Exerc 1990;22(5):729-33. DOI: 10.1249/00005768-199010000-00027
20. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. J Investig Med 2018;66(5):887-95. DOI: 10.1136/jim-2018-000722
21. Koo BK. Assessment of Muscle Quantity, Quality and Function. J Obes Metab Syndr 2022;31(1):9-16. DOI: 10.7570/JOMES22025
22. Gobbo L, Cyrino ES, Petroski E, Cardoso JR, Carvalho FO, Romanzini M, et al. Validation of Anthropometric Equations for the Estimation of Muscular Mass by Dual Energy X-ray Absorptiometry In Male College Students. Rev Bras Med Esporte 2008;14(4):376-80. DOI: 10.1590/S1517-86922008000400011
23. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. Am J Clin Nutr 1982;36(4):680-90. DOI: 10.1093/ajcn/36.4.680
24. Beaudart C, Bruyère O, Geerinck A, Hajaoui M, Scafoglieri A, Perkisas S, et al. Equation models developed with bioelectric impedance analysis tools to assess muscle mass: A systematic review. Clin Nutr ESPEN 2020;35:47-62. DOI: 10.1016/j.clnesp.2019.09.012
25. Kawakami R, Miyachi M, Tanisawa K, Ito T, Usui C, Midorikawa T, et al. Development and validation of a simple anthropometric equation to predict appendicular skeletal muscle mass. Clin Nutr 2021;40(11):5523-30. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.09.032
26. de Campos GC, Lourenço RA, Molina M del CB. Mortality, sarcopenic obesity, and sarcopenia: Frailty in Brazilian Older People Study – FIBRA – RJ Rev Saude Publica 2021;55. DOI: 10.11606/S1518-8787.2021055002853
27. 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 (1985) 2000;89(1):81-8. DOI: 10.1152/jappl.2000.89.1.81

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Valoración nutricional

Prognostic nomogram for overall survival in resectable gastric cancer: incorporating prognostic nutritional index and fibrinogen

Nomograma pronóstico de supervivencia global en cáncer gástrico resecable: incorporación del índice nutricional pronóstico y el fibrinógeno

Hao Guo[1,2], Tingting Wang[1,2], Xiaoyang Jiang[2], Jiajia Wang[2], Xinghao Ma[1,2]

[1]Department of Nutrition. School of Public Health. Anhui Medical University. Hefei, Anhui. People's Republic of China. [2]Department of Clinical Nutrition. Lu'an Hospital. Anhui Medical University. Lu'an, Anhui. People's Republic of China

Abstract

Introduction: few studies have investigated the combined prognostic value of the prognostic nutritional index (PNI) and plasma fibrinogen (FIB) in predicting long-term survival in patients undergoing radical gastrectomy for gastric cancer.

Objectives: this study aimed to examine the association between preoperative PNI, FIB, and overall survival (OS) in patients undergoing radical gastrectomy, and to develop a prognostic nomogram for predicting postoperative OS in gastric cancer patients.

Methods: this retrospective study included 395 patients who underwent radical gastrectomy. Univariate and multivariate Cox proportional hazards regressions were used to identify independent prognostic factors and develop a nomogram for predicting overall survival (OS). The nomogram's accuracy and discriminatory performance were evaluated using the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve, concordance index (C-index), and calibration curve. Decision curve analysis (DCA) was also applied to assess its clinical utility.

Results: the findings from the multivariate COX regression analysis revealed that preoperative PNI, plasma FIB, nerve invasion, and pathological TNM stage were identified as independent predictive variables for postoperative OS in patients who underwent radical gastrectomy ($p < 0.05$). Patients with high PNI (PNI > 49.3) and low FIB (FIB < 3.6) had a substantially greater OS. The nomogram, developed from independent prognostic factors, exhibited a C-index of 0.782, surpassing the predictive accuracy of pathological TNM staging alone (C-index = 0.719) in predicting overall survival (OS).

Conclusions: the prognostic nomogram incorporating PNI and FIB is a reliable tool for forecasting postoperative survival in GC patients and aiding surgeons in devising individualized treatment strategies.

Keywords:

Gastric cancer. Nutrition. Prognostic factor. Plasma fibrinogen. Nomogram.

Received: 18/12/2024 • Accepted: 06/04/2025

Hao Guo and Tingting Wang have contributed equally to this work.

Authors´ contribution: Xinghao Ma made significant contributions to the conception and design, Hao Guo and Tingting Wang to the development of methodology, Xiaoyang Jiang, Xiuming Lu, Chuansi Wang and Jiajia Wang to the acquisition of data, Hao Guo to the analysis and interpretation of data, Hao Guo to the draft of the article, Hao Guo and Tingting Wang to the critical revision of the article, and all authors to the final approval of the present version.

Ethics approval: This research was carried out in line with the Helsinki Declaration. The Ethics Committee of the Lu'an Hospital, Anhui Medical University, gave its clearance for the conduct of this study. The subjects' written, fully informed consent was acquired.

Availability of data and materials: The dataset analyzed for the present study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Guo H, Wang T, Jiang X, Wang J, Ma X. Prognostic nomogram for overall survival in resectable gastric cancer: incorporating prognostic nutritional index and fibrinogen. Nutr Hosp 2025;42(4):728-737

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05679

Correspondence:

Xinghao Ma. Department of Nutrition. School of Public Health. Anhui Medical University.
81 Meishan Road, Hefei 230032, Anhui, China
e-mail: 271307026@qq.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Introducción: pocos estudios han examinado el valor pronóstico combinado del índice nutricional pronóstico (PNI) y el fibrinógeno plasmático (FIB) para predecir la supervivencia a largo plazo en pacientes sometidos a gastrectomía radical.

Objetivos: el objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre el PNI preoperatorio, el FIB y la supervivencia global (SG) en pacientes sometidos a gastrectomía radical, así como desarrollar un nomograma pronóstico para predecir la SG posoperatoria en pacientes con cáncer gástrico (CG).

Métodos: este estudio retrospectivo incluyó a 395 pacientes sometidos a gastrectomía radical. Se utilizaron regresiones de riesgos proporcionales de Cox univariantes y multivariantes para identificar los factores pronósticos independientes y desarrollar un nomograma para predecir la supervivencia global (SG). La precisión del nomograma y su capacidad discriminatoria fueron evaluadas mediante la curva de Característica Operativa del Receptor (ROC), el índice de concordancia (índice C) y la curva de calibración. Además, se aplicó el análisis de curvas de decisión (ACD) para evaluar su utilidad clínica.

Resultados: los resultados del análisis de regresión de Cox multivariante revelaron que el PNI preoperatorio, el FIB plasmático, la invasión nerviosa y el estadio TNM patológico se identificaron como variables predictivas independientes de la SG posoperatoria en pacientes sometidos a gastrectomía radical ($p < 0,05$). Los pacientes con un PNI alto (PNI > 49,3) y un FIB bajo (FIB < 3,6) tuvieron una SG considerablemente mayor. El nomograma, desarrollado a partir de los factores pronósticos independientes, mostró un índice C de 0,782, superando la precisión predictiva de la estadificación TNM patológica por sí sola (índice C = 0,719) en la predicción de la supervivencia global (SG).

Conclusiones: el nomograma pronóstico que incorpora el PNI y el FIB es una herramienta fiable para predecir la supervivencia posoperatoria en pacientes con cáncer gástrico (CG) y para ayudar a los cirujanos en el diseño de estrategias de tratamiento individualizadas.

Palabras clave:

Cáncer gástrico. Nutrición. Factor pronóstico. Fibrinógeno plasmático. Nomograma.

INTRODUCTION

Gastric cancer (GC) ranks as the fifth most prevalent malignant tumour and is the fourth leading contributor to cancer-related mortality globally (1). Despite the implementation of many therapeutic modalities, including chemotherapy, surgery, and immunotherapy, the overall survival rate for GC individuals remains suboptimal (2-4). The primary treatment of individuals with resectable GC is surgical removal. Nevertheless, the prognosis of GC patients exhibits variability despite undergoing radical resection owing to many variables, including patient age, malnutrition, tumour stage, lymph node metastases, and postoperative complications (5).

The American Joint Committee on Cancer Tumor Node Metastasis (AJCC-TNM) staging system is extensively utilised in clinical settings to assess cancer patients' progression and prognosis (6). Nevertheless, this approach needs to include the prognostic importance of additional variables, like the patient's nutritional status and level of inflammation. Hence, it is crucial to identify a predictor that can effectively forecast the prognosis of GC patients in a simple, intuitive, and comprehensive approach to facilitate the design of personalised treatment interventions.

Previous studies have indicated that various factors influence the prognosis of GC patients. These factors include the specific type of cancer, treatment approach, and tumour stage. Additionally, host-specific factors such as nutritional status, inflammation, and immunity have significantly impacted the prognosis of GC patients (7-9). Several nutritional risk screening and malnutrition assessment tools, including the nutritional risk screening 2002 (NRS2002), the subjective global assessment (SGA), and patient-generated subjective global assessment (PG-SGA), have been extensively employed in medical practices. However, it is essential to acknowledge that these assessment tools possess subjectivity and limitations when accurately reflecting patients' nutritional status (10). The prognostic, predictive value of the Prognostic Nutritional Index (PNI), derived from the analysis of serum albumin and lymphocyte counts, has been validated in various gastrointestinal cancers (11-14). Fibrinogen (FIB), a crucial coagulation factor, has a robust correlation with the extent of inflammatory reaction and substantially influences tumours' advancement (15-17). Recent work has indicated a correlation between FIB and the prognosis of individuals with GC. Also, FIB has been employed as a predictor for estimating the long-term outcomes of patients with GC (16,18,19). However, few studies have investigated the combined predictive value of PNI and FIB for long-term survival in patients treated with radical gastrectomy.

This study examined the relationship of preoperative PNI and FIB with OS following radical gastrectomy in patients with GC. Furthermore, we created a prognostic nomogram incorporating PNI and FIB to forecast individual survival in GC patients.

MATERIAL AND METHODS

PATIENTS

This study analysed the sequential clinical information of patients who underwent radical gastrectomy for gastric cancer at the Lu'an Hospital of Anhui Medical University from March 2019 to February 2021. The following criteria were used for inclusion: 1) age greater than eighteen years old; 2) GC identified pathologically by gastroscopic biopsy; and 3) radical gastrectomy. Exclusion criteria included 1) neoadjuvant treatment before gastrectomy; 2) R1/2 resection; 3) identification of residual stomach cancer; 4) GC in conjunction with distant metastases (liver, colon, ovary, etc.); 5) protracted or palliative surgery; and 6) insufficient follow-up data. In the end, 395 patients were added to the study. The Institutional Review Board of Lu'an Hospital, Anhui Medical University, approved the study and followed the guidelines outlined in the Declaration of Helsinki.

DATA COLLECTION

Demographic information, comorbidities, preoperative haematology test results (albumin, haemoglobin, total lymphocyte count, and plasma fibrinogen), surgical characteristics, pathological characteristics (including tumour size, extent of differentiation, nerve invasion, and vascular invasion), and follow-up information were gathered via the hospital medical record system. This study used the American Joint Committee on Cancer (AJCC, 8th edition, 2018) as the basis for the tumour pathological TNM (pTNM) stage. The method used to calculate PNI is ten times the serum albumin value (g/dL) plus 0.005 times the total lymphocyte count in the peripheral blood (per mm^3) (20).

FOLLOW-UPS

The patients underwent telephone follow-up and outpatient assessment until February 2021. The patients were monitored at three-month intervals for the initial two years following the surgical procedure and then at six-month intervals until the patient was either lost to follow-up or deceased. The OS is the duration between the surgical procedure and the final follow-up appointment or death for any reason.

STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analysis was performed using SPSS software (version 26.0) and R software (version 4.3.0). Continuous variables were represented using medians and quartiles. An independent-sample t-test was employed to assess disparities between groups, while categorical variables were represented as frequencies. The chi-squared or Fisher's exact test evaluated disparities between groups. We used the x-tile software to determine the most appropriate threshold for continuous data (e.g., PNI vs FIB) (21). Survival differences were assessed using the Kaplan-Meier technique with the log-rank test. The study employed the Cox proportional hazards regression model to conduct univariate and multivariate analyses. The construction of nomograms was conducted using the R software. The utilisation of calibration curves assessed the precision of the nomogram. The nomogram's predictive capability was evaluated by employing the concordance index (C-index) and the AUROC (area under the receiver operating characteristic curve) (22). The nomogram and TNM stage's predictive performance were evaluated using the decision curve analysis (DCA). A two-sided *p*-value below 0.05 was used to determine statistical significance.

RESULTS

BASELINE CHARACTERISTICS

The study included 395 patients, with 288 (72.9 %) being male and 107 (27.1 %) female. The patients exhibited a median age of 68 years and an interquartile range (IQR) from 63 to 74 years. A total of 107 patients (27.1 %) were categorised as pTNM stage I, 103 patients (26.1 %) were classified as pTNM stage II, and 185 patients (46.8 %) were classified as TNM stage III. The frequencies of highly differentiated, moderately differentiated, and poorly differentiated or undifferentiated individuals were 42 (10.6 %), 66 (16.7 %), and 287 (72.7 %), correspondingly. Table I presents the clinicopathologic characteristics of all participants.

Table I. The clinicopathological characteristics of the patients

Clinicopathological characteristics	All (*n* = 395)
Age (years), median (IQR)	68 (63-74)
Gender	
Female	107 (27.1)
Male	288 (72.9)
Comorbidity (hypertensive/diabetes/COPD)	
No	242 (61.3)
Yes	153 (38.7)
BMI (kg/m^2), median (IQR)	21.9 (19.5-24.1)
ALB(g/L), median (IQR)	41.8 (38.0-45.3)
PNI, median (IQR)	49.8 (45.0-53.6)
FIB, median (IQR)	3.4 (2.9-4.1)
ASA score, n (%)	
1	330 (83.5)
2	57 (14.4)
3	8 (2.0)
Tumour location, n (%)	
Upper	179 (45.3)
Middle	87 (22.0)
Lower	129 (32.7)
Type of gastrectomy, n (%)	
Subtotal	138 (34.9)
Total	257 (65.1)
Tumour differentiation, n (%)	
Poorly	42 (10.6)
Moderate	66 (16.7)
Well	287 (72.7)
Vascular invasion, n (%)	
No	216 (54.7)
Yes	179 (45.3)
Nerve invasion, n (%)	
No	208 (52.7)
Yes	187 (47.3)
Complications, n (%)	
No	251 (63.5)
Yes	144 (36.5)

(Continues on next page)

Table I (cont.). The clinicopathological characteristics of the patients

Clinicopathological characteristics	All (*n* = 395)
pTNM stage, n (%)	
I	107 (27.1)
II	103 (26.1)
III	185 (46.8)

BMI: body mass index; IQR: interquartile range; ALB: albumin; PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen; ASA: American Society of Anesthesiologists; pTNM: pathological tumour node metastasis.

CORRELATION BETWEEN PREOPERATIVE PNI AND PLASMA FIB LEVELS WITH CLINICOPATHOLOGIC CHARACTERISTICS AND OS

There was a significant link seen between increased levels of plasma FIB and advanced age ($p < 0.001$), higher ASA scores ($p < 0.001$), inferior tumour differentiation ($p = 0.050$), vascular invasion ($p = 0.021$), nerve invasion ($p < 0.001$), and higher pTNM stage ($p = 0.002$). A notable association was seen between decreased PNI and older age ($p < 0.001$), inferior tumour differentiation ($p = 0.031$), nerve invasion ($p = 0.002$), and higher TNM stage ($p < 0.001$). Table II presents the correlation between preoperative PNI, plasma FIB levels, and clinicopathologic characteristics.

The results of the Kaplan-Meier analysis revealed that individuals with both low PNI and high FIB had a lower OS ($p < 0.001$, Fig. 1G, H). In order to undertake a more comprehensive examination of the efficacy of low PNI and high FIB in individuals with varying pTNM stages, we carried out a subgroup analysis. The findings of the subgrouping based on the pTNM stage indicate that low PNI did not significantly impact the OS in individuals with stage II GC ($p = 0.45$; Fig. 1B). However, it remained a significant predictive factor for OS in individuals with stage I and III GC ($p = 0.025$ and $p < 0.001$; Fig. 1A, C). Similarly, high FIB did not have a significant effect on OS in individuals with stage I and II GC ($p = 0.660$ and $p = 0.110$; Fig. 1D, E), but it continued to be a significant predictive factor for OS in individuals with stage III GC ($p = 0.041$; Fig. 1F).

Table II. Relationship between preoperative PNI, plasma FIB level and clinicopathologic features

Variables	PNI (*n* = 395)		*p*-value	FIB (*n* = 395)		*p*-value
	≤ 49.3	> 49.3		≤ 3.6	> 3.6	
Age (years), median (IQR)	71 (66-75)	66 (59-72)	< 0.001	67 (61-72)	71 (66-75)	< 0.001
Gender, n						
Female	134	154	0.595	167	121	0.601
Male	53	54		59	48	
Comorbidity, n						
No	110	132	0.345	136	106	0.264
Yes	77	76		90	63	
BMI (kg/m^2), median (IQR)	21 (19-24)	22 (20-24)	< 0.001	22 (20-24)	21 (19-24)	0.025
ALB (g/L), median (IQR)	38 (35-41)	45 (43-47)	0.721	42 (38-45)	42 (38-45)	0.022
ASA score, n						
1	142	188	< 0.001	195	135	0.234
2	38	19		27	30	
3	7	1		4	4	
Tumour location, n						
Upper	81	98	0.737	97	82	0.542
Middle	42	45		52	35	
Lower	64	65		77	52	
Differentiation, n						
Poor	145	142	0.050	157	130	0.031
Moderate	29	37		37	29	
Well	13	29		32	10	

(Continues on next page)

Table II (cont.). Relationship between preoperative PNI, plasma FIB level and clinicopathologic features

	PNI (*n* = 395)		*p*-value	FIB (*n* = 395)		*p*-value
	≤ 49.3	> 49.3		≤ 3.6	> 3.6	
Vascular invasion, n						
No	87	121	0.021	128	80	0.067
Yes	100	87		98	89	
Nerve invasion, n						
No	85	131	< 0.001	139	77	0.002
Yes	102	77		87	92	
Complications, n						
No	100	151	< 0.001	146	105	0.614
Yes	87	57		80	64	
pTNM stage, n						
I	35	72	0.002	79	28	< 0.001
II	54	49		59	44	
III	98	87		88	97	

PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen; BMI: body mass index; IQR: interquartile range; ALB: albumin; ASA: American Society of Anesthesiologists; pTNM: pathological tumour node metastasis.

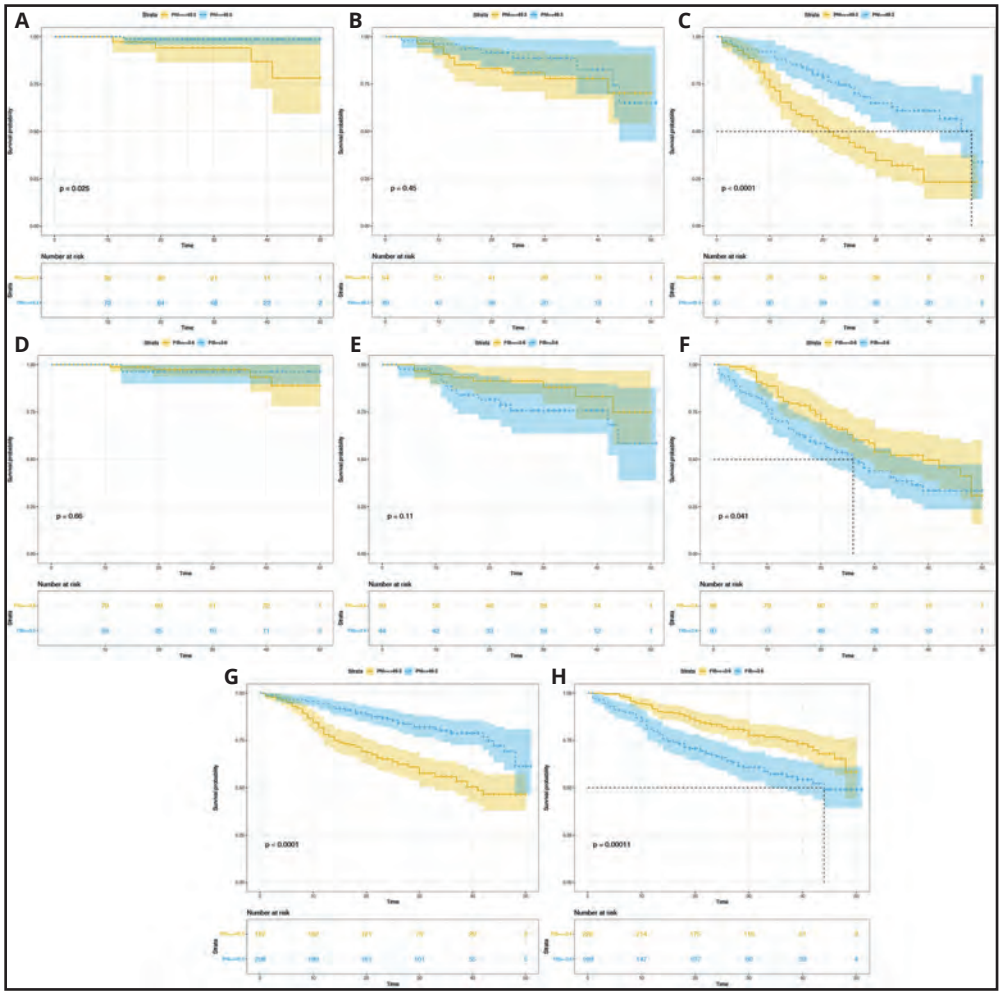


Figure 1. Kaplan-Meier analysis of OS per pTNM stage based on FIB and PNI. Kaplan-Meier analysis of OS at per pTNM stage based on PNI (A-C); Kaplan-Meier analysis of OS at per pTNM stage based on FIB (D-F); Kaplan-Meyer analysis of OS in total pTNM stage based on PNI and FIB (G-H) (PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen).

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE ANALYSES OF OS-RELATED FACTORS

The univariate analysis indicated that age, BMI, PNI < 49.3, FIB ≤ 3.60, ASA score, tumour size, degree of differentiation, neurological invasion, and pTNM stage were all significantly linked with postoperative OS in GC patients (all $p < 0.05$) (Table III). Multivariate analysis revealed that PNI < 49.3 (HR: 0.42; 95 % CI: 0.29-0.62; $p < 0.001$), FIB ≥ 3.60 (HR: 1.60; 95 % CI: 1.12-2.29; $p = 0.011$), nerve invasion (HR: 1.58; 95 % CI: 1.03-2.42; $p = 0.035$) and pTNM stage (II vs I, HR: 3.12; 95 % CI: 1.15-8.46; $p = 0.026$; III vs I, HR: 9.46; 95 % CI: 3.65-24.49; $p < 0.001$) were independent prognostic factors for postoperative OS in GC patients. Figure 2 displays the outcomes of the multivariate analysis through the forest plot.

Table III. Univariate Cox regression analyses for OS in GC patients

Characteristics	Univariate analysis	
	HR (95 % CI)	*p*-value
Gender		
Female	1	0.098
Male	1.434 (0.935-2.198)	
Age (year)		
< 69.5	1	0.002
> 69.5	1.771 (1.237-2.536)	
Comorbidity		
No	1	0.172
Yes	1.283 (0.897-1.836)	
BMI (kg/m²)		
< 18.5	1	0.037
18.5-24	0.645 (0.404-1.029)	0.066
> 24	0.474 (0.267-0.840)	0.011
HGB (g/L)		
< 110	1	0.010
> 110	0.625 (0.438-0.893)	
PNI		
< 49.3	1	< 0.001
> 49.3	0.387 (0.266-0.563)	
FIB		
< 3.6		< 0.001
> 3.6	1.988 (1.392-2.840)	
ASA score		
1	1	0.029
2	1.279 (0.782-2.091)	0.327
3	3.229 (1.314-7.937)	0.011

(Continues on next column)

Table III (cont.). Univariate Cox regression analyses for OS in GC patients

Characteristics	Univariate analysis	
	HR (95 % CI)	*p*-value
Surgical approach		
Open	1	0.065
Laparoscopic assisted	1.398 (0.980-1.993)	
Tumour location		
Upper	1	0.360
Middle	0.925 (0.591-1.448)	0.734
Lower	0.738 (0.485-1.122)	0.155
pTNM stage		
I	1	< 0.001
II	4.645 (1.743-12.378)	0.002
III	15.557 (6.329-38.240)	< 0.001
Vascular invasion		
No	1	< 0.001
Yes	2.747 (1.893-3.985)	
Nerve invasion		
No		< 0.001
Yes	3.476 (2.345-5.154)	
Differentiation		
Poor	1	0.007
Moderate	12.059 (1.604-90.651)	0.016
Well	17.510 (7.443-125.487)	0.004
Postoperative chemotherapy		
No	1	< 0.001
Yes	6.728 (2.484-18.225)	

BMI: body mass index; HGB: haemoglobin; PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen; ASA: American Society of Anesthesiologists; pTNM: pathological tumour node metastasis.

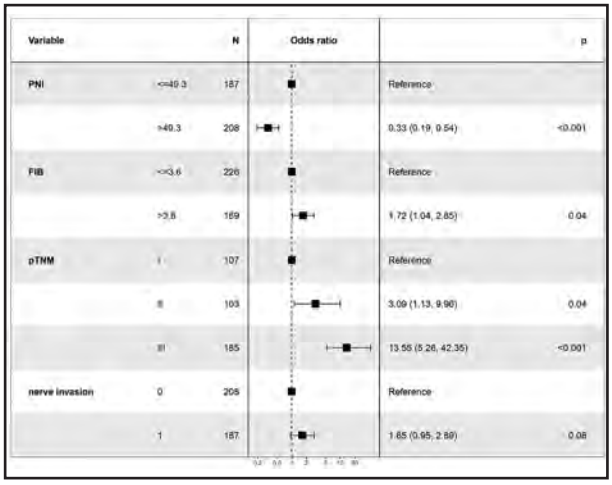


Figure 2. Forest plot showing multivariate Cox regression analysis for OS (PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen; pTNM: pathological tumour node metastasis; HR: hazard ratio).

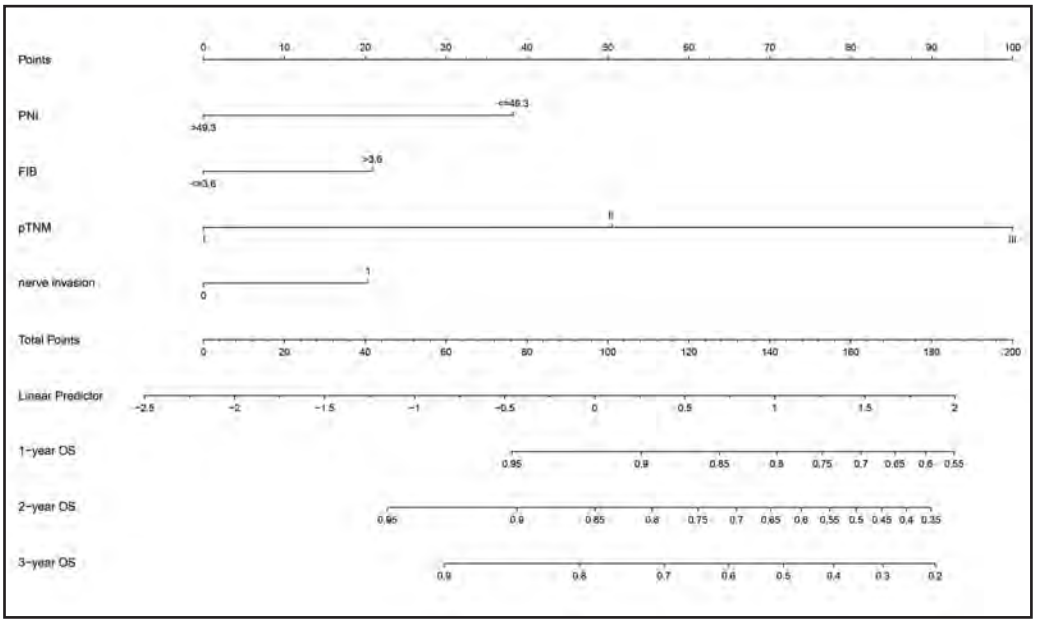


Figure 3. Nomogram for forecasting 1-, 2-, and 3-year OS of GC patients following surgery. (PNI: prognostic nutritional index; FIB: fibrinogen; pTNM: pathological tumour node metastasis).

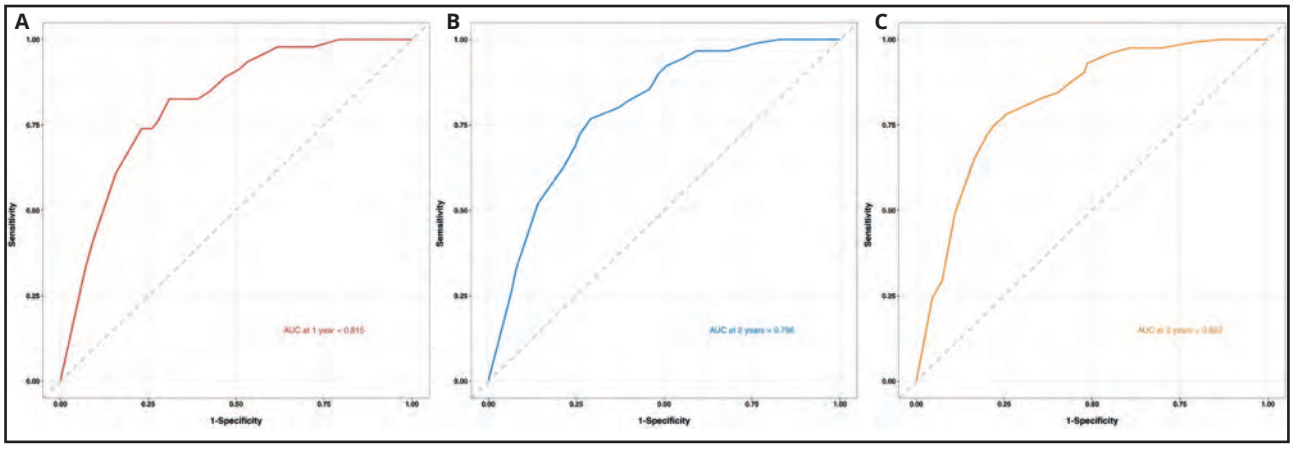


Figure 4. ROC analysis for forecasting OS in GC patients. A. 1-year. B. 2-year. C. 3-year.

CONSTRUCTION AND VALIDATION OF A NOMOGRAM

The nomogram was constructed using the multivariate Cox proportional risk model to predict GC patients' 1-, 2-, and 3-year OS. This nomogram includes PNI, FIB, nerve invasion, and pTNM staging factors, as depicted in figure 3. The nomogram's AUCs for predicting 1-, 2-, and 3-year OS were 0.815, 0.796, and 0.822, respectively (Fig. 4). These AUCs were higher than those obtained by utilising pTNM staging alone (0.815, 0.796, and 0.822, respectively), suggesting that the nomogram had a high degree of discrimination. The C-index of the nomogram was determined to be 0.782 (95 % CI: 0.744-0.820), which suggests a better predictive capacity than the pTNM stage alone (0.719, 95 % CI: 0.683-0.755). The calibration curves demonstrate a good agreement between the nomograms' predictions and the actual results (Fig. 5).

DECISION CURVE ANALYSIS

The DCA was conducted to evaluate the clinical value of the nomogram and pTNM stage, as depicted in figure 6. The findings revealed that the nomogram exhibited a significant net advantage and substantial clinical usefulness in forecasting the 1-, 2-, and 3-year OS in GC patients and outperformed the use of the pTNM stage alone.

DISCUSSION

In 1968, the initial edition of the pTNM Classification of Malignant Tumors was jointly published by the American Joint Committee on Cancer (AJCC) and the Union for International Cancer Control (UICC).

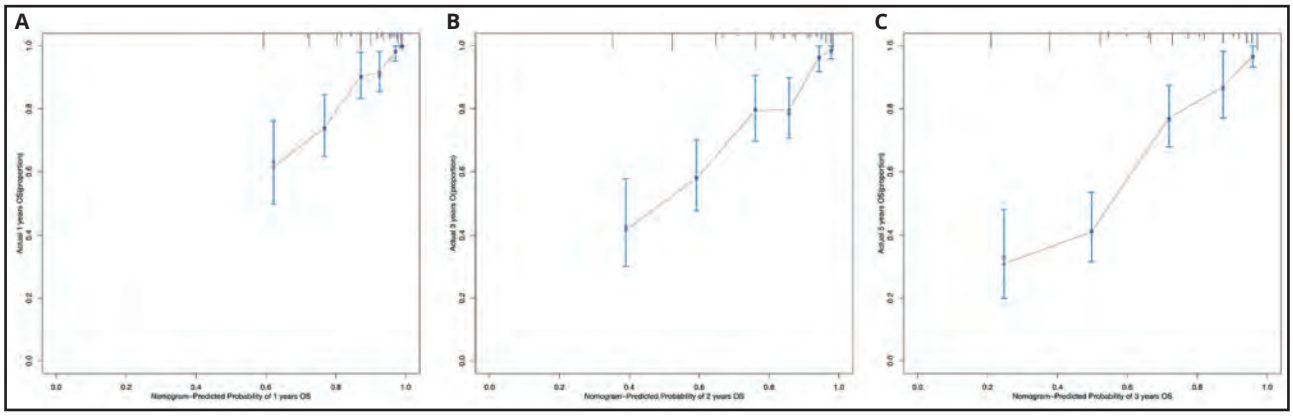


Figure 5. Calibration curves for the nomogram for forecasting OS in GC patients. A.) 1-year. B. 2-year. C. 3-year.

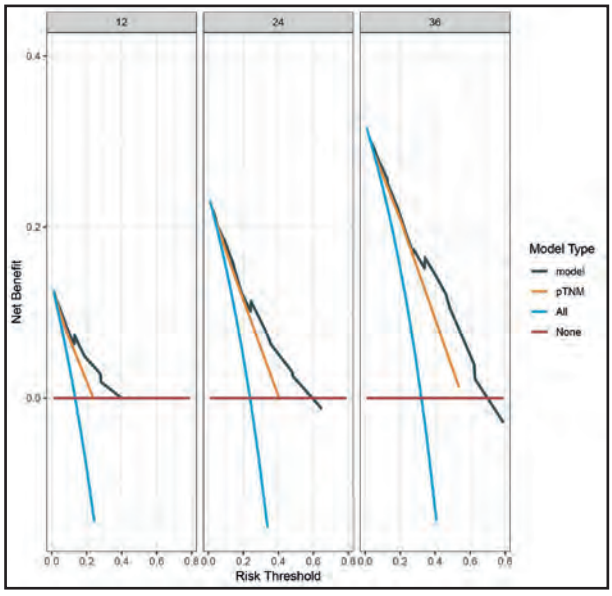


Figure 6. The DCA of the nomogram and pTNM stage for predicting OS.

Since then, the pTNM classification and histopathology have been extensively employed in the prognostic prediction and clinical management of GC patients. Nevertheless, despite individuals with the same clinical stage being administered the same treatment regimen, their prognosis might vary significantly. Hence, the existing scoring method needs to be revised for a thorough and precise evaluation of the prognosis of GC patients. Consequently, there is a pressing requirement to research other elements that influence tumour prognosis and to develop a straightforward and precise scoring system.

The clinical prognosis of patients with malignancies is influenced by several factors, including their nutritional status and inflammatory levels. However, unlike age, comorbidities, tumour location, tumour stage, and degree of differentiation, these parameters may be altered by focused therapies. Hence, the crucial aspect in enhancing patients' postoperative prognosis is directing attention towards these modifiable risk factors that may be partially or entirely modified. The timely identification and treatment of patients who exhibit malnutrition or elevated inflammatory levels is essential to improving the prognosis of GC patients. A retrospective study was performed on a set of 395 individuals who had radical gastrectomy to examine prognostic factors following this surgery surgical procedure. Our study's outcomes suggest that preoperative PNI, FIB, nerve invasion, and high pTNM stage are independent factors that can forecast postoperative OS in GC patients.

The onset and progression of cancer are closely associated with the nutritional status and level of inflammation in patients (23). The PNI is a complete evaluation index measuring patients' nutritional and immunological levels. It comprises albumin and lymphocytes and is an excellent indicator for evaluating surgical risk and prognosis in surgical patients (24,25). Albumin is well recognised as a biomarker for certain kinds of cancer, and its concentrations are correlated with the advancement and prognosis of cancer (26). Lymphocytes, being the fundamental cells involved in cell-mediated immunity, play a crucial role in determining the strength of the host's immune response. A decrease in lymphocyte levels can reduce immune function, perhaps facilitating the evasion of cancer cells and worsening the patient's prognosis (26,27). The PNI reflects patients' nutritional and immunological status and may be readily computed to offer an initial evaluation of the GC patients' prognosis (28). Interestingly, PNI exhibited a significant positive correlation with OS in stage I/III patients but not in stage II patients. This discrepancy may be due to the single-center design and inherent data limitations.

Fibronectin (FIB) is a glycoprotein synthesised in the liver in response to stimulation by serum cells. It comprises a central nodule, a complex helical structural domain, and C-terminal domains labelled α, β, and γ. FIB is crucial for blood coagulation and inflammatory reactions. Multiple recent reports have indicated a correlation between elevated levels of preoperative FIB and the advancement and prognosis of various malignant tumours, such as GC (17,29-31). However, comprehending the precise mechanisms linking FIB and GC prognosis remains challenging.

FIB may impact the development of cancer through many mechanisms. FIB can modulate the inflammatory process by stimulating monocytes to generate TNF-α and IL-6, crucial cytokines linked to tumour development and patient survival (32). Additionally, FIB can interact with cells like leukocytes and platelets, exerting its pro-inflammatory and pro-tumor effects through various mechanisms (33). Previous studies have shown that preoperative serum FIB levels in GC patients correlate positively with tumor stage and poor survival. Elevated fibrinogen levels are more pronounced in advanced disease and are associated with increased tumor burden, metastasis, and worse prognosis (34). This aligns with our findings that while FIB was not significantly associated with OS in stage I and II patients, it was in stage III, suggesting that FIB levels increase with tumor progression. Although the impact of PNI and FIB on OS did not exhibit the same degree of relevance across different TNM staging subgroups, the model integrating these factors demonstrated a more superior predictive efficacy compared to the traditional TNM staging system. Therefore, we believe this study holds significant clinical relevance. To enhance the robustness of our findings, future studies will incorporate multicenter cohorts with larger sample sizes for validation.

The nomogram plays a crucial function in the individualised management of individuals with tumours, as it integrates several variables to compute the likelihood of clinical prognostic outcomes (35). In this study, we created a nomogram that included PNI, FIB, pTNM stage, and nerve invasion to forecast the postoperative OS in patients with radical gastrectomy. Notably, the nomogram demonstrated a higher OS prediction than the usual pTNM stage. Patients with a high likelihood of an unfavourable prognosis had a more excellent overall score on the nomogram. They should be promptly provided with personalised therapeutic interventions and supplementary care to enhance the postoperative prognosis of GC patients.

Although this study has shown favourable findings, it is essential to acknowledge its limitations. Due to the nature of our study being a retrospective analysis conducted at a single location, we could not wholly exclude potential bias. Furthermore, it is essential to note that this study did not undergo external validation, therefore necessitating the evaluation of the predictive efficacy of this nomogram model in other populations. Insufficient data was obtained regarding postoperative complications and diverse nutritional supplements, indicating the need for further investigation. Therefore, we will undertake multicenter, comprehensive population studies to validate our findings further. Our nomogram worked well in forecasting the OS of GC patients despite certain limitations, and it may be utilised to inform patients' individualised treatment plans, improving the quality of patient survival.

CONCLUSION

In conclusion, our study concluded that preoperative PNI, FIB, pTNM stage and nerve invasion were independent OS predictors after radical gastrectomy in GC patients. The nomogram, created by combining PNI and FIB, is a straightforward and dependable tool for forecasting postoperative OS in GC patients. The nomogram can aid doctors in implementing personalised intervention approaches to enhance patients' prognoses.

REFERENCES

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. Ca-a Cancer Journal for Clinicians 2021;71:209-49. DOI: 10.3322/caac.21660
2. Tan YE, Wang PL, Yin SC, Zhang C, Hou WB, Xu HM. Thirty-year trends in clinicopathologic characteristics and prognosis after gastrectomy for gastric cancer: A single institution in Northern China. Journal of Cancer 2020;11:1056-62. DOI: 10.7150/jca.36927
3. Soerjomataram I, Lortet-Tieulent J, Parkin DM, Ferlay J, Mathers C, Forman D, et al. Global burden of cancer in 2008: a systematic analysis of disability-adjusted life-years in 12 world regions. Lancet 2012;380:1840-50. DOI: 10.1016/s0140-6736(12)60919-2
4. Sasako M, Sakuramoto S, Katai H, Kinoshita T, Furukawa H, Yamaguchi T, et al. Five-Year Outcomes of a Randomized Phase III Trial Comparing Adjuvant Chemotherapy With S-1 Versus Surgery Alone in Stage II or III Gastric Cancer. Journal of Clinical Oncology 2011;29:4387-93. DOI: 10.1200/jco.2011.36.5908
5. Tonello AS, Capelli G, Bao QR, Marchet A, Farinati F, Pawlik TM, et al. A nomogram to predict overall survival and disease-free survival after curative-intent gastrectomy for gastric cancer. Updates in Surgery 2021;73:1879-90. DOI: 10.1007/s13304-021-01083-7
6. Amin MB, Greene FL, Edge SB, Compton CC, Gershenwald JE, Brookland RK, et al. The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: Continuing to build a bridge from a population-based to a more "personalized" approach to cancer staging. Ca-a Cancer Journal for Clinicians 2017;67:93-9. DOI: 10.3322/caac.21388
7. Sakurai K, Ohira M, Tamura T, Toyokawa T, Amano R, Kubo N, et al. Predictive Potential of Preoperative Nutritional Status in Long-Term Outcome Projections for Patients with Gastric Cancer. Annals of Surgical Oncology 2016;23:525-33. DOI: 10.1245/s10434-015-4814-7
8. Hirahara N, Tajima Y, Fujii Y, Kaji S, Kawabata Y, Hyakudomi R, et al. High Preoperative Prognostic Nutritional Index Is Associated with Less Postoperative Complication-Related Impairment of Long-Term Survival After Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer. Journal of Gastrointestinal Surgery 2020;24:2852-5. DOI: 10.1007/s11605-020-04737-w
9. Han WH, Oh YJ, Eom BW, Yoon HM, Kim YW, Ryu KW. Prognostic impact of infectious complications after curative gastric cancer surgery. Ejso 2020;46:1233-8. DOI: 10.1016/j.ejso.2020.04.032
10. Taberna DJ, Navas-Carretero S, Martinez JA. Current nutritional status assessment tools for metabolic care and clinical nutrition. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care 2019;22:323-8. DOI: 10.1097/mco.0000000000000581
11. Migita K, Takayama T, Saeki K, Matsumoto S, Wakatsuki K, Enomoto K, et al. The Prognostic Nutritional Index Predicts Long-term Outcomes of Gastric Cancer Patients Independent of Tumor Stage. Annals of Surgical Oncology 2013;20:2647-54. DOI: 10.1245/s10434-013-2926-5
12. Kang NS, Gu HP, Ni YH, Wei X, Zheng SH. Prognostic and clinicopathological significance of the Prognostic Nutritional Index in patients with gastrointestinal stromal tumours undergoing surgery: a meta-analysis. Bmj Open 2022;12. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-064577
13. Chantharakhit C, Sujaritvanichpong N, Chantharakhit C. Prognostic Value of the Pre-Treatment Prognostic Nutritional Index for Patients with Unresectable Locally-Advanced and Advanced Stage Upper Gastrointestinal Tract Cancer. International Journal of General Medicine 2022;15:6681-9. DOI: 10.2147/ijgm.S372684
14. Bao XD, Liu FQ, Lin J, Chen Q, Chen L, Chen F, et al. Nutritional assessment and prognosis of oral cancer patients: a large-scale prospective study. Bmc Cancer 2020;20. DOI: 10.1186/s12885-020-6604-2
15. Wu ZJ, Xu H, Wang R, Bu LJ, Ning J, Hao JQ, et al. Cumulative Score Based on Preoperative Fibrinogen and Pre-albumin Could Predict Long-term Survival for Patients with Resectable Gastric Cancer. Journal of Cancer 2019;10:6244-251. DOI: 10.7150/jca.35157
16. Suzuki T, Shimada H, Nanami T, Oshima Y, Yajima S, Ito M, et al. Hyperfibrinogenemia is associated with inflammatory mediators and poor prognosis

in patients with gastric cancer. Surgery Today 2016;46:1394-401. DOI: 10.1007/s00595-016-1339-z
17. Cheng F, Zeng CY, Zeng L, Chen YX. Clinicopathological and prognostic value of preoperative plasma fibrinogen in gastric cancer patients A meta-analysis. Medicine 2019;98. DOI: 10.1097/md.0000000000017310
18. Wang PX, Wang HJ, Liu JH, Qiu GL, Lu J, Fan L, et al. A nomogram combining plasma fibrinogen and systemic immune-inflammation index predicts survival in patients with resectable gastric cancer. Scientific Reports 2021;11. DOI: 10.1038/s41598-021-89648-9
19. Kijima T, Arigami T, Uchikado Y, Uenosono Y, Kita Y, Owaki T, et al. Combined fibrinogen and neutrophil-lymphocyte ratio as a prognostic marker of advanced esophageal squamous cell carcinoma. Cancer Science 2017;108:193-9. DOI: 10.1111/cas.13127
20. Onodera T, Goseki N, Kosaki G. Prognostic nutritional index in gastrointestinal surgery of malnourished cancer patients. Nihon Geka Gakkai Zasshi 1984;85:1001-5.
21. Camp RL, Dolled-Filhart M, Rimm DL. X-tile: A new bio-informatics tool for biomarker assessment and outcome-based cut-point optimization. Clinical Cancer Research 2004;10:7252-9. DOI: 10.1158/1078-0432.Ccr-04-0713
22. Harrell FE, Lee KL, Mark DB. Multivariable prognostic models: Issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. Statistics in Medicine 1996;15:361-87. DOI: 10.1002/(sici)1097-0258(19960229)15:4<361::Aid-sim168>3.0.Co;2-4
23. Zitvogel L, Pietrocola F, Kroemer G. Nutrition, inflammation and cancer. Nature Immunology 2017;18:843-50. DOI: 10.1038/ni.3754
24. Nozoe T, Ninomiya M, Maeda T, Matsukuma A, Nakashima H, Ezaki T. Prognostic nutritional Index: A tool to predict the biological aggressiveness of gastric carcinoma. Surgery Today 2010;40:440-3. DOI: 10.1007/s00595-009-4065-y
25. Gao ZM, Wang RY, Deng P, Ding P, Zheng C, Hou B, et al. TNM-PNI: a novel prognostic scoring system for patients with gastric cancer and curative D2 resection. Cancer Management and Research 2018;10:2925-33. DOI: 10.2147/cmar.S169206
26. Farag CM, Antar R, Akosman S, Ng M, Whalen MJ. What is hemoglobin, albumin, lymphocyte, platelet (HALP) score? A comprehensive literature review of HALP's prognostic ability in different cancer types. Oncotarget 2023;14:153-72. DOI: 10.18632/oncotarget.28367
27. Mantovani A, Allavena P, Sica A, Balkwill F. Cancer-related inflammation. Nature 2008;454:436-44. DOI: 10.1038/nature07205
28. Nogueiro J, Santos-Sousa H, Pereira A, Devezas V, Fernandes C, Sousa F, et al. The impact of the prognostic nutritional index (PNI) in gastric cancer. Langenbecks Archives of Surgery 2022;407:2703-14. DOI: 10.1007/s00423-022-02627-0
29. Perisanidis C, Psyrri A, Cohen EE, Engelmann J, Heinze G, Perisanidis B, et al. Prognostic role of pretreatment plasma fibrinogen in patients with solid tumors: A systematic review and meta-analysis. Cancer Treatment Reviews 2015;41:960-70. DOI: 10.1016/j.ctrv.2015.10.002
30. Palaj J, Keckés S, Marek V, Dyttert D, Waczulíková I, Durdík S. Fibrinogen Levels Are Associated with Lymph Node Involvement and Overall Survival in Gastric Cancer Patients. Anticancer Research 2018;38:1097-104. DOI: 10.21873/anticanres.12328
31. Zhang Y, Liu N, Liu CX, Cao BL, Zhou P, Yang B. High Fibrinogen and Platelets Correlate with Poor Survival in Gastric Cancer Patients. Annals of Clinical and Laboratory Science 2020;50:457-62.
32. Michalaki V, Odontiadis M, Syrigos K, Charles P, Waxman J. Serum levels of IL-6 and TNF-α correlate with clinicopathological features and patient survival in patients with prostate cancer (vol 90, pg 2312, 2004). British Journal of Cancer 2004;91:1227. DOI: 10.1038/sj.bjc.6602115
33. Yakovlev S, Medved L. Effect of fibrinogen, fibrin, and fibrin degradation products on transendothelial migration of leukocytes. Thrombosis Research 2018;162:93-100. DOI: 10.1016/j.thromres.2017.11.007
34. Yu X, Hu F, Yao Q, Li C, Zhang H, Xue Y. Serum fibrinogen levels are positively correlated with advanced tumor stage and poor survival in patients with gastric cancer undergoing gastrectomy: a large cohort retrospective study. BMC Cancer 2016;16:480. DOI: 10.1186/s12885-016-2510-z
35. Kattan MW. Nomograms. Introduction. Semin Urol Oncol 2002;20:79-81.

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Patrones de consumo de productos que contienen edulcorantes no calóricos en México

Consumption patterns of products containing non-caloric sweeteners in Mexico

Alonso Romo-Romo[1,2], Lilia Castillo-Martínez[3], Carlos A. Aguilar-Salinas[4], Griselda X. Brito-Córdova[1], Alexandro J. Martagón[2,5,6], Paloma Almeda-Valdes[1,5]

[1]Departamento de Endocrinología y Metabolismo. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México. [2]Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León. México. [3]Servicio de Nutriología Clínica. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México. [4]Dirección de Investigación. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México. [5]Unidad de Investigación de Enfermedades Metabólicas. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México. [6]Instituto de Investigación sobre Obesidad. Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León. México

Resumen

Introducción: los edulcorantes no calóricos (ENC) son un grupo de aditivos alimentarios que están cada vez más presentes en una gran variedad de productos que son muy accesibles para la población general.

Objetivo: describir los patrones de consumo de los ENC en la población adulta mexicana, tanto en categorías de productos como en frecuencia de consumo, así como los subgrupos de la población que son más propensos a consumirlos.

Métodos: se realizó una encuesta en línea en 5038 adultos mexicanos que respondieron con qué frecuencia consumían 8 diferentes categorías de productos que contienen ENC. Distintos datos sociodemográficos (sexo, edad, escolaridad, ingreso económico, entre otros) fueron recolectados para analizar los subgrupos de la población que consumen más frecuentemente estos productos.

Resultados: las categorías de productos con ENC que más frecuentemente se consumen todos los días fueron los sobres de sustituto de azúcar y las bebidas. La escolaridad fue un factor que se asoció con un consumo más frecuente de un mayor número de categorías de productos con ENC, seguida de la edad, la presencia de enfermedades crónicas y el ingreso económico.

Conclusiones: a pesar de que la población mexicana sí es consumidora de alimentos y bebidas que contienen ENC, la periodicidad de su consumo es poco frecuente. El conocer los factores que se asocian al consumo de los ENC permite establecer recomendaciones personalizadas sobre el uso de estas sustancias.

Palabras clave:

Edulcorantes no nutritivos. Aditivos alimentarios. Edulcorantes. Industria de alimentos. Encuestas de nutrición.

Recibido: 18/09/2024 • Aceptado: 28/12/2024

Financiación: la presente investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONHACYT) a través del apoyo Ciencia de Frontera 2019 (proyecto 316514).

Agradecimientos: agradecemos la contribución de Pilar Milke-García, Aurora E. Serralde-Zúñiga, Andrea R. Hernández-Muñoz, Luis Martínez-González, María del Carmen Amescua-Villela, Nahieli Salazar-Neuman y María Concepción Nolasco-Miguel en el reclutamiento de los participantes de este estudio.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Romo-Romo A, Castillo-Martínez L, Aguilar-Salinas CA, Brito-Córdova GX, Martagón AJ, Almeda-Valdes P. Patrones de consumo de productos que contienen edulcorantes no calóricos en México. Nutr Hosp 2025;42(4):738-744

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05532

Correspondencia:

Paloma Almeda-Valdes. Departamento de Endocrinología y Metabolismo. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga 15, Col. Belisario Domínguez Sección XVI, Tlalpan. 14090 Ciudad de México, México
e-mail: paloma.almedav@incmnsz.mx

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Abstract

Introduction: non-caloric sweeteners (NCS) are a group of food additives that are increasingly present in a wide variety of products that are very accessible to the general population.

Objective: to describe the consumption patterns of NCS in the Mexican adult population, both in product categories and frequency of consumption, as well as the subgroups of the population that are more likely to consume them.

Methods: an online survey was conducted in 5,038 Mexican adults who responded how often they consumed 8 different categories of products containing NCS. Different sociodemographic data (sex, age, education, economic income, among others) were collected to analyze the subgroups of the population that most frequently consume these products.

Results: the categories of products with NCS most frequently consumed every day were sugar substitute sachets and beverages. Education was a factor that was associated with more frequent consumption of a greater number of product categories with NCS, followed by age, the presence of chronic diseases and economic income.

Conclusions: although the Mexican population does consume foods and beverages containing NCS, the regularity of their consumption is not very frequent. Knowing the factors associated with the consumption of NCS allows us to establish personalized recommendations about the use of these substances.

Keywords:

Non-nutritive sweeteners. Food additives. Sweetening agents. Food industry. Nutrition surveys.

INTRODUCCIÓN

Los edulcorantes no calóricos (ENC) son un grupo de sustancias que se utilizan como aditivos alimentarios en la industria de alimentos con la finalidad de brindar un sabor dulce a los productos sin aportar energía (1,2). Actualmente, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), aprueba el uso de ocho diferentes ENC como de consumo seguro para la población general: sacarina, aspartame, acesulfame potásico, sucralosa, glucósidos de esteviol, neotame, fruta del monje *(luo han guo)* y advantame (3).

Debido a las altas prevalencias de obesidad y diabetes de distintos países, principalmente México, el uso de ENC se ha incrementado en productos alimenticios de fácil acceso como una estrategia para disminuir el aporte de energía y azúcares (4,5). Se ha reportado en países como Estados Unidos que la proporción de productos alimenticios que contienen aditivos se aumentó del 49,6 % al 59,5 % en el periodo de 2001 al 2019 (6). Actualmente, podemos encontrar a los ENC en una gran variedad de productos como bebidas, lácteos, endulzantes de mesa, repostería, entre otros (7).

Recientemente se ha señalado en estudios clínicos que el uso de algunos ENC podría tener ciertos efectos metabólicos relacionados con el metabolismo de la glucosa, el mantenimiento del peso corporal y la composición de la microbiota intestinal (8,9).

Aunado esto, instituciones gubernamentales como la Secretaría de Salud y el Instituto Nacional de Salud Pública en México han implementado estrategias como el uso de leyendas en productos que contienen ENC para disminuir su uso especialmente en niños y con la finalidad de no incentivar la preferencia por consumir alimentos dulces desde las primeras etapas de la vida (10,11). En un estudio se reportó que el 44,8 % de los adultos y el 38,7 % de los jóvenes en México compran menos alimentos no saludables desde que se implementó el nuevo etiquetado nutrimental (12).

Por lo anterior, es importante el tener estadísticas a nivel nacional que permitan identificar y caracterizar a la población consumidora de estas sustancias. El objetivo de este estudio fue describir los patrones de consumo de productos que contienen ENC en la población adulta mexicana, identificando cuáles son las categorías de productos que se consumen en mayor proporción y cuál es la frecuencia de su consumo, así como el conocer si existen subgrupos de la población que son más propensos a consumir algunas categorías de estos productos.

MATERIAL Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

La presente investigación se trata de un estudio transversal descriptivo realizado a través de una encuesta en línea. El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética y el Comité de Investigación del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (número de referencia 4435), apegándose a la Declaración de Helsinki. Antes de responder la encuesta, se les explicó a los participantes en qué consistía el estudio, que su colaboración era voluntaria y que no se recolectaría ningún dato personal que permitiera identificarlos, para posteriormente obtener su consentimiento informado.

El reclutamiento de los participantes se llevó a cabo de mayo a diciembre de 2023, invitando a participar a través de redes sociales (Facebook, Instagram y Twitter) a la población general con 18 años o más y que tuviera la posibilidad y disposición de contestar un cuestionario acerca del consumo de sustitutos del azúcar a través de una plataforma digital. En promedio, se estimó un tiempo de 10 minutos aproximadamente para contestar toda la encuesta.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Al iniciar la encuesta, se recolectaron los datos generales de los participantes como sexo, edad, escolaridad, ingreso económico mensual, presencia de enfermedades crónicas (diabetes, hipertensión y/o dislipidemias), peso y talla.

Posteriormente, se les pidió a los encuestados que seleccionaran la frecuencia con la que consumían cada una de las siguientes ocho categorías de productos que contienen ENC: 1) sobres de sustituto de azúcar; 2) bebidas *light* o sin azúcar; 3) yogurt *light* sin azúcar; 4) gelatinas de caja versión regular o *light*; 5) chicles o pastillas sin azúcar; 6) saborizantes de agua en polvo; 7) cereales *light* o sin azúcar; y 8) postres y dulces sin azúcar. En la categoría de bebidas *light* o sin azúcar se incluyeron refrescos, jugos, tés industrializados y botellas de agua de sabor. En el caso de las gelatinas se consideró la versión regular y en los saborizantes de agua no se mencionó la versión *light* o sin azúcar debido a que ambas opciones contienen ENC. En la categoría de cereales *light* o sin azúcar se incluyeron avena en sobre con sabor, granola, harina para *hot cakes* y galletas. En la categoría de postres y dulces sin azúcar se incluyeron chocolate, mermelada, miel, caramelos, merengues, entre otros. Se les mencionó en cada categoría las marcas más conocidas para que fuera más fácil identificar el consumo de estos productos.

La frecuencia de consumo se clasificó en las siguientes opciones: a) todos los días; b) por lo menos una vez a la semana, pero no todos los días; y c) por lo menos una vez al mes, pero no todas las semanas, d) nunca o muy pocas veces al año.

Finalmente, se realizaron dos preguntas adicionales: ¿Cree usted que consumirá un producto *light* o sin azúcar que contenga sustitutos del azúcar en los próximos 7 días? y ¿Dejaría usted de consumir por completo productos que contienen sustitutos del azúcar? Ambas preguntas podían responderse con una de las siguientes opciones: definitivamente sí, probablemente sí, indeciso, probablemente no o definitivamente no.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tamaño de muestra se calculó con el programa Epi Info v5.5.15, estimándose en 4147 participantes con un margen de error alfa del 2 % y un nivel de confianza del 99 %, considerando que en el 2022 México tenía aproximadamente 130 millones de habitantes. Sin embargo, la encuesta estuvo disponible hasta que finalizó el año 2023 y la muestra final fue de 5038 participantes. La distribución de las variables cuantitativas fue evaluada con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y se describieron con media y desviación estándar a las variables paramétricas o con mediana y rango intercuartil a las no paramétricas. Las variables categóricas se describieron con frecuencias y porcentajes. Para identificar qué subgrupos de la población tienden a consumir más frecuentemente las distintas categorías de productos con ENC se incluyeron a las variables de sexo, presencia de obesidad y presencia de enfermedades crónicas, a la par que se dicotomizaron las variables de edad, escolaridad e ingreso económico como se mostrará más adelante. El análisis para los subgrupos se realizó con la prueba Chi cuadrada evaluando si en ese subgrupo se consumía esa categoría de productos todos los días o no. Los datos se recolectaron, almacenaron y analizaron en el paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) por IBM® versión 25. Se consideró como un hallazgo estadísticamente significativo cuando el valor de *p* fuera menor a 0,05.

RESULTADOS

La población del estudio estuvo compuesta por un 81,9 % de mujeres, con una mediana de edad de 30 años (rango de 18 a 81) y un promedio de IMC de 25,3 kg/m^2. El 53,1 % de los encuestados tenía peso normal, el 14,7 % presentaba un diagnóstico de diabetes, hipertensión y/o dislipidemias, el 48,2 % tenía licenciatura y el 28,2 % reportó un ingreso económico mensual de menos de 5000 pesos mexicanos. El resto de las características descriptivas de los participantes se muestran en la tabla I.

En las figuras 1 y 2 se muestran las frecuencias de consumo de las diferentes categorías de productos que contienen ENC, observándose más altas prevalencias en todas las categorías para la respuesta de "nunca o muy pocas veces al año", en comparación con la respuesta de "todos los días". La categoría de productos con ENC que más frecuentemente se consume todos los días en la población adulta mexicana fueron los sobres de sustituto de azúcar (18,2 %), mientras que la menos frecuente fueron los cereales *light* o sin azúcar (1,3 %). La categoría de yogurt *light* sin azúcar fue la que más

Tabla I. Descripción de las características generales de los participantes del estudio

Característica	*n* = 5038
Sexo: mujer, *n* (%)	4128 (81,9)
Edad, años	30 (24-41)
IMC, kg/m^2	25,3 ± 4,6
Categoría de IMC, n (%)	
Bajo peso	122 (2,4)
Normopeso	2674 (53,1)
Sobrepeso	1527 (30,3)
Obesidad	715 (14,2)
Enfermedades crónicas, *n* (%)	743 (14,7)
Escolaridad, n (%)	
Primaria	7 (0,1)
Secundaria	85 (1,7)
Bachillerato	792 (15,8)
Carrera técnica	328 (6,5)
Licenciatura	2429 (48,2)
Posgrado	1397 (27,7)
Ingreso económico mensual, pesos mexicanos	
Menos de 5000	1417 (28,1)
5000-9999	984 (19,5)
10 000-14 999	806 (16,0)
15 000-19 999	533 (10,6)
20 000-24 999	413 (8,2)
25 000 o más	885 (17,6)

IMC: índice de masa corporal. Las variables se describen en medias ± desviación estándar, medianas (rango intercuartílico) o frecuencias (porcentaje), según su naturaleza y distribución.

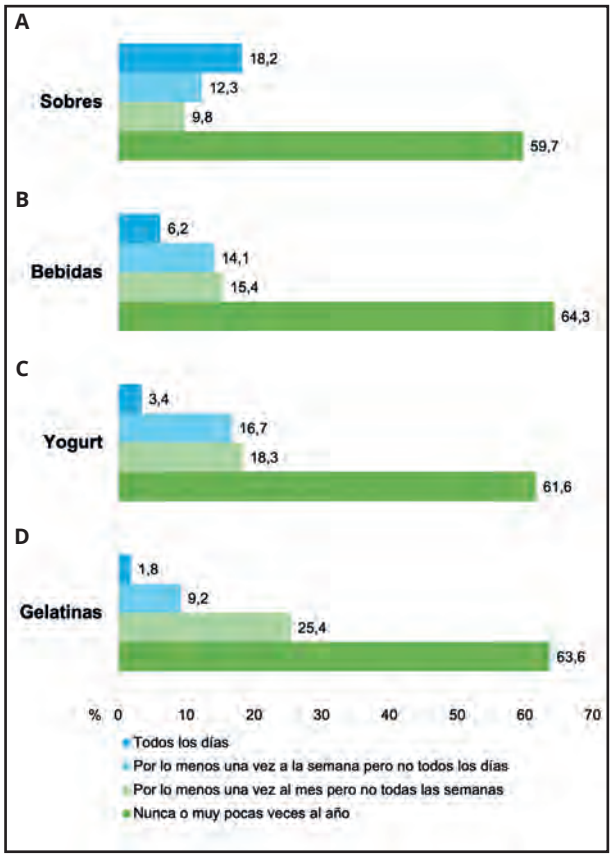


Figura 1. Frecuencia de consumo de productos con edulcorantes no calóricos de la muestra de adultos mexicanos (parte 1). Proporciones de las respuestas de los participantes a la frecuencia de consumo de las categorías de productos con edulcorantes no calóricos: A. Sobres de sustituto de azúcar. B. Bebidas *light* o sin azúcar. C. Yogurt *light* sin azúcar. D. Gelatinas de caja versión regular o *light*.

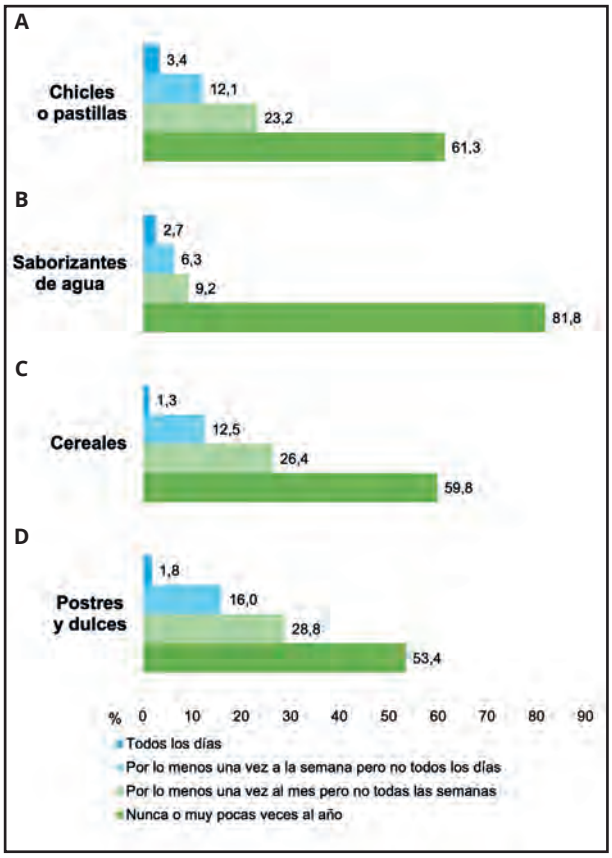


Figura 2. Frecuencia de consumo de productos con edulcorantes no calóricos de la muestra de adultos mexicanos (parte 2). Proporciones de las respuestas de los participantes a la frecuencia de consumo de las categorías de productos con edulcorantes no calóricos: A. Chicles o pastillas sin azúcar. B. Saborizantes de agua en polvo. C. Cereales *light* o sin azúcar. D. Postres y dulces sin azúcar.

frecuentemente se consumía por lo menos una vez a la semana, pero no todos los días (16,7 %), en comparación con los saborizantes de agua en polvo, que fueron los que tuvieron la proporción más baja en esta frecuencia de consumo (6,3 %). Los postres y dulces sin azúcar fueron la categoría de productos con ENC que más frecuentemente se consumía por lo menos una vez al mes, pero no todas las semanas (28,8 %), mientras que nuevamente, los saborizantes de agua en polvo fueron los que menos respuestas tuvieron en esta frecuencia de consumo (9,2 %). Finalmente, la categoría de productos que mostró mayor proporción de consumirse nunca o muy pocas veces al año fue la de los saborizantes de agua en polvo (81,8 %), mientras que la menos frecuente fue la de los postres y dulces sin azúcar (53,4 %).

El 36,7 % de los encuestados respondió que definitivamente o probablemente sí consumiría un producto con ENC en los próximo 7 días, mientras que la mayoría (54,0 %) respondió que definitivamente o probablemente no a esta misma pregunta. Respecto a la probabilidad de dejar de consumir por completo los productos que contienen ENC, la respuesta más común fue definitivamente sí con un 29,2 %, en comparación con la respuesta definitivamente no que fue la menos frecuente (6,8 %). El resto de las frecuencias a las respuestas de estas preguntas se muestra en la figura 3.

Finalmente, en la figura 4 se reportan las categorías de productos con ENC que se consumen en mayor proporción todos los días en diferentes subgrupos de los encuestados. Se encontró que las personas que tienen un grado de licenciatura o mayor son las que consumen de manera más regular los sobres de sustituto de azúcar, bebidas, yogurt, chicles o pastillas, saborizantes de agua en polvo y postres o dulces, en comparación con las personas que tienen menor escolaridad. Por otra parte, el sexo sólo influyó en que los hombres consumieran más frecuentemente sobres de sustituto de azúcar y cereales con ENC. La única categoría de productos que no obtuvo la significancia estadística de consumirse más frecuentemente en ninguno de los subgrupos fue la de las gelatinas. Tanto las personas que tienen 60 años o más, las personas con enfermedades crónicas y las personas con un ingreso económico mensual de 15.000 pesos mexicanos o más, mostraron mayor tendencia al consumo de sobres de sustituto de azúcar, bebidas con ENC, chicles o pastillas sin azúcar y saborizantes de agua en polvo.

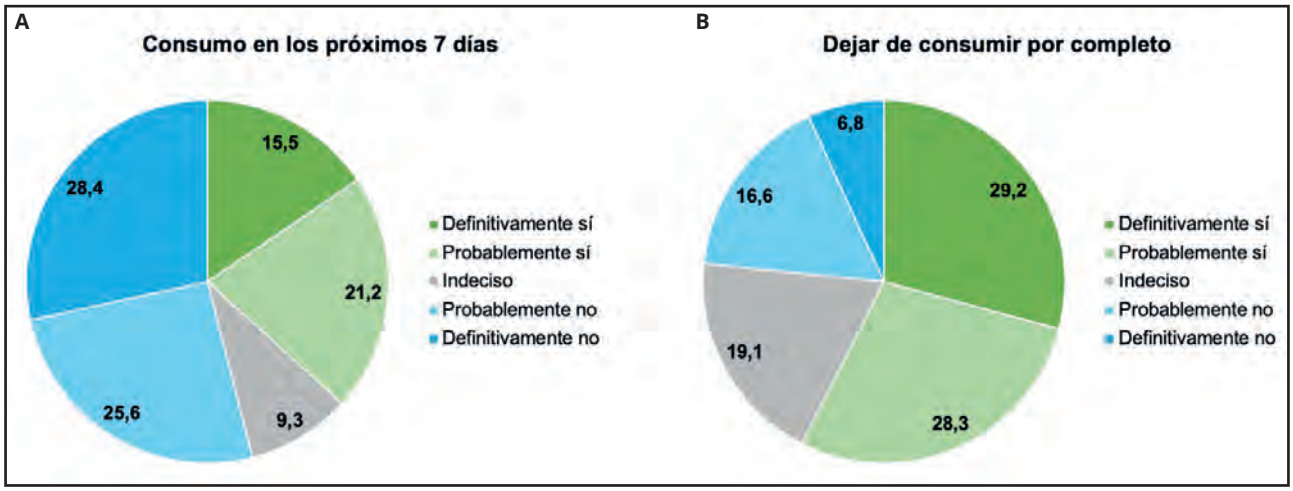


Figura 3. Opinión de los participantes acerca de la probabilidad de consumir a corto plazo y de dejar de consumir por completo los productos que contienen edulcorantes no calóricos. Proporciones de las respuestas de los participantes a las preguntas: A. ¿Cree usted que consumirá un producto *light* o sin azúcar que contenga sustitutos del azúcar en los próximos 7 días? B. ¿Dejaría usted de consumir por completo productos que contienen sustitutos del azúcar?

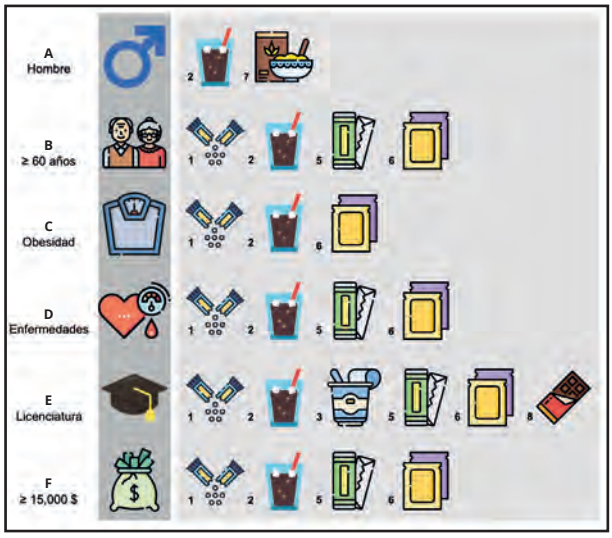


Figura 4. Subgrupos con el consumo más frecuente de distintas categorías de productos con edulcorantes no calóricos en la muestra de adultos mexicanos. Categorías de productos (1: sobres de sustituto de azúcar; 2: bebidas *light* o sin azúcar; 3: yogurt *light* sin azúcar; 4: gelatinas de caja, versión regular o *light*; 5: chicles o pastillas sin azúcar; 6: saborizantes de agua en polvo; 7: cereales *light* o sin azúcar; 8: postres y dulces sin azúcar) que significativamente se consumían en mayor proporción todos los días en los siguientes subgrupos de la población: A. Hombres. B. Adultos mayores de 60 o mas años. C. Personas con obesidad. D. Personas con enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión y/o dislipidemias. E. Personas con grado de licenciatura o mayor. F. Personas con ingreso económico mensual de 15 000 $ o superior. Estadístico: chi-cuadrado.

DISCUSIÓN

De acuerdo con la información obtenida en este estudio podemos deducir que, aunque la población mexicana sí es consumidora de alimentos y bebidas que contienen ENC, la periodicidad de su consumo no es muy frecuente, ya que en todas las categorías de productos fue más alta la prevalencia de consumirlas nunca o muy pocas veces al año. A pesar de que se ha reportado que México es un país que tiene una mayor proporción (11 %) de alimentos procesados que contienen ENC en comparación con Estados Unidos, Australia o Nueva Zelanda, también se ha observado que la cantidad de consumo de estas sustancias en nuestro país no es tan alta en comparación con Argentina, España o Francia (13,14).

En México, previamente se había reportado específicamente en pacientes con diabetes, una alta prevalencia de consumo mensual de productos con ENC, pero una cantidad baja de exposición a estas sustancias (15). Otro estudio realizado en Brasil encontró que el 13,3 % de sus productos contenían estos aditivos alimentarios, observando una media de 2,2 ENC por producto y que las categorías con mayor número de productos que tienen ENC eran las bebidas, seguidas de los lácteos y la repostería (16).

Por otra parte, al analizar las proporciones de personas que consumen por lo menos en una ocasión al mes cada categoría de productos con ENC, se observa que las categorías más consumidas son (en orden jerárquico de mayor a menor): postres y dulces, sobres de sustituto de azúcar, cereales, chicles o pastillas, yogurt, gelatinas, bebidas y saborizantes de agua en polvo. Sin embargo, las dos categorías con las más altas prevalencias de consumo de todos los días fueron los sobres y las bebidas, siendo esto concordante con lo que se ha reportado en poblaciones de otros países como Estados Unidos (17).

La tendencia de la población adulta mexicana a no consumir tan frecuentemente los ENC se evidenció nuevamente en nuestro estudio al observar que más de la mitad de los encuestados consideró poco probable que consumiera un producto con estos aditivos en los próximo 7 días. Aunado a esto, una alta proporción de los participantes (57,5 %) considera factible el dejar de consumir

por completo los ENC. Esto contrasta con lo reportado para la población de adultos estadounidenses, en donde en un estudio se reportó el 47,8 % de los participantes informó haber consumido por lo menos un producto con ENC en los últimos 2 días (18).

Se ha reportado un incremento global del 36 % en el volumen de ventas per cápita de bebidas con ENC, no obstante, aunque se haya aumentado el número de consumidores de productos con ENC, se cree que no existe la posibilidad de que la población mundial pueda exceder la cantidad establecida como ingesta diaria admisible para cada una de estas sustancias (19,20).

Los profesionales de la salud debemos estar conscientes de que el hecho de que los ENC estarán cada vez más presentes en un mayor número de productos accesibles para la población general tendrá distintas implicaciones en la salud y la nutrición de las personas a largo plazo, por lo que esto debe ser considerado en las estrategias de salud pública de los países más expuestos a estas sustancias. Además, los profesionales de la salud debemos educar a nuestros pacientes acerca de cómo elegir informadamente un producto saludable, con qué frecuencia se deben consumir distintos productos procesados y cómo identificar los productos que contienen ENC, ya que actualmente las versiones regulares de distintos alimentos y bebidas pueden también contener estas sustancias sin indicar en la etiqueta que es una versión *light* o reducida en azúcares. En México se ha descrito que el 31 % del personal médico no conoce las características fisicoquímicas y los efectos metabólicos principales de los ENC (21). Por otra parte, en una muestra de médicos y nutriólogos mexicanos se reportó que el 77 % de estos profesionales estaba de acuerdo en que su percepción respecto el uso y recomendación de los ENC ha cambiado en los últimos años, observándose que la principal postura en el 48 % de esta población fue que los ENC deben limitarse y utilizarse solamente de manera transitoria en ciertos pacientes (22).

Respecto a los subgrupos de la población que tienen a consumir más frecuentemente todos los días distintas categorías de productos que contienen ENC, un reporte de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Estados Unidos con datos del 2007 al 2012, mencionó que el consumo de ENC era más alto en personas con un nivel educativo de licenciatura o mayor, así como en aquellos que tenían obesidad. En este estudio, también se informó que los adultos que tenían de 51 a 70 años consumían mayores cantidades de bebidas con ENC que la población más joven (18). En nuestra investigación se evidenció que la escolaridad es un factor importante para consumir más frecuentemente un mayor número de productos con ENC, seguida de la edad, la presencia de enfermedades crónicas y el ingreso económico. La presencia de obesidad y el sexo se asoció con un menor número de categorías de productos con ENC que se consumen más regularmente. Se ha descrito que las personas con enfermedades crónicas y los profesionales de la salud consumen una mayor cantidad de ENC en México, además de las personas con mayor ingreso económico, IMC, nivel de actividad física y calidad de la dieta (23).

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio podemos mencionar que la aplicación de nuestra encuesta fue en línea, lo que puede afectar la interpretación de las preguntas y que los participantes no tuvieron un contacto directo con el grupo de investigación para resolver sus dudas. De igual forma, podemos agregar que los resultados de este estudio no representan a toda la población mexicana y que la evaluación del consumo de ENC fue semicuantitativa, ya que es complejo el estimar el consumo de ENC en la población al existir múltiples marcas de cada alimento o bebida que pueden tener cantidades diferentes de cada sustancia y cambiar frecuentemente las formulaciones de los productos. En la literatura científica se recalca que evaluar el consumo de ENC no sólo depende de la porción consumida sino también del vehículo del ENC y de que algunos estudios evalúan solamente la exposición a algunas categorías de productos, pero que comúnmente se excluyen otras fuentes importantes de ENC (24).

Las fortalezas de nuestra investigación incluyen el tamaño de la muestra evaluada, que se consideraron diferentes categorías de productos con ENC que no siempre se toman en cuenta en las investigaciones, y que esta información no ha sido reportada en nuestro país, brindando un panorama general del consumo de estos aditivos alimentarios en nuestra población.

CONCLUSIONES

Es relevante el caracterizar a la población consumidora de ENC y conocer cuáles son los productos que se consumen más frecuentemente debido a la tendencia que se observa a nivel mundial del incremento en la producción y las ventas de alimentos y bebidas que contienen sustitutos del azúcar. Hoy en día, entidades tan importantes como la Organización Mundial de la Salud son cautelosas al momento de brindar recomendaciones acerca del uso de estas sustancias, ya que se está promoviendo que no exista un consumo indiscriminado de ENC, especialmente en etapas de la vida vulnerables como la infancia (25). Los profesionales de la salud debemos mantenernos actualizados en este tema para brindar las recomendaciones adecuadas a la población acerca de un consumo seguro de los ENC.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fitch C, Keim KS. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Acad Nutr Diet 2012;112(5):739-58. DOI: 10.1016/j.jand.2012.03.009
2. Andrade L, Lee KM, Sylvetsky AC, Kirkpatrick SI. Low-calorie sweeteners and human health: a rapid review of systematic reviews. Nutr Rev 2021;79(10):1145-64. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa123
3. Lohner S, Kuellenberg de Gaudry D, Toews I, Ferenci T, Meerpohl JJ. Non-nutritive sweeteners for diabetes mellitus. Cochrane database Syst Rev 2020;5(5):CD012885. DOI: 10.1002/14651858.CD012885.pub2
4. Sylvetsky AC, Rother KI. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. Physiol Behav 2016;164(Pt B):446-50. DOI: 10.1016/j.physbeh.2016.03.030
5. Chattopadhyay S, Raychaudhuri U, Chakraborty R. Artificial sweeteners - a review. J Food Sci Technol 2014;51(4):611-21. DOI: 10.1007/s13197-011-0571-1
6. Dunford EK, Miles DR, Popkin B. Food Additives in Ultra-Processed Packaged Foods: An Examination of US Household Grocery Store Purchases. J Acad Nutr Diet 2023;123(6):889-901. DOI: 10.1016/j.jand.2022.11.007

7. Russell C, Grimes C, Baker P, Sievert K, Lawrence MA. The drivers, trends and dietary impacts of non-nutritive sweeteners in the food supply: A narrative review. Nutr Res Rev 2021;34(2):185-208. DOI: 10.1017/S0954422420000268
8. Hedrick VE, Nieto C, Grilo MF, Sylvetsky AC. Non-sugar sweeteners: helpful or harmful? The challenge of developing intake recommendations with the available research. BMJ 2023;383:e075293. DOI: 10.1136/bmj-2023-075293
9. Risdon S, Battault S, Romo-Romo A, Roustit M, Briand L, Meyer G, et al. Sucralose and Cardiometabolic Health: Current Understanding from Receptors to Clinical Investigations. Adv Nutr 2021;12(4):1500-13. DOI: 10.1093/advances/nmaa185
10. Arellano-Gómez LP, Jáuregui A, Nieto C, Contreras-Manzano A, Quevedo KL, White CM, et al. Effects of front-of-package caffeine and sweetener disclaimers in Mexico: cross-sectional results from the 2020 International Food Policy Study. Public Health Nutr 2023;26(12):3278-90. DOI: 10.1017/S1368980023002100
11. Contreras-Manzano A, Cruz-Casarrubias C, Munguía A, Jáuregui A, Vargas-Meza J, Nieto C, et al. Evaluation of the Mexican warning label nutrient profile on food products marketed in Mexico in 2016 and 2017: A cross-sectional analysis. PLoS Med 2022;19(4):e1003968. DOI: 10.1371/journal.pmed.1003968
12. Contreras-Manzano A, White CM, Nieto C, Quevedo KL, Vargas-Meza J, Hammond D, et al. Self-reported decreases in the purchases of selected unhealthy foods resulting from the implementation of warning labels in Mexican youth and adult population. Int J Behav Nutr Phys Act 2024;21(1):64. DOI: 10.1186/s12966-024-01609-3
13. Dunford EK, Taillie LS, Miles DR, Eyles H, Tolentino-Mayo L, Ng SW. Non-nutritive sweeteners in the packaged food supply—an assessment across 4 countries. Nutrients 2018;10(2):257. DOI: 10.3390/nu10020257
14. Guelinckx I, Ferreira-Pêgo C, Moreno LA, Kavouras SA, Gandy J, Martinez H, et al. Intake of water and different beverages in adults across 13 countries. Eur J Nutr 2015;54(S2):45-55. DOI: 10.1007/s00394-015-0952-8
15. Romo-Romo A, Almeda-Valdés P, Brito-Córdova GX, Gómez-Pérez FJ. Prevalence of non-nutritive sweeteners consumption in a population of patients with diabetes in Mexico. Gac Med Mex 2017;153(1):61-74.
16. Figueiredo LDS, Scapin T, Fernandes AC, Proença RPDC. Where are the low-calorie sweeteners? An analysis of the presence and types of low-calorie sweeteners in packaged foods sold in Brazil from food labelling. Public Health Nutr 2018;21(3):447-53. DOI: 10.1017/S136898001700283X
17. Hedrick VE, Passaro EM, Davy BM, You W, Zoellner JM. Characterization of Non-Nutritive Sweetener Intake in Rural Southwest Virginian Adults Living in a Health-Disparate Region. Nutrients 2017;9(7):757. DOI: 10.3390/nu9070757
18. Malek AM, Hunt KJ, DellaValle DM, Greenberg D, St Peter JV, Marriott BP. Reported Consumption of Low-Calorie Sweetener in Foods, Beverages, and Food and Beverage Additions by US Adults: NHANES 2007-2012. Curr Dev Nutr 2018;2(9):nzy054. DOI: 10.1093/cdn/nzy054
19. Russell C, Baker P, Grimes C, Lindberg R, Lawrence MA. Global trends in added sugars and non-nutritive sweetener use in the packaged food supply: drivers and implications for public health. Public Health Nutr 2023;26(5):952-64. DOI: 10.1017/S1368980022001598
20. Martyn D, Darch M, Roberts A, Lee HY, Yaqiong Tian T, Kaburagi N, et al. Low-/No-Calorie Sweeteners: A Review of Global Intakes. Nutrients 2018;10(3):357. DOI: 10.3390/nu10030357
21. Aldrete-Velasco JA, Aranceta-Bartrina J, Rodríguez-García JA, Durán- Coyote S, Pedraza-Chávez J, Reyes-Zavala C. Knowledge, use and recommendation of non-caloric sweeteners in a population of health professionals in Mexico. Med Int Méx 2020;36(2):173-84. DOI: 10.24245/mim.v36i2.1919
22. Romo-Romo A, Brito-Córdova GX, Aguilar-Salinas CA, Cano-García de León C, Farías-Name DE, Reyes-Lara L, et al. Beliefs concerning non-nutritive sweeteners consumption in consumers, non-consumers, and health professionals: a comparative cross-sectional study. Nutr Hosp 2022;39(5):1086-92. DOI: 10.20960/nh.04046
23. Romo-Romo A, Castillo-Martínez L, Aguilar-Salinas CA, Brito-Córdova GX, Martagón AJ, Gómez-Pérez FJ, et al. Associated factors to the consumption of non-nutritive sweeteners in the Mexican adult population. Salud Publica Mex 2023;65(3):200-7. DOI: 10.21149/14145
24. Tennant DR. Estimation of exposures to non-nutritive sweeteners from consumption of tabletop sweetener products: a review. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 2019;36(3):359-65. DOI: 10.1080/19440049.2019.1566784
25. World Health Organization. Use of non-sugar sweeteners: WHO guideline. Geneva: World Health Organization; 2023. p. 1-74.

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Food intake influences the incidence of cardiovascular disease by driving cardiac remodeling — Evidence from a Mendelian randomization

La ingesta de alimentos influye en la incidencia de las enfermedades cardiovasculares impulsando el remodelado cardíaco: evidencia a partir de una aleatorización mendeliana

Bingfu Wang[1,2], Yulong Song[1,2], Yujian Fan[1,2], Zhiqiang Zhao[2]

[1]Graduate School. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine; and [2]National Clinical Research Center for Chinese Medicine Acupuncture and Moxibustion. First Teaching Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine. Tianjin, People's Republic of China

Abstract

Background: research on dietary habits and cardiovascular diseases shows inconsistent results. Diets on cardiovascular diseases are primarily mediated by cardiac structure, but specific pathways remain unclear.

Material and methods: we conducted a Mendelian randomization study and identified twelve types of food were related to coronary artery disease, 17 to heart failure, and 16 to dilated cardiomyopathy; 13 were associated with atrial fibrillation. We then identified cardiac structure closely related to the four cardiovascular diseases and conducted mediation analysis.

Results: increased consumption of grains, dried fruits, and cheese may tentatively reduce coronary heart disease risk through distinct biomechanical pathways—including reduced segmental longitudinal strain (grains, 18.7 %), decreased left ventricular stroke volume with narrowed ascending aortic area (dried fruits; mediation through 28.9 % and 18.5 % pathways), and attenuated myocardial wall thickness (cheese, 4.25 %)—while elevated alcohol intake might heighten risk via increased stroke volume (18.6 %), amplified segmental strain (8.6 %), and elevated cardiac workload. Exploratory analyses suggest coffee-associated heart failure risk could involve mediation by segmental/global circumferential strain (mediation through 14.5 % and 27.7 % pathways) and left ventricular volume (through 23.1 %, and 22.5 % pathways), whereas cooked vegetables may partially influence dilated cardiomyopathy risk through increased left ventricular mass (14.9 %) and myocardial wall thickness (20.2 %), potentially exacerbating atrial fibrillation via impaired global longitudinal strain (36.1 %). Observational data tentatively link feta cheese to dilated cardiomyopathy risk through altered left heart volumetric parameters: left atrial minimal volume (30.3 %), ventricular end-diastolic (14.8 %)/systolic volumes (14.8 %).

Conclusion: our study provides new insights that dietary adjustments to improve cardiac remodeling may be a potent strategy for the prevention and management of cardiovascular diseases. However, the interpretation of the mediation results requires caution.

Keywords:

Food intake. Cardiovascular diseases. Cardiac structure. Mendelian randomization. Mediation analysis.

Received: 26/10/2024 • Accepted: 07/04/2025

Acknowledgements: We extend our gratitude to the researchers who provided the free Genome-Wide Association Study data and to the clinical participants involved.

Statement of ethics: This study did not require ethical approval as publicly available data were analyzed.

Funding sources: This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81202852).

Authors´ contribution: Conceptualization: Yujian Fan and Zhiqiang Zhao; formal analysis: Bingfu Wang, Yulong Song and Zhiqiang Zhao; investigation: Bingfu Wang and Zhiqiang Zhao; methodology: Bingfu Wang and Zhiqiang Zhao; resources: Bingfu Wang and Zhiqiang Zhao; software: Bingfu Wang, Yulong Song, Yujian Fan and Zhiqiang Zhao; validation: Bingfu Wang and Yulong Song.

Data availability statement: GWAS summary statistics for food intake and cardiovascular diseases were obtained from IEU (https://gwas.mrcieu.ac.uk/); GWAS summary statistics for cardiac magnetic resonance is available at GWAS Catalog (https://github.com/baiwenjia/ukbb_cardiac).

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Wang B, Song Y, Fan Y, Zhao Z. Food intake influences the incidence of cardiovascular disease by driving cardiac remodeling — Evidence from a Mendelian randomization. Nutr Hosp 2025;42(4):745-752

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05588

Correspondence:

Zhiqiang Zhao. National Clinical Research Center for Chinese Medicine Acupuncture and Moxibustion. First Teaching Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine. No. 314 Anshan West Road, Nankai District. Tianjin, People's Republic of China
e-mail: z13512279828@126.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Antecedentes: la investigación sobre los hábitos alimentarios y las enfermedades cardiovasculares muestra resultados inconsistentes. Las dietas en las enfermedades cardiovasculares están mediadas principalmente por la estructura cardíaca, pero las vías específicas siguen sin estar claras.

Material y métodos: realizamos un estudio de aleatorización mendeliana e identificamos que doce tipos de alimentos estaban relacionados con la enfermedad de las arterias coronarias, 17 con la insuficiencia cardíaca y 16 con la miocardiopatía dilatada; 13 estaban asociadas a la fibrilación auricular. Luego identificamos la estructura cardíaca estrechamente relacionada con las cuatro enfermedades cardiovasculares y realizamos un análisis de mediación.

Resultados: el aumento del consumo de granos, frutos secos y queso puede mitigar el riesgo de enfermedad coronaria al reducir la tensión longitudinal segmentaria, disminuir la eyección ventricular izquierda y estrechar el área de la aorta ascendente, disminuyendo el grosor de la pared miocárdica. Por el contrario, el aumento del consumo de alcohol agrava el riesgo de enfermedad coronaria al aumentar el volumen de eyección ventricular izquierda y la tensión longitudinal segmentaria. En el contexto del aumento del riesgo de insuficiencia cardíaca inducido por el café, la tensión circunferencial segmentaria, la tensión circunferencial global, el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo y el volumen telesistólico del ventrículo izquierdo actúan como mediadores. Además, el aumento del consumo de yogur puede agravar la insuficiencia cardíaca al afectar la tensión circunferencial segmentaria. Los mediadores del aumento del riesgo de miocardiopatía dilatada por el aumento del consumo de vegetales cocidos incluyen la masa ventricular izquierda y el grosor de la pared miocárdica segmentaria. El aumento del consumo de vegetales cocidos también puede afectar la tensión longitudinal global, aumentando así el riesgo de fibrilación auricular. El queso feta puede influir en los volúmenes del corazón izquierdo, aumentando así el riesgo de miocardiopatía dilatada.

Conclusión: nuestro estudio proporciona nuevas perspectivas de que los ajustes dietéticos para mejorar la remodelación cardíaca pueden ser una estrategia potente para la prevención y el manejo de las enfermedades cardiovasculares.

Palabras clave:

Ingesta de alimentos.
Enfermedades cardiovasculares.
Estructura cardiaca.
Aleatorización mendeliana.
Análisis de mediación.

INTRODUCTION

Cardiovascular diseases (CVDs) encompass a group of disorders affecting the heart and blood vessels. They represent a significant public health concern and are the leading cause of mortality worldwide. The 2023 World Heart Report indicates that 17.9 million people globally succumb to cardiovascular diseases annually, accounting for approximately 32 % of all deaths (1). According to the American Heart Association's 2024 Heart Disease and Stroke Statistics Update, in 2021, 26.1 million Americans were afflicted with some form of cardiovascular diseases, with over 800,000 deaths each year. The annual direct and indirect costs of cardiovascular disease mortality exceed $316.1 billion (2).

To adapt to various environmental stresses, the heart flexibly alters its structure and morphology, a process known as cardiac remodeling, encompassing pathological myocardial hypertrophy, interstitial fibrosis, and inflammation mediated by macrophage and neutrophil infiltration (3,4). Pharmacotherapies, including β-blockers, angiotensin-converting enzyme inhibitors (ACEI)/angiotensin II receptor blockers (ARB), mineralocorticoid receptor antagonists (MRA), and sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors (SGLT2i), can prevent or reverse remodeling and have been proven to reduce cardiovascular morbidity and mortality (5,6). However, humanity continues to explore dietary approaches that can improve cardiac remodeling and thereby prevent or treat cardiovascular diseases.

In recent decades, dietary research in cardiovascular disease prevention has evolved from focusing on single nutrients and specific foods to examining dietary patterns (7,8). However, the optimal diet for enhancing cardiometabolic health remains uncertain. Therefore, a comprehensive and systematic evaluation of the relationship between food intake and cardiovascular diseases, and the potential mediating role of cardiac remodeling, is crucial for developing interventions to reduce cardiovascular risk.

Mendelian randomization (MR) is an effective method for determining causality. MR is based on the principle of the independent assortment of genetic alleles, using known genetic variations as natural randomization factors, akin to the random assignment of treatments in randomized controlled trials, creating subgroups with similar characteristics and reducing the risk of confounding factors (9). Since genetic variations are predetermined naturally and unaffected by environmental factors, they enhance the reliability of causal inference. In MR analysis, we use single nucleotide polymorphisms (SNPs) associated with exposure as instrumental variables (IVs) to infer whether the exposure increases the risk of the outcome or has a protective effect (10). This method effectively addresses confounding factors and biases due to measurement errors, allowing us to infer causal relationships between exposure and outcomes (11). Genome-wide association studies (GWAS) have identified 226 types of food, 82 cardiac magnetic resonance-related SNPs, and cardiovascular disease-related SNPs, enabling us to use MR analysis to infer the causal relationship between food intake and cardiovascular diseases and the potential mediating role of cardiac remodeling.

We hypothesize that diet may induce specific structural alterations in the heart, leading to cardiac remodeling and various cardiovascular diseases, including heart failure (HF), atrial fibrillation (AF), dilated cardiomyopathy (DCM), and coronary artery disease (CAD). Utilizing cardiac magnetic resonance (CMR) data from GWAS studies to evaluate cardiac structure and function, combined with GWAS data on different types of food and cardiovascular diseases, we designed a MR study to explore the causal relationship between different types of food and cardiovascular diseases. Additionally, we conducted mediation MR analysis to identify potential CMR mediators that may act as intermediaries in diet-driven cardiovascular disease development.

METHODS

DATA SOURCE

Extensive genome-wide association study (GWAS) data encompassing 82 distinct traits related to cardiac structure were meticulously gathered from a cohort of 31,875 individuals of European descent (12). These comprehensive measurements, obtained through advanced cardiovascular magnetic resonance imaging (MRI), cover a wide array of anatomical features, including but not limited to the left ventricle, left atrium, right ventricle, right atrium, ascending aorta, and descending aorta. Similarly, summary-level GWAS data on food intake were obtained from the UK Biobank study, involving multiple cohorts totalling over 800,000 subjects. We categorized 226 food types into 11 groups, including: fruits and vegetables, grains and cereals, dairy and alternatives, meat and alternatives, alcoholic beverages, non-alcoholic beverages, sweets and desserts, snacks, baked goods and pastries, prepared and processed foods, miscellaneous. The GWAS data related to cardiovascular diseases are derived from cohort studies involving over 200,000 individuals of European descent, including heart failure (ebi-a-GCST009541, 47,309 cases and 930,014 controls), coronary artery disease (ebi-a-GCST005195, 12,233 cases and 424,528 controls), atrial fibrillation (ebi-a-GCST006061, (9,109 cases and 324,121 controls), and dilated cardiomyopathy (ebi-a-GCST90018834, 35,381 cases and 353,937 controls), are accessible online via the IEU. (https://gwas.mrcieu.ac.uk/).

INSTRUMENTAL VARIABLE SELECTION

Strict quality control was applied in selecting instrumental variables (IVs) to meet the three core assumptions of MR analysis. Firstly, to ensure a close association between IVs and exposure factors, we selected SNPs related to food intake and cardiac structure with a genome-wide significance threshold ($p < 5*10^{-6}$) (13). Secondly, we clumped SNPs for linkage disequilibrium (LD) ($r^2 < 0.001$ within a 10,000 kb window) to ensure their independence (14). Thirdly, IVs must influence the outcome only through the exposure, not directly (15). Finally, we calculated the *F*-statistics for all selected SNPs to prevent bias from weak instruments, using the following formula:

$$R^2 = \frac{2 * \beta^2 * EAF * (1 - EAF)}{(2 * \beta^2 * EAF * (1 - EAF) + 2 * (se(\beta))^2 * N * EAF * (1 - EAF))}$$

$$F = \frac{N - k - 1}{k} * \frac{R^2}{1 - R^2}$$

R^2 is the exposure variation, and the explanation of R^2 is the SNP; k is the number of SNPs. And, N is the sample size.

Specific classifications of cardiac magnetic resonance and food intake are detailed in supplementary Tables I and II (https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9048/ADMA1-05588-02.xlsx). The precise details of the instrumental variable SNPs are found in supplementary Table III (https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9048/ADMA1-05588-02.xlsx). All F-statistics exceed 10, indicating that our study is unlikely to be affected by weak instrumental variables. An overview of this study is shown in figure 1.

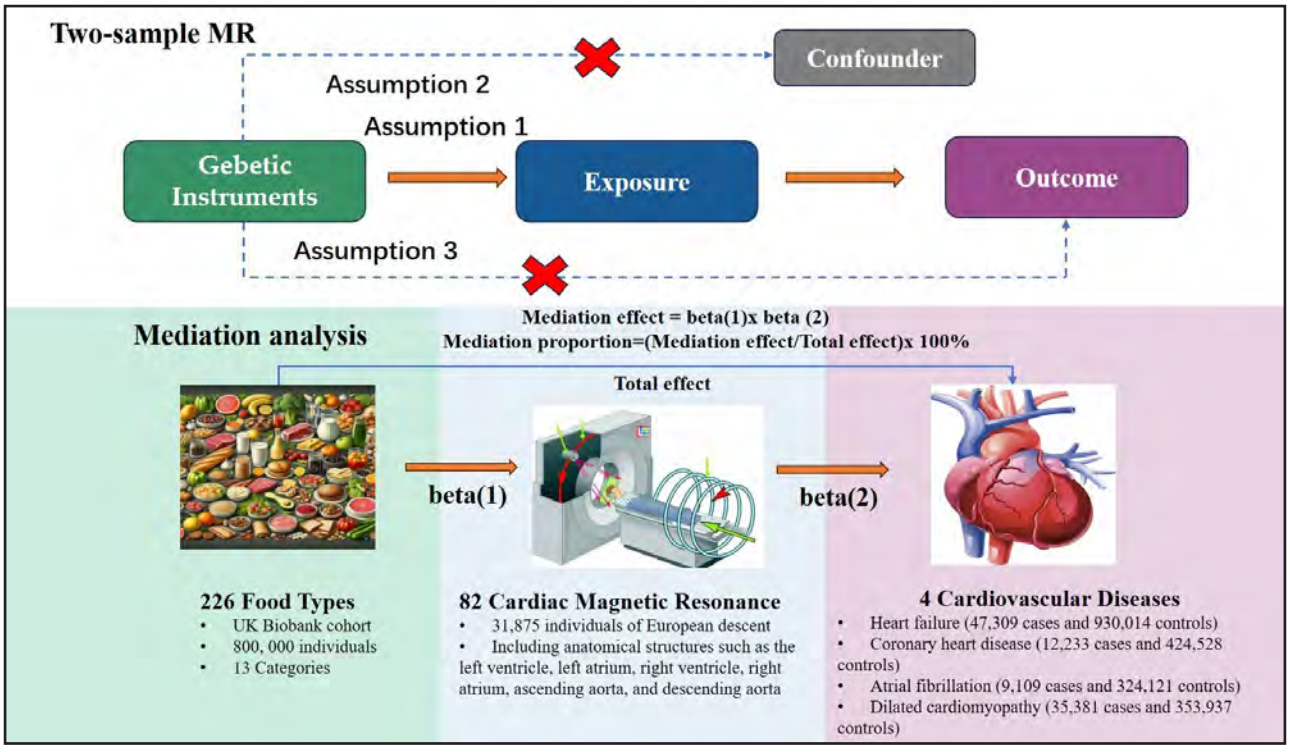


Figure 1. An overview of this MR analysis.

UNIVARIATE MR ANALYSIS

To predict the impact of food intake on CVDs. We employed three complementary methods: inverse-variance weighting (IVW), MR-Egger, and the weighted median approach for MR analysis. The IVW method, known for its superior statistical power, provides accurate results when all selected single nucleotide polymorphisms (SNPs) are valid instrumental variables (IVs), thus serving as the primary statistical method for testing causality (16). The MR-Egger method yields consistent causal estimates under the Instrument strength independent of direct effect (InSIDE) assumption, even if the genetic IV is invalid (17). The weighted median approach assumes that more than half of the instrumental variables is valid and is also used for robustness checks (18). A causal relationship between exposure and outcome is considered when the IVW analysis results in $p < 0.05$, and the directions of the weighted median and MR-Egger results align with the IVW odds ratio (OR) direction.

SENSITIVITY ANALYSIS

Sensitivity analysis primarily assesses heterogeneity and potential horizontal pleiotropy that may severely violate MR assumptions. The IVW method, alongside MR-Egger, employs Cochran's Q statistic for heterogeneity testing. When heterogeneity is suspected, the IVW random-effects model is applied (19). In MR-Egger, the MR intercept tests for horizontal pleiotropy; if the SNP effect is reduced to zero and the MR-Egger intercept is statistically significant, it indicates other unknown factors influencing the outcome, thus violating MR assumptions (20). We performed leave-one-out analysis, sequentially excluding each valid SNP to prevent the results from being influenced by a single SNP. All statistical analyses were conducted using the MR-PRESSO, TwoSampleMR, and MendelianRandomization packages on the R version 4.2.3 software platform.

MEDIATED MR ANALYSIS

We employed a two-step MR approach to investigate potential cardiac structural phenotypes mediating the causal relationship between food intake and CVDs. We utilized the product of coefficients method, which involves calculating two MR assumptions: the causal effect of exposure on the mediator and the causal effect of the mediator on the outcome. Multiplying these estimates yields the indirect effect estimate (21). Initially, the causal relationship between food intake and CVDs was assessed (β all). Subsequently, CMR characteristics causally linked to these food types were identified ($\beta 1$). Among these CMR phenotypes, those with causal relationships to CVDs were further investigated ($\beta 2$), considering them as potential mediators. When the mediation effect ($\beta 1 \times \beta 2$) of food on cardiovascular diseases, as mediated by cardiac nuclear magnetic resonance, aligns with the direction of the direct effect (β all), the proportion of the mediation effect will be calculated. The proportion mediated by each medium is calculated as the product of $\beta 1$ and $\beta 2$, divided by the β all (22).

RESULTS

We identified 12 dietary types causally linked to coronary heart disease, with alcoholic beverages being particularly significant; 17 dietary types associated with heart failure, primarily including alcoholic beverages, dairy products, and fruits and vegetables; 16 dietary types significantly related to dilated cardiomyopathy, with a higher proportion of meat and fruits and vegetables; and 13 types of food affecting the incidence of atrial fibrillation, with various alcoholic beverages associated with increased risk of atrial fibrillation (Fig. 2). All MR analyses showed no horizontal pleiotropy. Sensitivity analysis results indicated that no single nucleotide polymorphism could alter the overall MRanalysis, demonstrating the robustness of our findings (Supplementary Table IV -https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9048/ADMA1-05588-02.xlsx).

We identified cardiac MRI markers associated with four cardiovascular diseases (Fig. 3) Markers closely related to heart failure include ejection fraction, circumferential strain, myocardial wall thickness, and ventricular volumes. Key markers influencing coronary heart disease encompass multidirectional cardiac strain, arterial area, and wall thickness. Indicators affecting atrial fibrillation include myocardial wall thickness, circumferential strain, and longitudinal strain. Circumferential strain, left atrial and ventricular volume, mass, and myocardial wall thickness are closely linked to dilated cardiomyopathy (Supplementary Table V -https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9048/ADMA1-05588-02.xlsx).

In mediation analysis, we identified CMR indicators mediating the causal relationships between food intake and cardiovascular diseases (Table I; Supplementary Tables VI and VII -https://www.nutricionhospitalaria.org/files/9048/ADMA1-05588-02.xlsx).

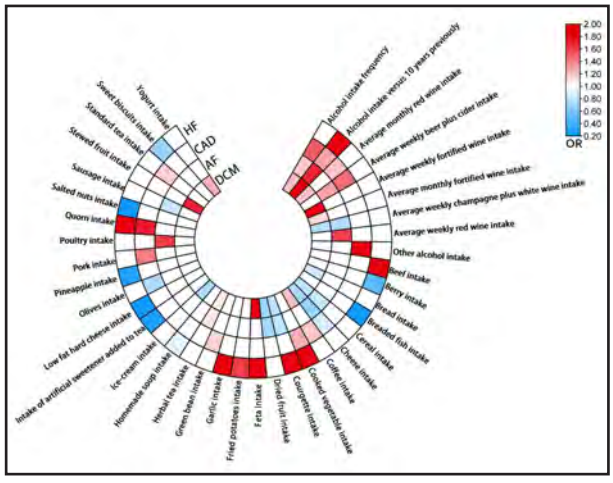


Figure 2. A two-sample Mendelian randomization analysis discerns food intake causally linked to CVDs: heart failure (HF), atrial fibrillation (AF), dilated cardiomyopathy (DCM), and coronary artery disease (CAD).

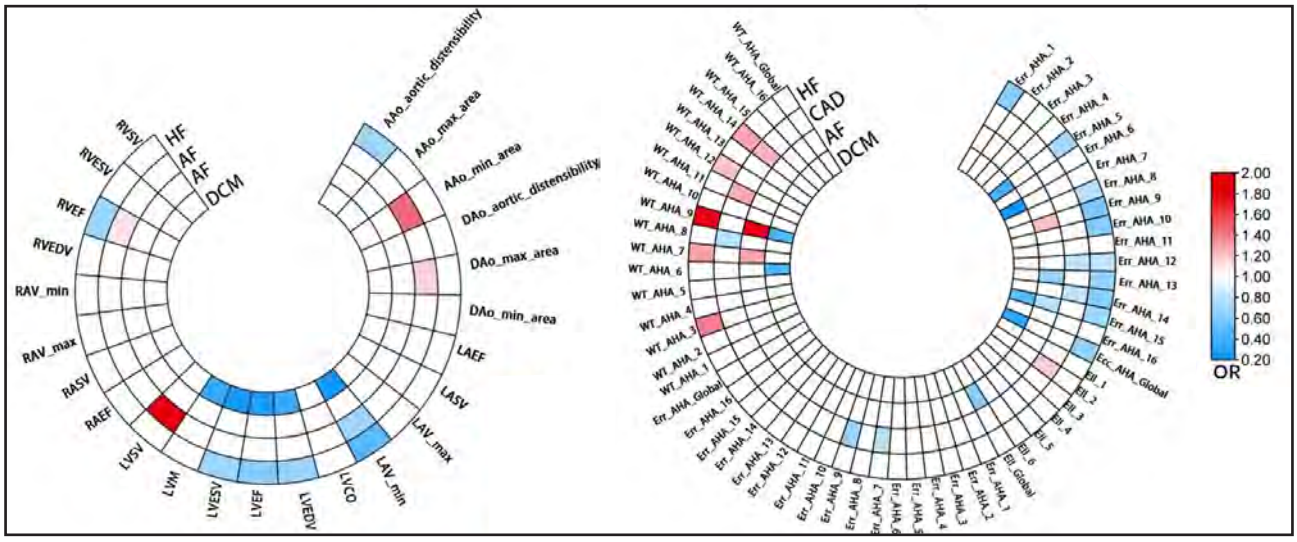


Figure 3. A two-sample Mendelian randomization analysis discerns food intake causally linked to CVDs: heart failure (HF), atrial fibrillation (AF), dilated cardiomyopathy (DCM), and coronary artery disease (CAD) (Aao: ascending aorta; Ao: aorta; Dao: descending aorta; DBP: diastolic blood pressure; Ecc AHA: peak circumferential strain according to the American Heart Association; Ell: longitudinal strain; Err AHA: radial strain according to the American Heart Association; LAEF: left atrium ejection fraction; LASV: left atrium stroke volume; LAV: left atrium volume; LVCO: left ventricular cardiac output; LVEDV: left ventricular end-diastolic volume; LVEF: left ventricular ejection fraction; LVESV: left ventricular end-systolic volume; LVM: left ventricular mass; LVSV: left ventricular stroke volume; max: maximum; min: minimum; PP: pulse pressure; RAEF: right atrium ejection fraction; RASV: right atrium stroke volume; RAV: right atrium volume; RVEF: right ventricular ejection fraction; RVEDV: right ventricular end-diastolic volume; RVESV: right ventricular end-systolic volume; RVSV: right ventricular stroke volume; SBP: systolic blood pressure; and WT AHA: myocardial wall thickness at end diastole according to the American Heart Association).

Table I. Cardiac structure mediates the causal relationship between food intake and CVDs: heart failure (HF), atrial fibrillation (AF), dilated cardiomyopathy (DCM), and coronary artery disease (CAD)

Exposure	Beta 1	Mediator	Beta 2	Outcome	Total effect	Mediation effect	Mediation Proportion
Coffee intake	-0.155	phenocode-Ecc-AHA-12	-0.184	HF	0.197	0.029	14.5 %
Coffee intake	-0.143	phenocode-Ecc-global	-0.382	HF	0.197	0.054	27.7 %
Coffee intake	-0.216	phenocode-LVEDV	-0.209	HF	0.197	0.045	23.1 %
Coffee intake	-0.149	phenocode-LVESV	-0.297	HF	0.197	0.044	22.5 %
Cereal intake	-0.181	phenocode-Ell-2	0.174	CAD	-0.169	-0.032	18.7 %
Alcohol intake frequency	0.084	phenocode-Ell-2	0.174	CAD	0.171	0.015	8.6 %
Alcohol intake frequency	0.056	phenocode-LVSV	0.566	CAD	0.171	0.032	18.6 %
Dried fruit intake	-0.157	phenocode-AAo-min-area	0.377	CAD	-0.319	-0.059	18.5 %
Dried fruit intake	-0.163	phenocode-LVSV	0.566	CAD	-0.319	-0.092	28.9 %
Cooked vegetable intake	-0.193	phenocode-Ell-global	-0.428	AF	0.228	0.082	36.1 %
Feta intake	-0.782	phenocode-LAV-min	-1.171	DCM	3.017	0.915	30.3 %
Feta intake	-0.546	phenocode-LVEDV	-0.816	DCM	3.017	0.446	14.8 %
Feta intake	-0.506	phenocode-LVESV	-1.141	DCM	3.017	0.577	19.1 %
Cooked vegetable intake	-0.211	phenocode-LVM	-0.839	DCM	1.189	0.177	14.9 %
Cooked vegetable intake	-0.323	phenocode-WT-AHA-6	-0.743	DCM	1.189	0.240	20.2 %

Aao: ascending aorta; Ao: aorta; Ecc AHA: peak circumferential strain according to the American Heart Association; Ell: longitudinal strain; Err AHA: radial strain according to the American Heart Association; LVEDV: left ventricular end-diastolic volume; LVESV: left ventricular end-systolic volume; LVM: left ventricular mass; LVSV: left ventricular stroke volume; max: maximum; WT AHA: myocardial wall thickness at end diastole according to the American Heart Association.

Increased intake of cereal, dried fruit, and cheese reduced the risk of coronary artery disease by lowering longitudinal strain segment 2 (mediation proportion, 18.7 %); reducing left ventricular stroke volume (mediation proportion, 28.9 %), decreasing ascending aorta area (mediation proportion, 18.5 %); and reducing myocardial wall thickness (mediation proportion, 4.25 %). Increased alcohol consumption raised coronary artery disease risk by increasing left ventricular stroke volume (mediation proportion, 18.6 %), increasing longitudinal strain segment 2 (mediation proportion, 8.6 %), and increasing cardiac work. In the process of coffee-induced heart failure risk, circumferential strain segment 12 (mediation proportion, 14.5 %), overall circumferential strain (mediation proportion, 27.7 %), left ventricular end-diastolic volume (mediation proportion, 23.1 %), and left ventricular end-systolic volume (mediation proportion, 22.5 %) played mediating roles. Increased intake of cooked vegetables raised the risk of dilated cardiomyopathy through mediators such as left ventricular mass (mediation proportion, 14.9 %) and myocardial wall thickness segment 6 (mediation proportion, 20.2 %). Cooked vegetable intake also impaired overall longitudinal strain (36.1 %), increasing the risk of atrial fibrillation. Feta cheese affected left heart volumes, including left atrial minimum volume (mediation proportion, 30.3 %), left ventricular end-diastolic volume (mediation proportion, 14.8 %), and left ventricular end-systolic volume (mediation proportion, 19.1 %), increasing the risk of dilated cardiomyopathy.

DISCUSSION

For the various food types identified as related to cardiovascular diseases, we found that diets beneficial to cardiovascular risk largely align with the currently popular Mediterranean diet, DASH diet (Dietary Approaches to Stop Hypertension), and plant-based diets. The Mediterranean diet emphasizes high intake of fruits, vegetables, whole grains, nuts, and olive oil, with moderate consumption of fish and poultry; the DASH diet emphasizes fruits, vegetables, whole grains, and low-fat dairy products while limiting sodium, red meat, and sweets; plant-based diets include high intake of vegetables, fruits, nuts, seeds, and legumes. The food types emphasized in these diets mostly showed protective effects against the four cardiovascular diseases in our Mendelian randomization analysis. In contrast, the Western diet, which favors high intake of processed foods, red meat, sweets, high-fat dairy products, and refined grains, generally exhibited harmful effects on the four cardiovascular diseases.

Our research demonstrated a significant causal relationship between alcoholic beverages and coronary artery disease (CAD) and heart failure (HF). Most drinking behaviors and types, including alcohol intake frequency (HF, OR = 1.20, 95 % CI 1.13-1.28, p = 3.99 E-08), (CAD, OR = 1.19, 95 % CI 1.10-1.28, p = 9.83 E-06). Alcohol intake versus 10 years previously (HF, OR = 1.80, 95 % CI 1.41-2.29, p = 2.68 E-06), (CAD, OR = 1.68, 95 % CI 1.30-2.15, p = 5.50 E-05), average weekly fortified wine intake (HF, OR = 1.92, 95 % CI 1.01-3.64, p = 0.045), average monthly fortified wine intake (HF, OR = 1.14, 95 % CI 1.03-1.30, p = 0.031), average monthly red wine intake (HF, OR = 1.18, 95 % CI 1.09-1.41, p = 0.042), average weekly red wine intake (CAD, OR = 1.60, 95 % CI 1.31-1.96, p = 4.45257 E-06) and average weekly beer plus cider intake (CAD, OR = 1.28, 95 % CI 1.06-1.55, p = 0.010) increased the risk of CAD or HF. However, we also observed that average weekly champagne plus white wine intake (HF, OR = 0.77, 95 % CI 0.62-0.95, p = 0.017), (CAD, OR = 0.76, 95 % CI 0.61-0.94, p = 0.013) reduced the risk of CAD and HF. Numerous observational studies indicated that light to moderate alcohol consumption might have a protective effect on the heart or might not increase the risk of CAD and HF, excessive alcohol consumption may exacerbate cardiovascular risk (23,24). Our research similarly showed that with increased drinking frequency, the risk of CAD and HF rose. Particularly, increased alcohol consumption compared to 10 years ago exacerbated the risk of four cardiovascular diseases (HF, OR = 1.80, 95 % CI 1.41-2.29, p = 2.68 E-06), (CAD, OR = 1.68, 95 % CI 1.30-2.15, p = 5.50 E-05), (AF, OR = 1.30, 95 % CI 1.02-1.64, p = 0.032), (DCM, OR = 0.65, 95 % CI 1.10-6.38, p = 0.030). Previous studies suggested that wine consumption, especially moderate wine consumption, offered protective benefits for CVDs (25). Our research indicated that red wine, fortified wine, and beer consumption still posed a risk for CAD or HF, but the combination of champagne and white wine exerted cardioprotective effects, reducing the risk of CAD and HF. Champagne and white wine contained unique polyphenolic compounds, with white wine having tyrosol, caffeic acid, and shikimic acid, while champagne contained more phenolic acids and matrix metalloproteinases, all of which contributed to antioxidant effects and vascular health maintenance (26).

Currently, an increasing number of perspectives suggest that any amount of alcohol consumption, regardless of type, elevates the risk of atrial fibrillation (27,28). Our research similarly found that the frequency of alcohol intake (AF, OR = 1.51, 95 % CI 1.22-1.86, p = 0.00014) and the consumption of various types of alcoholic beverages, including beer and cider wine (AF, OR = 1.46, 95 % CI 1.14-1.86, p = 0.002), red wine (AF, OR = 1.20, 95 % CI 1.05-1.36, p = 0.0058), and other alcoholic drinks (AF, OR = 1.93, 95 % CI 1.09-3.42, p = 0.024), all contribute to an increased risk of atrial fibrillation. For patients with atrial fibrillation, there is no safe level of alcohol consumption, nor any type of alcoholic beverage that can mitigate this risk. Therefore, patients with atrial fibrillation should abstain from all alcoholic beverages. However, we have not found sufficient evidence that alcohol consumption alters cardiac MRI, thereby affecting cardiovascular diseases. Only the frequency of alcohol consumption influences the development of coronary heart disease through segmental longitudinal strain and left ventricular stroke volume. The underlying mechanism may involve the direct toxic effects of chronic alcohol consumption on cardiomyocytes, leading to cardiac remodeling. This remodeling includes hypertrophy of the remaining cardiomyocytes and interstitial fibrosis, resulting in increased myocardial stiffness and reduced efficiency. This process impairs the longitudinal strain capacity of the myocardium, increases cardiac load, and causes continuous cardiac dilation, ultimately exacerbating coronary artery disease (29,30).

Additionally, we have discovered that dairy products, particularly cheese, can reduce the risk of three types of cardiovascular diseases (HF, OR = 0.74, 95 % CI 0.66-0.83, p = 2.96 E-07), (CAD, OR = 0.66, 95 % CI 0.59-0.75, p = 2.22 E-11), (AF, OR = 0.87, 95 % CI 0.78-0.97, p = 0.013). A meta-analysis of long-term observational studies indicated that higher cheese intake is associated with a reduced risk of cardiovascular events over more than 10 years (31). These studies excluded individuals with pre-existing cardiovascular diseases. Cheese, a full-fat dairy product primarily composed of saturated fatty acids, is not considered beneficial for cardiovascular health and is believed to impact lipid metabolism. However, meta-analyses indicate that cheese consumption, compared to butter, reduces total cholesterol by 0.28 mmol/L and low-density lipoprotein cholesterol by 0.22 mmol/L, with a neutral effect on triglycerides. Other nutrients in cheese, such as minerals, casein, α-lactalbumin, β-lactoglobulin, bioactive peptides, and probiotics, influence nutrient bioavailability and the release of active compounds (32). Probiotics can alter gut microbiota composition and function, enhance intestinal epithelial integrity, and reduce low-grade inflammation caused by metabolic endotoxemia, thereby improving energy homeostasis and intermediary metabolism. Cheese's higher calcium content, compared to other dairy products, partially inhibits the absorption of saturated fatty acids and regulates excitation-contraction coupling in cells, thereby influencing cardiac contractility and ultimately affecting heart structure (33). Besides, these factors produce beneficial effects on cardiovascular health, including improvements in cardiovascular biomarkers such as body mass index (BMI), waist circumference, and fasting blood glucose levels (34). Our mediation analysis suggested that increased cheese intake may reduce heart failure risk by reducing wall thickness. However, we have also discovered that Greek feta cheese can directly increase cardiac chamber volume, thereby promoting heart failure (HF, OR = 2.33, 95 % CI 1.23-4.40, p = 0.0087) and dilated cardiomyopathy (DCM, OR = 2.92, 95 % CI 2.52-3.61, p = 0.005). Compared to regular cheese, feta cheese contains higher levels of sodium and saturated fatty acids. Further research is needed to explore the specific cardiovascular risks associated with this novel cheese product.

Similar to the pathway by which feta cheese increases the risk of dilated cardiomyopathy, coffee may elevate the risk of heart failure (HF, OR = 1.22, 95 % CI 1.02-1.45, p = 0.026) through alterations in left ventricular diastolic and systolic volumes, as well as impairments in cardiac circumferential strain. Multiple studies indicated that excessive coffee intake may acutely elevate blood pressure, increase arterial stiffness, and induce ventricular remodeling by stimulating the central nervous system and blocking adenosine receptors (35). Coffee also contains bioactive compounds such as polyphenols and diterpenes, which can influence neurohormonal pathways. These compounds activate the renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) and the sympathetic nervous system, leading to fluid retention and vasoconstriction, resulting in ventricular volume overload, impairing left ventricular circumferential strain, and accelerating the onset of heart failure (36).

Vegetable consumption is generally deemed beneficial for cardiovascular health, yet the relationship between cooked vegetables and cardiovascular diseases remains contentious. The PURE study indicated that consuming cooked vegetables may increase the prevalence of cardiovascular diseases (37). Conversely, research from the UK Biobank, involving 400,000 adults, showed no association between cooked vegetable intake and cardiovascular disease risk (38). Our study did not demonstrate a direct causal relationship between cooked vegetables and heart failure or coronary heart disease, but it did find a causal link with dilated cardiomyopathy and atrial fibrillation (DCM, OR = 3.29, 95 % CI 1.56-6.90, p = 0.002), (AF, OR = 1.26, 95 % CI 1.05-1.51, p = 0.014). Cooked vegetable intake may not directly cause major cardiovascular diseases but could induce atrial fibrillation and dilated cardiomyopathy through changes in wall thickness, longitudinal strain and left ventricular mass. ultimately leading to other cardiovascular conditions such as heart failure and coronary heart disease. Cooked vegetables tend to lose nutrients, such as vitamins and antioxidants, during the cooking process. Therefore, it is essential to use low-temperature methods like steaming, boiling, or microwaving when preparing vegetables. Additionally, maintaining a balanced diet by consuming more raw vegetables, whole grains, and dried fruits is advisable. In contrast, dried fruit intake is directly associated with coronary heart disease and heart failure (HF, OR = 0.69, 95 % CI 0.59-0.82, p = 0.000027), (CAD, OR = 0.73, 95 % CI 0.60-0.88, p = 0.001). Cereal intake is also protective against coronary heart disease (CAD, OR = 0.84, 95 % CI 0.73-0.98, p = 0.028). Polyphenols and other antioxidants in dried fruits and cereal help neutralize free radicals, reducing oxidative stress and inflammation. Their high fiber content aids in lowering cholesterol levels and improving glycemic control (39). Additionally, essential nutrients like potassium and magnesium support heart health by regulating blood pressure and heart rhythm. Based on our mediation analysis results, the primary mechanism by which dried fruit and cereal intake reduces the risk of coronary heart disease is through the reduction of hypertension and atherosclerosis-induced ascending aortic area, as well as decreasing cardiac output, thereby reducing cardiac workload in order to reduce cardiac remodeling and maintain longitudinal myocardial strain capacity.

The strengths of our study lie in the use of Mendelian randomization (MR) analysis, employing genetic variants as instrumental variables to explore the causal relationships between 226 food types and cardiovascular diseases, as well as the potential mediating role of cardiac structure. To validate our findings, we rigorously selected instrumental variables and utilized various MR analysis methods. Additionally, cardiac magnetic resonance imaging accurately assessed cardiac structure and function phenotypes, enabling this study to elucidate the pathways through which dietary types influence cardiovascular diseases. Previous observational studies rarely established the relationship between cardiac structure and these factors. However, our study has limitations. Firstly, our MR analysis emphasizes linear relationships, thus we cannot exclude the possibility of other non-linear relationships. Secondly, the causal relationships between dietary types

and cardiovascular diseases often exhibit racial heterogeneity. This study included only GWAS data from individuals of European ancestry, which, while reducing bias due to population heterogeneity, limits the generalizability of the results to all populations.

REFERENCES

1. Murray CJL. The Global Burden of Disease Study at 30 years. Nat Med 2022;28:2019-26. DOI: 10.1038/s41591-022-01990-1
2. Martin SS, Aday AW, Almarzooq ZI, Anderson CAM, Arora P, Avery CL, et al. 2024 Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data From the American Heart Association. Circulation 2024;149:e347-913. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001209
3. Agrawal T, Nagueh SF. Changes in cardiac structure and function with aging. The Journal of Cardiovascular Aging 2022;2. DOI: 10.20517/jca.2021.40
4. Heusch G, Libby P, Gersh B, Yellon D, Böhm M, Lopaschuk G, et al. Cardiovascular remodelling in coronary artery disease and heart failure. Lancet 2014;383:1933-43. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60107-0
5. Hiraiwa H, Okumura T, Murohara T. Drug Therapy for Acute and Chronic Heart Failure with Preserved Ejection Fraction with Hypertension: A State-of-the-Art Review. Am J Cardiovasc Drugs 2024;24:343-69. DOI: 10.1007/s40256-024-00641-9
6. Mansoor T, Khalid SN, Bilal MI, Ijaz SH, Fudim M, Greene SJ, et al. Ongoing and Future Clinical Trials of Pharmacotherapy for Heart Failure. Am J Cardiovasc Drugs 2024;24:481-504. DOI: 10.1007/s40256-024-00658-0
7. Chen W, Zhang S, Hu X, Chen F, Li D. A Review of Healthy Dietary Choices for Cardiovascular Disease: From Individual Nutrients and Foods to Dietary Patterns. Nutrients 2023;15:4898. DOI: 10.3390/nu15234898
8. Micha R, Peñalvo JL, Cudhea F, Imamura F, Rehm CD, Mozaffarian D. Association Between Dietary Factors and Mortality From Heart Disease, Stroke, and Type 2 Diabetes in the United States. JAMA 2017;317:912-24. DOI: 10.1001/jama.2017.0947
9. Birney E. Mendelian Randomization. Cold Spring Harb Perspect Med 2022;12:a041302. DOI: 10.1101/cshperspect.a041302
10. Davey Smith G, Hemani G. Mendelian randomization: genetic anchors for causal inference in epidemiological studies. Hum Mol Genet 2014;23:R89-98. DOI: 10.1093/hmg/ddu328
11. Boehm FJ, Zhou X. Statistical methods for Mendelian randomization in genome-wide association studies: A review. Comput Struct Biotechnol J 2022;20:2338-51. DOI: 10.1016/j.csbj.2022.05.015
12. Littlejohns TJ, Holliday J, Gibson LM, Garratt S, Oesingmann N, Alfaro-Almagro F, et al. The UK Biobank imaging enhancement of 100,000 participants: rationale, data collection, management and future directions. Nat Commun 2020;11:2624. DOI: 10.1038/s41467-020-15948-9
13. Hemani G, Zheng J, Elsworth B, Wade KH, Haberland V, Baird D, et al. The MR-Base platform supports systematic causal inference across the human phenome. Elife 2018;7:e34408. DOI: 10.7554/eLife.34408
14. Machiela MJ, Chanock SJ. LDlink: a web-based application for exploring population-specific haplotype structure and linking correlated alleles of possible functional variants. Bioinformatics 2015;31:3555-7. DOI: 10.1093/bioinformatics/btv402
15. Emdin CA, Khera AV, Kathiresan S. Mendelian Randomization. JAMA 2017;318:1925-6. DOI: 10.1001/jama.2017.17219
16. Burgess S, Butterworth A, Thompson SG. Mendelian randomization analysis with multiple genetic variants using summarized data. Genet Epidemiol 2013;37:658-65. DOI: 10.1002/gepi.21758
17. Lin Z, Pan I, Pan W. A practical problem with Egger regression in Mendelian randomization. PLoS Genet 2022;18:e1010166. DOI: 10.1371/journal.pgen.1010166
18. Xu S, Fung WK, Liu Z. MRCIP: a robust Mendelian randomization method accounting for correlated and idiosyncratic pleiotropy. Brief Bioinform 2021;22:bbab019. DOI: 10.1093/bib/bbab019
19. Cohen JF, Chalumeau M, Cohen R, Korevaar DA, Khoshnood B, Bossuyt PM. Cochran's Q test was useful to assess heterogeneity in likelihood ratios in studies of diagnostic accuracy. J Clin Epidemiol 2015;68(3):299-306. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2014.09.005
20. Verbanck M, Chen C-Y, Neale B, Do R. Detection of widespread horizontal pleiotropy in causal relationships inferred from Mendelian randomization between complex traits and diseases. Nat Genet 2018;50:693-8. DOI: 10.1038/s41588-018-0099-7
21. Carter AR, Sanderson E, Hammerton G, Richmond RC, Davey Smith G, Heron J, et al. Mendelian randomisation for mediation analysis: current methods and challenges for implementation. Eur J Epidemiol 2021;36:465-78. DOI: 10.1007/s10654-021-00757-1
22. Relton CL, Davey Smith G. Two-step epigenetic Mendelian randomization: a strategy for establishing the causal role of epigenetic processes in pathways to disease. Int J Epidemiol 2012;41:161-76. DOI: 10.1093/ije/dyr233
23. Gonçalves A, Claggett B, Jhund PS, Rosamond W, Deswal A, Aguilar D, et al. Alcohol consumption and risk of heart failure: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. Eur Heart J 2015;36:939-45. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu514
24. Dorans KS, Mostofsky E, Levitan EB, Håkansson N, Wolk A, Mittleman MA. Alcohol and incident heart failure among middle-aged and elderly men: cohort of Swedish men. Circ Heart Fail 2015;8:422-7. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001787
25. Haseeb S, Alexander B, Baranchuk A. Wine and Cardiovascular Health: A Comprehensive Review. Circulation 2017;136:1434-48. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030387
26. Vauzour D, Corona G, Hercelin J, Garnotel R, Lovegrove JA, Williams CM, et al. Potential health effects of champagne wine consumption. Journal of Wine Research 2011;22(2):175-80. DOI: 10.1080/09571264.2011.603251
27. Csengeri D, Sprünker N-A, Di Castelnuovo A, Niiranen T, Vishram-Nielsen JK, Costanzo S, et al. Alcohol consumption, cardiac biomarkers, and risk of atrial fibrillation and adverse outcomes. European Heart Journal 2021;42:1170-7. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa953
28. Voskoboinik A, Marcus GM. The Impact of Alcohol Intake on Atrial Fibrillation. Curr Cardiol Rep 2020;22:111. DOI: 10.1007/s11886-020-01369-z
29. Liu R, Sun F, Armand LC, Wu R, Xu C. Chronic Ethanol Exposure Induces Deleterious Changes in Cardiomyocytes Derived from Human Induced Pluripotent Stem Cells. Stem Cell Rev and Rep 2021;17:2314-31. DOI: 10.1007/s12015-021-10267-y
30. Fernández-Solà J, Planavila Porta A. New Treatment Strategies for Alcohol-Induced Heart Damage. International Journal of Molecular Sciences 2016;17:1651. DOI: 10.3390/ijms17101651
31. Chen G-C, Wang Y, Tong X, Szeto IMY, Smit G, Li Z-N, et al. Cheese consumption and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective studies. Eur J Nutr 2017;56:2565-75. DOI: 10.1007/s00394-016-1292-z
32. Adebamowo SN, Spiegelman D, Flint AJ, Willett WC, Rexrode KM. Intakes of magnesium, potassium, and calcium and the risk of stroke among men. Int J Stroke 2015;10:1093-100. DOI: 10.1111/ijs.12516
33. Mulet-Cabero A-I, Wilde PJ. Role of calcium on lipid digestion and serum lipids: a review. Crit Rev Food Sci Nutr 2023;63:813-26. DOI: 10.1080/10408398.2021.1954873
34. Guo J, Astrup A, Lovegrove JA, Gijsbers L, Givens DI, Soedamah-Muthu SS. Milk and dairy consumption and risk of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Eur J Epidemiol 2017;32:269-87. DOI: 10.1007/s10654-017-0243-1
35. Ungvari Z, Kunutsor SK. Coffee consumption and cardiometabolic health: a comprehensive review of the evidence. Geroscience 2024;46(6):6473-510. DOI: 10.1007/s11357-024-01262-5
36. Makiso MU, Tola YB, Ogah O, Endale FL. Bioactive compounds in coffee and their role in lowering the risk of major public health consequences: A review. Food Sci Nutr 2023;12(2):734-64. DOI: 10.1002/fsn3.3848
37. Miller V, Mente A, Dehghan M, Rangarajan S, Zhang X, Swaminathan S, et al. Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (PURE): a prospective cohort study. Lancet 2017;390:2037-49. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32253-5
38. Feng Q, Kim JH, Omiyale W, Bešević J, Conroy M, May M, et al. Raw and Cooked Vegetable Consumption and Risk of Cardiovascular Disease: A Study of 400,000 Adults in UK Biobank. Front Nutr 2022;9. DOI: 10.3389/fnut.2022.831470
39. Alasalvar C, Chang SK, Kris-Etherton PM, Sullivan VK, Petersen KS, Guasch-Ferré M, et al. Dried Fruits: Bioactives, Effects on Gut Microbiota, and Possible Health Benefits—An Update. Nutrients 2023;15:1611. DOI: 10.3390/nu15071611

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Consumo de lácteos en Chile: comparación por género, edad, zona geográfica y nivel socioeconómico, y barreras asociadas a la ingesta

Dairy consumption in Chile: comparison by gender, age, geographic area and socioeconomic level, and barriers associated to intake

Gladys Morales[1,2], Claudia Bugueño[3], Rodrigo Valenzuela[4], Rodrigo Chamorro[4], Carla Leiva[5], Martin Gotteland[4], Silvana Trunce-Morales[6,7], Nicolás Pizarro-Aranguiz[8,9], Samuel Durán-Agüero[10]

[1]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. [2]Centro de Investigación en Epidemiología Cardiovascular y Nutricional (EPICYN). Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. [3]Departamento de Clínica. Facultad de Medicina. Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile. [4]Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Santiago, Chile. [5]Departamento de Nutrición y Dietética. Escuela de Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. San Joaquín, Chile. [6]Carrera de Nutrición y Dietética. Departamento de Salud. Universidad de Los Lagos. Osorno, Chile. [7]Departamento de Clínica Médica. Facultade de Medicina de Ribeirao Preto. Sao Paulo, Brasil. [8]Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. Remehue, Osorno. Chile. [9]Facultad de Medicina. Veterinaria y Agronomía. Universidad de Las Américas. Providencia, Santiago. Chile. [10]Facultad de Ciencias de la Rehabilitación y Calidad de Vida. Universidad San Sebastián. Los Leones, Chile

Resumen

Objetivos: el objetivo principal fue caracterizar el consumo de lácteos según género, edad, zona geográfica y nivel socioeconómico (NSE). Adicionalmente, se plantearon los siguientes objetivos secundarios: a) identificar las principales barreras para el consumo de lácteos; b) comparar la ingesta con las recomendaciones de las guías alimentarias chilenas; y c) analizar el consumo de bebidas lácteas en personas mayores.

Material y métodos: estudio de corte transversal. Se aplicó un cuestionario en modalidad mixta online y presencial a nivel nacional, validado previamente, según el Índice de validez de contenido. Esta encuesta incluyó tipo y frecuencia del consumo de lácteos y principales barreras del consumo, además de antecedentes sociodemográficos.

Resultados: un total de 2008 personas participaron del estudio, la edad promedio fue de 39,4 ± 15,8 años y el 55,5 % fueron mujeres. Asimismo, el 46,9 %, 53,7 % y 87 % pertenecieron a los grupos < 35 años, zona central y NSE bajo/medio, respectivamente. Los lácteos de mayor consumo fueron: queso (83,3 %), leche (76,2 %) y yogurt (73,7 %); el 23,7 % de la muestra llega a las recomendaciones de consumo. Las mujeres presentaron un mayor consumo de leche, yogur, quesillo, leche de cabra, leche sin lactosa, yogur casero y kéfir ($p < 0,05$), mientras que los hombres reportaron un mayor consumo de queso y postres de leche ($p < 0,05$). Las personas mayores y aquellas con un bajo NSE presentaron las menores prevalencias de cumplimiento de consumo. Por otra parte, las principales barreras para no consumir lácteos fueron: tener intolerancia a la lactosa, sabor desagradable, considerarlos dañinos para la salud y preferir la obtención de nutrientes a partir de otros alimentos. Por último, el consumo de bebidas lácteas en personas mayores alcanzó un 37 %.

Conclusión: el queso resulto ser el lácteo más consumido, seguido de la leche y el yogur, encontrando diferencias en el consumo según género, edad, zona geográfica y NSE. Se evidenció un bajo cumplimiento de las recomendaciones de consumo de lácteos establecidas en las guías alimentarias chilenas. La intolerancia a la lactosa se identificó como la principal barrera para su consumo. Además, se reportó que aproximadamente un tercio de la población mayor consume bebidas lácteas.

Palabras clave:

Lácteos. Leche. Queso. Yogur. Calcio.

Recibido: 30/10/2024 • Aceptado: 14/05/2025

Financiación: Consorcio Lechero de Chile.

Conflictos de intereses: los autores declaran no poseer conflicto de intereses, el dinero entregado por el Consorcio lechero, fue utilizado en el pago de los encuestadores.

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Morales G, Bugueño C, Valenzuela R, Chamorro R, Leiva C, Gotteland M, Trunce-Morales S, Pizarro-Aranguiz N, Durán-Agüero S. Consumo de lácteos en Chile: comparación por género, edad, zona geográfica y nivel socioeconómico, y barreras asociadas a la ingesta. Nutr Hosp 2025;42(4):753-760

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05594

Correspondencia:

Samuel Durán-Agüero. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación y Calidad de Vida. Universidad San Sebastián, Campus Los Leones. Lota 2465. 7510602 Providencia. Santiago, Chile
e-mail: samuel.duran@uss.cl

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Abstract

Objective: the main objective was to characterize dairy consumption by gender, age, geographic area, and socioeconomic status (SES). Additionally, the following secondary objectives were established: a) to identify the main barriers to dairy consumption, b) to compare intake with Chilean dietary guidelines, and c) to analyze the consumption of dairy beverages among older adults

Methods: cross-sectional study. An on-line questionnaire was applied at national level, previously validated according to the content validity index. This survey included type and frequency of dairy consumption and main consumption barriers. In addition, sociodemographic and lifestyle background.

Results: a total of 2008 people participated in the study, the average age was 39.4 ± 15.8 years and 55.5 % were female. Likewise, 46.9 %, 53.7 % and 87 % belonged to the group < 35 years, central zone, and low/middle SES, respectively. The most consumed dairy products were: cheese (83.3 %), milk (76.2 %) and yogurt (73.7 %); 23.7 % of the sample reached the consumption recommendations. Women presented higher consumption of milk, yogurt, cheese, goat milk, lactose-free milk, homemade yogurt and kefir ($p < 0.05$), while men reported higher consumption of cheese and milk-based desserts ($p < 0.05$). Older people and people with a low SES presented the lowest prevalence of consumption compliance. The main barriers for not consuming dairy products were: having lactose intolerance, unpleasant taste, considering them harmful to health and preferring to obtain nutrients from other foods. Consumption of dairy beverages in older people reached 37 %.

Conclusion: cheese was the most consumed dairy product, followed by milk and yogurt, with consumption differences observed based on gender, age, geographic area, and SES. There was low adherence to the dairy consumption recommendations established in the Chilean dietary guidelines. Lactose intolerance was identified as the main barrier to consumption. Additionally, it was reported that approximately one-third of the older population consumes dairy beverages.

Keywords:

Dairy products. Milk. Cheese. Yogurt. Calcium.

INTRODUCCIÓN

La leche y otros productos lácteos se consumen ampliamente durante todo el curso de la vida y, en general, las guías alimentarias poblacionales a nivel mundial recomiendan que los niños, adolescentes, adultos y adultos mayores consuman el equivalente a 2 o más productos lácteos por día (1). En particular, las nuevas guías alimentarias de Chile recomiendan 3 porciones al día (2). No obstante, la media de consumo de lácteos es de 330 mL/día en la población chilena (3). La Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA, 2010-2011) muestra que solo entre un 20 % y un 25 % de la población chilena cumple con el requerimiento de consumo de lácteos, observándose diferencias según el nivel socioeconómico y la zona de residencia. El consumo es inferior en las personas de nivel socioeconómico (NSE) bajo y en la población rural (3).

En este sentido, los lácteos con mayor consumo en Chile son: leches, leches con sabor, yogur, queso y quesos frescos. A pesar de estar en el quinto lugar de los países de mayor consumo en América Latina, después de Uruguay, Argentina, Costa Rica y Brasil, este consumo no alcanza a cubrir las recomendaciones internacionales (4).

Esto es relevante porque los productos lácteos son una buena fuente de nutrientes (proteínas de alta calidad, calcio, fósforo, vitamina D (si está fortificada), entre otros) y según el proceso de producción pueden tener una elevada cantidad de grasa, especialmente saturada, sodio (quesos) y azúcar añadida (en leches saborizadas y yogur azucarado) (5). En el caso particular de Chile, las leches saborizadas y los yogures pueden contener edulcorantes no calóricos en reemplazo del azúcar (6).

En los medios de comunicación ha surgido una gran controversia en torno al consumo de productos lácteos y, en algunos casos, se ha afirmado que su ingesta puede causar daños a la salud (7); lo anterior se ha descrito como unas de las actuales barreras del consumo de lácteos (presencia de grasa saturada, lactosa, etc.) (8). No obstante, los estudios observacionales no han encontrado asociación entre el consumo total de lácteos y el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) a largo plazo. Además, se han observado diferencias en esta relación según el tipo de producto lácteo o la cantidad de grasa que contienen (*p.* ej., productos lácteos enteros versus lácteos bajos en grasa) (9,10). Un reciente metaanálisis demostró que el alto consumo de leche se asoció con un mayor riesgo de cáncer de próstata, pero con una disminución del riesgo de cáncer colorrectal, sin asociación con otros tipos de cáncer, como el cáncer de mama, de páncreas, de pulmón y de ovario (11).

En Chile, la última Encuesta Nacional de Salud (2016-2017) (12) ha incluido información del consumo de lácteos; sin embargo, solo consultó por frecuencia de consumo (5 posibles alternativas de frecuencia) de lácteos enteros y descremados, sin especificar los diferentes tipos de lácteos que se consumen frecuentemente en el país; se han realizado otros estudios, pero en muestras pequeñas y sin diferenciar el tipo de lácteo consumido (13,14). El objetivo del presente estudio es caracterizar el consumo de lácteos según género, edad, zona geográfica y NSE. Además, como objetivos secundarios: a) explorar las principales barreras del consumo; b) comparar el consumo con las guías alimentarias chilenas; c) analizar el consumo de bebidas lácteas en la población adulta mayor.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO Y TAMAÑO MUESTRAL

Se realizó un estudio de corte trasversal. El cálculo del tamaño de la muestra se realizó considerando los datos del último censo nacional de 2017, que reportó que, a nivel nacional, la población existente es de 14,050,253 individuos (≥ 15 años). Considerando un 95 % de confianza, se estimó una muestra a nivel nacional de 1230 adultos y personas mayores, estratificados por edad y género. De estos, se determinó un $n = 340$ de adultos jóvenes (18 a 29 años), $n = 628$ de adultos (30-59 años) y un $n = 263$ de personas mayores (≥ 60 años). La técnica de muestreo utilizada fue por conveniencia.

La población objetivo fueron personas ≥ 18 años, con residencia en Chile por un periodo superior o igual a 5 años, y los de

exclusión, personas que no respondieran a la totalidad del cuestionario, tratamiento médico con indicación de no consumir lácteos, mujeres embarazadas o mujeres en periodo de lactancia.

CONSUMO DE LÁCTEOS

Se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo semicuantificado y cerrado. El consumo de lácteos se midió de acuerdo con 13 preguntas de selección múltiple que incluían tipo de lácteos y frecuencia de consumo. Por un lado, se consultó el tipo de lácteo (*p.* ej., leche de vaca, queso, yogurt, quesillo; también se consultó por otros tipos de leche menos consumidos, como leche de burra o cabra) y, por otro lado, se preguntó por el tipo de lácteo consumido de acuerdo con el contenido de materia grasa; por ejemplo: "En una semana habitual, ¿consume usted yogur batido (porción de una unidad normal de 125 g)? a) 5 o más porciones al día; b) 4 porciones al día; c) 3 porciones al día; d) 2 porciones al día; e) 1 porción al día; f) ½ porción al día; g) 1 porción 4-5 veces a la semana ; h) 1 porción 2-3 veces a la semana; i) 1 porción una vez a la semana; j) 1 porción cada dos semanas; k) menos de 1 porción a la semana; l) no se consume.

Además, se definieron las siguientes raciones estándar: leche de vaca (200 ml), yogur (125 g), queso y queso fresco (30 g) y quesillo (50 g), que equivalen a las porciones utilizadas en los documentos del Ministerio de Salud Chile (MINSAL) (15). Además, se incluyeron preguntas sobre el consumo de "Bebida Láctea Años Dorados" (ahora reformulada como "Nutramax") del Programa de Alimentación Complementaria del Adulto Mayor (PACAM) en las personas mayores de 70 años (16).

CUMPLIMIENTO DE GUÍAS ALIMENTARIAS

Para comparar el cumplimiento del consumo de lácteos con las guías alimentarias chilenas (2) se consideró la última recomendación, que indica un consumo de 3 porciones diarias de lácteos, independientemente del contenido graso.

BARRERAS DEL CONSUMO DE LÁCTEOS

Se consultaron las principales barreras al consumo mencionadas en la literatura científica, específicamente: intolerancia a la lactosa, dieta vegana, principios animalistas, crisis climáticas, desagrado por el sabor, obtención de nutrientes de otros alimentos, percepción de que son dañinos para la salud y otros problemas de salud asociados (17,18). Los participantes podían elegir una o más barreras al consumo.

VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

Se consideraron las variables de género, zona geográfica y NSE. Para este último, se utilizó la clasificación de la encuesta European Society for Opinion and Marketing Research (ESOMAR), un método simple y ampliamente empleado que se basa en dos variables: la ocupación y el nivel educativo máximo alcanzado por el jefe de hogar. Este instrumento cuenta con la validación en Chile (19).

MODALIDAD DE APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO

Los participantes respondieron el cuestionario por dos vías. La primera, a través de un cuestionario online de autorreporte. El enlace fue compartido a través de redes sociales (Facebook e Instagram). La segunda vía fue presencial a través de un encuestador capacitado que reclutó a los sujetos en lugares de gran afluencia de público como: mercados, ferias libres, afuera de centros de salud del norte (Región de Coquimbo), centro (Región Metropolitana) y sur (Región de La Araucanía), con el objetivo de facilitar la respuesta de la población de personas mayores o de menor acceso a internet. Estos encuestadores abrían el "link" desde la *tablet* o el celular, leían las preguntas al participante y digitaban la información.

VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO DE LÁCTEOS

La encuesta sobre el consumo de productos lácteos se validó antes de su aplicación por un grupo de 9 expertos en el área de lácteos y salud (académicos del área de la nutrición con publicaciones en temas alimentarios), de acuerdo con el índice de validez de contenidos ideado por Lawshe (20). El procedimiento consistió en la evaluación individual de los distintos ítems de la prueba por parte de un grupo de expertos en nutrición y dietética. Se utilizó un índice de validez de contenido para determinar qué ítems/preguntas del instrumento eran adecuados y debían mantenerse en su versión final. Inicialmente se formularon 17 preguntas, a las que cada experto asignó una puntuación basada en tres opciones: que el elemento es "esencial" para evaluar el constructo (1), que es útil pero prescindible (0) o que se considera innecesario (0). El criterio de aceptación original de Lawshe para 9 expertos fue igual o superior a 0,78 en el coeficiente de validez de contenido (CVR). Finalmente, se calculó el CVR en conjunto del instrumento, que es el promedio de la validez de contenido de todas las preguntas seleccionadas en el paso anterior. Se validaron 17 preguntas con un CVR igual o superior a 0,78 como valor mínimo aceptable, lo que se cumplió en 15 preguntas, mientras que 2 fueron eliminadas por tener puntajes inferiores al punto de corte. Cinco preguntas obtuvieron un CVR bajo (0,80) y el resto superaron 0,8, alcanzando el valor máximo (1.0).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los participantes firmaron un consentimiento informado de acuerdo con la Declaración de Helsinki. El proyecto UCN N.°15/2022 fue aprobado por el Comité de Ética la Universidad Católica del Norte.

ANÁLISIS DE DATOS

La normalidad de todas las variables se evaluó a través del test de Kolmogorov-Smirnov. Las variables cuantitativas se describieron con promedio o mediana, desviación estándar o cuartiles. Con las variables paramétricas se utilizó el test t de Student para la comparación de los grupos (por género); con las variables no paramétricas, el test de Mann-Whitney y el de Kruskal-Wallis para la comparación de los grupos (género o estado nutricional).

Para determinar la asociación entre los principales factores sociodemográficos y el consumo de lácteos se realizó un análisis de regresión logística univariado. Las variables incluidas en el modelo fueron edad, género, NSE y lugar de residencia. Los resultados se expresaron como *odds ratios* (OR) con sus respectivos intervalos de confianza (IC) del 95 %. Todos los análisis se llevaron a cabo utilizando el software estadístico R, versión 4.0.3, y se consideró un valor $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

En la tabla I se presentan las características sociodemográficas y los antecedentes del estilo de vida de los participantes del estudio. Un total de 2008 (63 % más del tamaño muestral calculado) personas participaron en el estudio, la edad media fue de 39,4 ± 15,8 años y el 55,8 % correspondió a mujeres; asimismo, un 46,9 %, 53,7 % y 87 % pertenecieron a los grupos < 35 años, zona central, y NSE bajo/medio, respectivamente. En cuanto a estilos de vida, un 61,5 % no realizaban actividad física y un 76,5 % no fumaban. Del total de la muestra, el 23,7 % consumen ≥ 3 lácteos/día, el 43,3 % de 1 a 2 porciones y el 33,0 % < 1 porción al día.

En la figura 1 se presenta la prevalencia del consumo de lácteos. El lácteo mayormente consumido es el queso (83,3 %), seguido por la leche (76,2 %) y luego el yogurt (73,7 %).

En la figura 2A se observa que el consumo de leche, quesillo, leche de cabra, leche sin lactosa, yogur casero y kéfir es mayor en las mujeres; en cambio, el de queso y postres de leche es mayor en los hombres, con diferencias significativas. Asimismo, según el grupo etario (Fig. 2B), los más jóvenes consumen más queso, leche, yogur, postres de leche y leche sin lactosa en comparación con las personas de mayor edad, quienes consumen más quesillo. Al observar el consumo según la zona geográfica (Fig. 2C), se observan diferencias significativas en cuanto a la ingesta de leche, quesillo y leche de oveja, que se consume mayormente en la zona central. La leche de cabra, los postres de leche y la leche sin lactosa se consumen más en el norte. Al comparar según el NSE (Fig. 2D), las personas con mayores NSE consumieron más queso, quesillo, leche de cabra, yogur casero y leche de oveja *versus* aquellas de NSE bajo. Se observa un mayor consumo de postres de leche y bebidas lácteas (solo en las personas mayores) de NSE bajo. Con respecto a la bebida láctea, solo el 37 % de las personas mayores la consumen, de las cuales el 49 % pertenecen a un nivel socioeconómico bajo,

Tabla I. Características sociodemográficas y estilos de vida de los adultos y personas mayores según el género

Variables de estudio	Total	Femenino	Masculino
Género, *n* (%)	2008 (100 %)	1120 (55,8 %)	888 (44,2 %)
Edad, promedio (DE)	39,47 (15,88)	40,68 (14,95)	38,11 (16,89)
< 35	946 (46,9 %)	465 (41,5 %)	471 (53,0 %)
35 a 60	788 (39,0 %)	500 (44,6 %)	287 (32,3 %)
≥ a 60	285 (14,1 %)	155 (13,8 %)	130 (14,6 %)
Nivel socioeconómico			
Bajo	916 (45,4 %)	590 (52,7 %)	321 (36,1 %)
Medio	840 (41,6 %)	444 (39,6 %)	391 (44,0 %)
Alto	263 (13,0 %)	86 (7,7 %)	176 (19,8 %)
Regiones de residencia			
Norte	457 (22,8 %)	209 (18,7 %)	248 (27,9 %)
Centro	1078 (53,7 %)	701 (62,6 %)	377 (42,5 %)
Sur	473 (23,6 %)	210 (18,8 %)	263 (29,6 %)
IMC, promedio (DE)	26,11 (4,43)	25,61 (4,73)	26,75 (3,93)
Actividad física			
No	1235 (61,5)	780 (69,6)	455 (51,2)
Sí	773 (38,5)	340 (30,4)	433 (48,8)
Hábito tabáquico			
No	1537 (76,5)	889 (79,4)	648 (73,0)
Sí	296 (14,7)	140 (12,5)	156 (17,6)
Ocasional	175 (8,7)	91 (8,1)	84 (9,5)

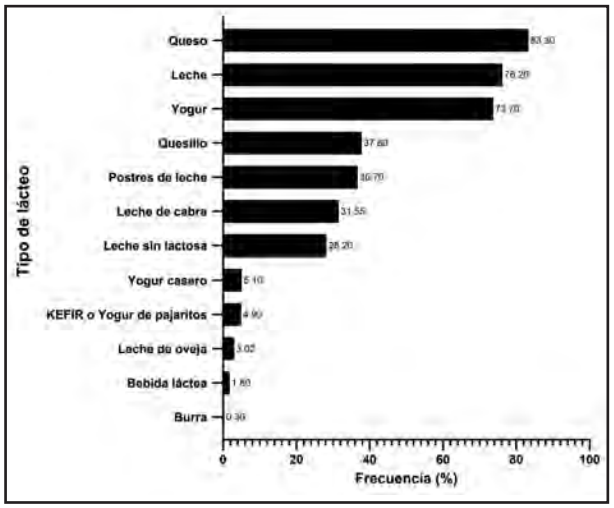


Figura 1. Prevalencia del consumo de lácteos.

y su mayor consumo se presenta en el sur de Chile. Esta bebida ocupa el sexto lugar entre los lácteos más consumidos por las personas mayores, después del queso, la leche, el yogur, el quesillo y los postres lácteos.

En la tabla II se muestra la magnitud de la asociación entre el cumplimiento del consumo de lácteos y las variables sociodemográficas. Las personas ≥ 60 años presentaron un 45 % (OR: 0,55; IC 95 %: 0,41-0,73) de menor probabilidad de cumplir con la recomendación en comparación con las personas < 35 años.

Tabla II. Asociación entre cumplimiento del consumo de lácteos y variables sociodemográficas

Variables de estudio	OR (95 % IC)	Valor *p*
Edad		
< 35	Ref.	
35 a 60	0,74 (0,61-0,91)	0,003
≥ 60	0,55 (0,41-0,73)	< 0,001
Género		
Femenino	Ref.	
Masculino	0,97 (0,80; 1,16)	0,728
Nivel socioeconómico		
Alto	Ref.	
Medio	0,67 (0,55-0,81)	< 0,001
Bajo	0,64 (0,47-0,87)	0,004
Regiones de residencia		
Norte	Ref.	
Centro	1,35 (1,08-1,69)	< 0,001
Sur	0,94 (0,71-1,23)	0,004

Datos presentados en forma de "odds ratio" (OR) con intervalo de confianza (IC) del 95 %. Todas las variables se incluyeron simultáneamente en el modelo de análisis. 0: no cumple la recomendación; 1: cumple la recomendación.

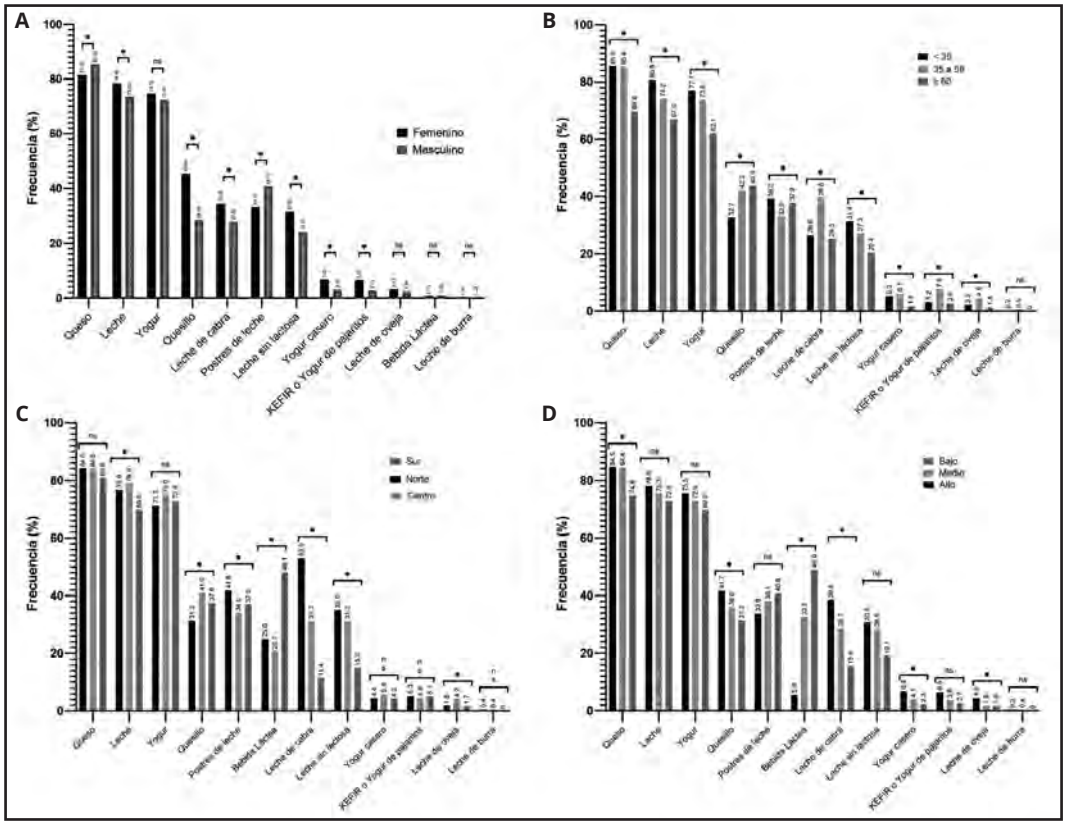


Figura 2. Frecuencia y prevalencia de la ingesta de tipos de lácteos según: A. Género. B. Edad. C. Zona geográfica de residencia. D. Nivel socioeconómico (p < 0,05, prueba del chi cuadrado. La bebida láctea solo se consultó a las personas mayores).

Asimismo, personas con NSE bajo (OR: 0,64; IC 95 %: 0,47-0,87) y NSE medio (OR: 0,67; IC 95 %: 0,55-0,81) reportaron un 37 % y 33, respectivamente, de menor probabilidad de cumplir con las recomendaciones de consumo de lácteos *versus* los que pertenecen a un NSE alto, respectivamente. Los residentes de la región central tienen una mayor probabilidad de cumplir con las recomendaciones de consumo de lácteos en comparación con aquellos que viven en el norte.

La figura 3 muestra que la principal barrera para consumir lácteos es *tener intolerancia a la lactosa*. Asimismo, otras razones fueron: su sabor, que podían ser dañinos para la salud y que podían obtener nutrientes de otros alimentos. Se reportaron diferencias significativas en cuanto al género (Fig. 3A): los hombres consideran que son muy caros mientras que las mujeres evitan su consumo debido a problemas de acné/dermatitis.

Al comparar por edad (Fig. 3B) se observaron diferencias significativas en los < 35 años *versus* los grupos etarios mayores; estas diferencias se atribuyen a principios animalistas y a la presencia de acné o dermatitis. Las personas que viven en la zona central de Chile refieren que su principal barrera al consumo de lácteos son los problemas de salud asociados, a diferencia de otras zonas del país (Fig. 3C). Los participantes de nivel socioeconómico medio mencionaron con mayor frecuencia dos razones para no consumir lácteos: seguir una dieta vegana y considerar que son muy caros, en comparación con las personas de otros niveles socioeconómicos (Fig. 3D).

En la figura suplementaria 1, se muestra el cumplimiento de la recomendación de lácteos (3 porciones al día) según edad, género, zona de residencia y NSE. Ningún grupo etario llega a las recomendaciones de las actuales guías alimentarias chilenas. A mayor edad, menor es el cumplimiento de esta recomendación, alcanzando solo un 10,4 % en las personas mayores. No se observaron diferencias por género. Las personas que residen en la zona sur y norte presentan un menor cumplimiento en comparación con aquellas que viven en la zona central de Chile. Asimismo, a menor nivel socioeconómico (NSE), se observa un menor nivel de cumplimiento en el consumo de lácteos.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio es que el queso es el producto lácteo más consumido por los adultos en Chile, seguido de la leche y el yogur, con diferencias significativas por género, edad, zona geográfica y NSE. Las personas mayores y aquellas con un NSE más bajo presentaron una mayor prevalencia del incumplimiento de la recomendación de consumir tres porciones de lácteos al día. La principal barrera para el consumo de lácteos identificada fue la intolerancia a la lactosa.

A pesar de que el queso es el lácteo de mayor consumo en general, se observó que en las personas mayores este consumo es significativamente menor, probablemente atribuido a la mayor

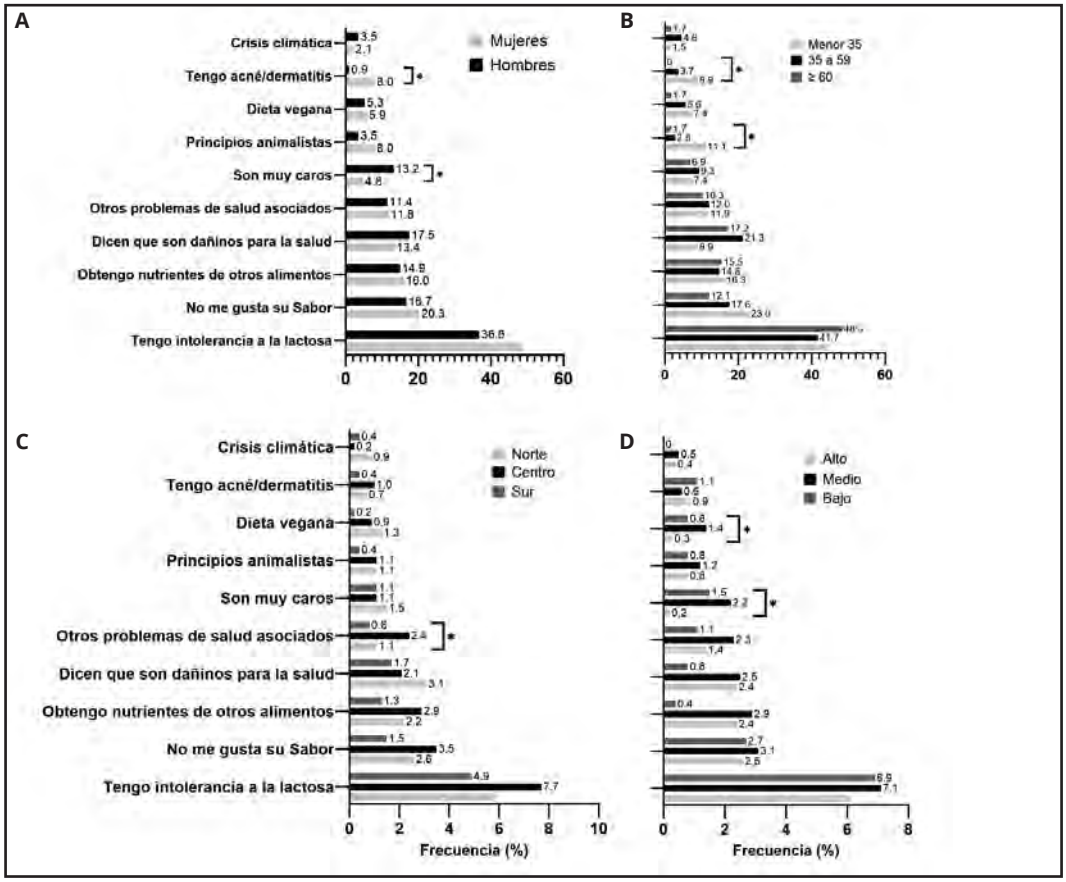


Figura 3. Barreras del consumo de lácteos según: A. Género. B. Edad. C. Zona geográfica de residencia. D. Nivel socioeconómico ($p < 0,05$, prueba del chi cuadrado).

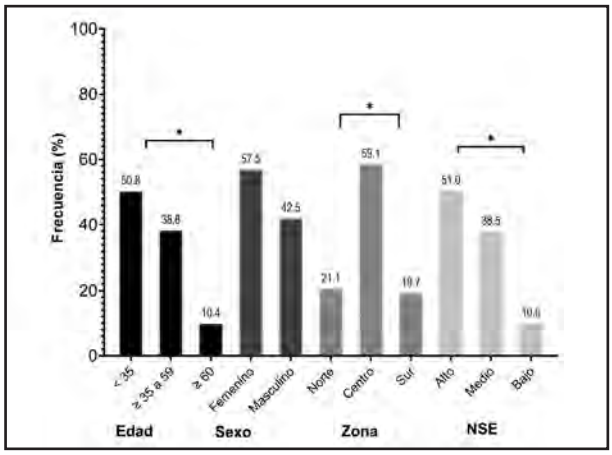


Figura Suplementaria 1. Cumplimiento de la recomendación de lácteos (de acuerdo con las Guías Alimentarias Chilenas de 2023) según edad, zona y nivel socioeconómico ($p < 0,05$, prueba del chi cuadrado. NSE: nivel socioeconómico).

carga de enfermedad que presentan por las mayores prevalencias de hipertensión, diabetes tipo 2 y dislipidemias (21). Desde el punto de vista alimentario, habitualmente se les restringe el consumo de quesos para manejar mejor sus condiciones de salud, lo que contribuye al menor cumplimiento de las recomendaciones diarias de lácteos en este segmento de la población.

También observamos en este estudio que el mayor consumo de lácteos se observa en las personas con mayor NSE. Asimismo, las personas con menores NSE presentaron un 33 %-37 % menos de probabilidades de cumplir con la recomendación de lácteos. Podría ser debido al costo, lo cual podría estar condicionando la compra (22). También encontramos diferencias por género, con los hombres consumiendo más queso y las mujeres prefiriendo el quesillo. Esto podría atribuirse a que el marketing de productos lácteos bajos en grasa se ha enfocado principalmente en las mujeres.

En nuestro estudio reportamos que solo el 10 % de las personas mayores cumple con la recomendación de consumir tres lácteos al día. Además, presentan una probabilidad un 46 % menor de adherirse a esta recomendación en comparación con las personas más jóvenes (≤ 35 años). Asimismo, aproximadamente el 50 % de las personas mayores de nivel socioeconómico bajo indicaron consumir la 'Bebida Láctea Años Dorados' (ahora reformulada como 'Nutramax'). Este producto alimentario en polvo está elaborado a base de leche y cereales, con un suave sabor a vainilla. Es instantáneo, reducido en lactosa, bajo en grasa y en sodio, y está fortificado con vitaminas y minerales adaptados a las necesidades de las personas mayores (20).

FACTORES QUE FAVORECEN Y BARRERAS QUE ENTORPECEN EL CONSUMO DE LÁCTEOS

Entre los factores que favorecen su consumo se destaca el inicio del consumo de lácteos desde la infancia temprana, ya que esto facilita su elección a lo largo del ciclo vital (9,24). Sumado al conocimiento y los hábitos de consumo, la preferencia por estos alimentos (gusto) es un fuerte facilitador de su ingesta (24). Se ha descrito anteriormente que presentar preferencia por el sabor de los productos lácteos es una de las mayores influencias para su consumo (18). En este sentido, los padres pueden actuar como facilitadores, pero también pueden ser una barrera para el consumo de lácteos (24,25).

Entre las principales barreras identificadas en nuestro estudio se encuentran la intolerancia a la lactosa, el sabor de los lácteos, la percepción de que podrían ser perjudiciales para la salud y la creencia de que se pueden obtener nutrientes de otros alimentos.

En relación con la intolerancia a la lactosa, es relevante señalar que algunos productos lácteos, como los quesos y el yogur, contienen menores cantidades de lactosa. Esto puede mejorar la tolerancia dado que, durante el proceso de fermentación, las bacterias metabolizan la lactosa, reduciendo su contenido y facilitando su digestión. Asimismo, la industria ofrece productos que, a través de diversos procesos de producción, degradan la lactosa. Ambas alternativas son adecuadas para las personas con problemas de intolerancia a la lactosa (26).

Actualmente no se recomienda eliminar por completo los productos lácteos en las personas con intolerancia a la lactosa. La mayoría pueden tolerar entre 12 y 15 gramos de lactosa al día. En lugar de evitarlos, se sugiere restringir su consumo, permitiendo la inclusión de algunos productos lácteos en la dieta para aprovechar sus nutrientes y su alta biodisponibilidad. Los profesionales de la salud deben educar a los consumidores sobre las diferencias nutricionales entre los productos lácteos y los sustitutos no lácteos, brindando orientación sobre las opciones saludables (8). La lactosa es el principal hidrato de carbono en la leche de los mamíferos y se encuentra en muy pocas otras fuentes en la naturaleza (27). En el caso de la leche de vaca, esta contiene alrededor de 46 g/L (4,6 %) (27).

Otra barrera importante identificada en nuestro estudio fue la percepción de que el consumo de lácteos podría ser dañino para la salud. De manera similar, un estudio realizado en adolescentes de Estados Unidos mostró que entre las barreras del consumo se encontraban conceptos erróneos sobre el consumo de lácteos y sus efectos negativos en la salud (22). Otros estudios sobre las barreras al consumo de lácteos han reportado que las personas asocian el consumo de grasa láctea con la obesidad, el aumento de la grasa corporal y el mayor índice de masa corporal (28,29). Sin embargo, la evidencia actual ha demostrado que la grasa láctea, que es principalmente saturada, no presenta asociaciones ni con la obesidad, ni con las enfermedades cardiovasculares, e incluso podría ser un factor protector (30-32). Además, algunos medios de comunicación masivos han difundido información que no se basa en la evidencia científica actual, como la afirmación de que los lácteos incrementan la inflamación. Esta afirmación es discordante con los ensayos clínicos, que han reportado que los lácteos no tienen efectos inflamatorios, es decir, no incrementan la proteína C-reactiva (PCR) ni el factor de necrosis tumoral alfa (TNF alfa). De hecho, pueden reducir estos factores infamatorios, especialmente el yogur (33,34).

Finalmente, entre las fortalezas del estudio se destaca su alcance nacional y la utilización de un cuestionario de consumo de

lácteos previamente validado. Además, incluye una evaluación detallada de los tipos de lácteos consumidos, el consumo de bebidas lácteas en mayores de 70 años, y la identificación de las barreras para el consumo. Sin embargo, es importante señalar algunas limitaciones. En primer lugar, el diseño transversal no permite establecer la causalidad. En segundo lugar, la metodología de aplicación mixta (online y presencial) y el muestreo por conveniencia pueden haber afectado la validez interna del estudio, debido a sesgos de selección no controlados. Por último, las respuestas podrían haber sido influenciadas por el recuerdo y el sesgo de deseabilidad social.

CONCLUSIONES

El queso es el producto lácteo más consumido por los adultos en Chile, seguido de la leche y el yogur, encontrando diferencias en el consumo según género, edad, región geográfica y nivel socioeconómico. La principal barrera para el consumo de lácteos es la intolerancia a la lactosa. Respecto al aporte diario de calcio proveniente de los lácteos, este supera el 50 % del requerimiento recomendado para los adultos. Sin embargo, solo el 23,7 % de la muestra cumple con las recomendaciones del consumo de lácteos y, entre las personas mayores, la prevalencia del consumo de bebida láctea alcanza el 37 %. Finalmente se recomienda fomentar las guías alimentarias chilenas que promueven el consumo de tres porciones diarias de lácteos, con el objetivo de mejorar la ingesta de calcio y otros nutrientes esenciales en la población adulta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Food-based dietary guidelines. [Internet]. Disponible en: https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/home/en/
2. Food guides of Chile [Internet]. Disponible en: https://www.minsal.cl/guias-alimentarias-para-chile/
3. National Food Consumption Survey (ENCA), Chile, 2010. [Internet]. Disponible en: https://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA.pdf
4. Restrepo-Betancourt L, Peña-Serna C, Zapata-López N. Milk Supply of the South American Countries in the Last Five Decades: Basis for Analysis and Future Perspectives. Inf Tecnol 2019;30:77-84. DOI: 10.4067/S0718-07642019000400077
5. U.S. Department of Agriculture ARS. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 [Internet]. Disponible en: https://ods.od.nih.gov/pubs/usdandb/ALA-Content.pdf
6. Sambra V, López-Arana S, Cáceres P, Abrigo K, Collinao J, Espinoza A, et al. Overuse of Non-caloric Sweeteners in Foods and Beverages in Chile: A Threat to Consumers' Free Choice? Front Nutr 2020;7:68. DOI: 10.3389/fnut.2020.00068
7. 12 Reasons to Stop Drinking Cow's Milk [Internet]. Disponible en: https://www.peta.org/living/food/reasons-stop-drinking-milk/
8. Szilagyi A, Ishayek N. Lactose Intolerance, Dairy Avoidance, and Treatment Options. Nutrients 2018;10:1994. DOI: 10.3390/nu10121994
9. Mozaffarian D, Wu JHY. Flavonoids, Dairy Foods, and Cardiovascular and Metabolic Health: A Review of Emerging Biologic Pathways. Circ Res 2018;122:369-84. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.117.309008
10. Rosqvist F, Smedman A, Lindmark-Månsson H, Paulsson M, Petrus P, Straniero S, et al. Potential role of milk fat globule membrane in modulating plasma lipoproteins, gene expression, and cholesterol metabolism in humans: a randomized study. Am J Clin Nutr 2015;102:20-30. DOI: 10.3945/ajcn.115.107045
11. Zhang X, Chen X, Xu Y, Yang J, Du L, Li K, et al. Milk consumption and multiple health outcomes: umbrella review of systematic reviews and meta-analyses in humans. Nutr Metab (Lond) 2021;18(1):7. DOI: 10.1186/s12986-020-00527-y
12. Department of Epidemiology, Division of Health Planning S of SP. National Health Survey 2016-2017 First results. Department of Epidemiology, Division of Health Planning, Undersecretariat of Public Health 2017;61.
13. Pizarro-Mena R, Machuca-Barria C, Crovetto-Mattassi M, Díaz-Montecinos D, Maraboli-Ulloa D, Espinoza-Zambrano V, et al. Consumo de lácteos y asociación con el exceso de peso en adultos chilenos. Rev Esp Nutr Comunitaria 2024;9600.
14. Milla PG, Fernandez F, Maraboli D, Agüero SD. Variation of body composition in chilean men according to suggested dairy consumption. Archivos Latinoamericanos de Nutricion 2020;70(2):95-100.
15. Jury G, Urteaga C, Taibo M. Exchange portions and chemical composition of foods of the food pyramid. Primera ed. Institute of nutrition and foods technology. Santiago, University of Chile; 1999. p. 129.
16. Complementary Feeding Program for the Old Adults (PACAM) [Internet]. Disponible en: https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/15622-programa-de-alimentacion-complementaria-del-adulto-mayor-pacam
17. Ferguson JJA, Austin G, Oldmeadow C, Garg ML. Plant-Based Dietary Patterns and Cardiovascular Disease Risk in Australians: Protocol for a Cross-Sectional Study. Nutrients 2023;15:2850. DOI: 10.3390/nu15132850
18. Rose AM, Williams RA, Rengers B, Kennel JA, Gunther C. Determining attitudinal and behavioral factors concerning milk and dairy intake and their association with calcium intake in college students. Nutr Res Pract 2018;12:143-8. DOI: 10.4162/nrp.2018.12.2.143
19. Adimark. (2000). The Socio-Economic Level Esomar. Application Manual. Santiago: Adimark
20. Lawshe C. A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology. 1975;28:563-75.
21. Larson NI, Story M, Wall M, Neumark-Sztainer D. Calcium and dairy intakes of adolescents are associated with their home environment, taste preferences, personal health beliefs, and meal patterns. J Am Diet Assoc 2006;106:1816-24. DOI: 10.1016/j.jada.2006.08.018
22. Acuña LQ, Duran-Aguero S, Moya-Osorio J, Terán YM, Ocampo LP, Granados LMB, et al. Food Purchase Prioritization During the COVID-19 Pandemic in Latin America. J Hunger Environ Nutr 2023;1-15. DOI: 10.1080/19320248.2023.2232321
23. Racey M, Bransfield J, Capello K, Field D, Kulak V, Machmueller D, et al. Barriers and Facilitators to Intake of Dairy Products in Adolescent Males and Females With Different Levels of Habitual Intake. Glob Pediatr Health 2017;4:2333794X17694227. DOI: 10.1177/2333794X17694227
24. Arcan C, Neumark-Sztainer D, Hannan P, van den Berg P, Story M, Larson N. Parental eating behaviours, home food environment and adolescent intakes of fruits, vegetables and dairy foods: longitudinal findings from Project EAT. Public Health Nutr 2007;10:1257-65. DOI: 10.1017/S1368980007687151
25. Li A, Zheng J, Han X, Yang S, Cheng S, Zhao J, et al. Advances in Low-Lactose/Lactose-Free Dairy Products and Their Production. Foods (Basel, Switzerland) 2023;12. DOI: 10.3390/foods12132553
26. Brüssow H. Nutrition, population growth and disease: a short history of lactose. Environ Microbiol 2013;15:2154-61. DOI: 10.1111/1462-2920.12117
27. Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Milk and Dairy Product Composition. Food Agriculture Organization (FAO); Rome, Italy; 2013.
28. James DCS. Factors influencing food choices, dietary intake, and nutrition-related attitudes among African Americans: application of a culturally sensitive model. Ethn Health 2004;9:349-67. DOI: 10.1080/1355785042000285375
29. Auld G, Boushey CJ, Bock MA, Bruhn C, Gabel K, Gustafson D, et al. Perspectives on intake of calcium-rich foods among Asian, Hispanic, and white preadolescent and adolescent females. J Nutr Educ Behav 2002;34(5):242-51. DOI: 10.1016/s1499-4046(06)60102-4
30. Moore LL, Bradlee ML, Gao D, Singer MR. Effects of average childhood dairy intake on adolescent bone health. J Pediatr 2008;153:667-73. DOI: 10.1016/j.jpeds.2008.05.016
31. Dror DK. Dairy consumption and pre-school, school-age and adolescent obesity in developed countries: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev 2014;15:516-27. DOI: 10.1111/obr.12158
32. Abargouei AS, Janghorbani M, Salehi-Marzijarani M, Esmaillzadeh A. Effect of dairy consumption on weight and body composition in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. Int J Obes (Lond) 2012;36:1485-93. DOI: 10.1038/ijo.2011.269
33. Nieman KM, Anderson BD, Cifelli CJ. The Effects of Dairy Product and Dairy Protein Intake on Inflammation: A Systematic Review of the Literature. J Am Coll Nutr 2021;40:571-82. DOI: 10.1080/07315724.2020.1800532
34. Zhang K, Bai P, Deng Z. Dose-Dependent Effect of Intake of Fermented Dairy Foods on the Risk of Diabetes: Results From a Meta-analysis. Can J Diabetes 2022;46:307-12. DOI: 10.1016/j.jcjd.2021.09.003

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Effect of low-sodium, potassium-rich salt based on the Chinese modified DASH diet on home blood pressure monitoring in patients with hypertension and type 2 diabetes — A clinical trial

Efecto de la sal baja en sodio y rica en potasio basada en la dieta china DASH modificada sobre la monitorización domiciliaria de la presión arterial en pacientes con hipertensión y diabetes tipo 2: un ensayo clínico

Li Zhao[1], Jiaxian An[1], Wenjun Luo[1], Ying Mei[2], Xiaoqing Bu[1], Shili Xian[1], Pingping Yu[2], Huang Yao[1], Lihong Mu[1]

[1]Department of Epidemiology. School of Public Health. Research Center for Medicine and Social Development and [2]Health Management Center of the Second Affiliated Hospital. Chongqing Medical University. Chongqing, People's Republic of China

Abstract

Objective: to investigate the impact and safety of Chinese Modified Dietary Approaches to Stop Hypertension (CM-DASH) combined with sodium-restricted formula salts on home blood pressure monitoring (HBPM) in patients with hypertension and type 2 diabetes.

Material and methods: employing a semi-open randomized, controlled, single-blind trial, patients were allocated into four groups—Group A (control), Group B (52 % salt), Group C (23 % salt), and Group D (meal packs)—for an eight-week dietary intervention. Throughout the intervention, patients self-measured their blood pressure daily and were followed up weekly. Additionally, 24-hour urine was performed at baseline, week 4, and the end of the intervention.

Results: of the 132 initial participants, only two were lost to follow-up. Following an 8-week intervention, blood pressure exhibited a downward trend across all four subject groups ($p < 0.05$). Both HSBP and HDBP exhibited a more pronounced decrease in group B compared to group A. HSBP decreased the most in group D (-13.06, 95 % CI: -18.84 to 7.64, $p < 0.001$). The 24-hour urinary Na/K ratios significantly dropped in low-sodium salt participants ($p < 0.001$). Nevertheless, the differences between the groups were not statistically significant. No serious adverse events were reported throughout the trial.

Conclusions: this study's preliminary findings indicate that the CM-DASH dietary pattern combined with 23 % and 52 % sodium-limited formula salts has a beneficial effect on home blood pressure in hypertensive and type 2 diabetes patients. Additionally, it improves patients' urinary sodium and potassium levels and demonstrates safety. However, more studies are needed for validation.

Keywords:

Hypertension. Type 2 diabetes. DASH. 23 % sodium-restricted formula salts. 52 % sodium-restricted formula salts. Home blood pressure.

Received: 19/12/2024 • Accepted: 06/04/2025

Authors´ contribution: Li Zhao and Jiaxian An contributed equally to this work. Lihong Mu participated in the conceptualization and design of this study. All authors participated in the survey and data management and have approved the final manuscript.

Data availability statement: All data obtained or analyzed in this study are not included in this article. Data on the results of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Zhao L, An J, Luo W, Mei Y, Bu X, Xian S, Yu P, Yao H, Mu L. Effect of low-sodium, potassium-rich salt based on the Chinese modified DASH diet on home blood pressure monitoring in patients with hypertension and type 2 diabetes — A clinical trial. Nutr Hosp 2025;42(4):761-771

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05681

Correspondence:

Lihong Mu. Department of Epidemiology. School of Public Health. Research Center for Medicine and Social Development. Chongqing Medical University. No. 61, Daxuecheng Zhong Road, Shapingba District. 400030 Chongqing, People's Republic of China
e-mail: 100101@cqmu.edu.cn

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Objetivo: investigar el impacto y la seguridad de los Enfoques Dietéticos Modificados Chinos para Detener la Hipertensión (CM-DASH) combinados con sales de fórmula con restricción de sodio en la monitorización domiciliaria de la presión arterial (MAPA) en pacientes con hipertensión y diabetes de tipo 2.

Material y métodos: empleando un ensayo semiabierto aleatorizado, controlado y a ciegas simple, los pacientes fueron asignados a cuatro grupos -Grupo A (control), Grupo B (52 % de sal), Grupo C (23 % de sal) y Grupo D (paquetes de comida)- para una intervención dietética de ocho semanas. A lo largo de la intervención, los pacientes se midieron diariamente la tensión arterial y se les hizo un seguimiento semanal. Además, se realizaron análisis de orina de 24 horas al inicio, en la semana 4 y al final de la intervención.

Resultados: de los 132 participantes iniciales, solo dos se perdieron durante el seguimiento. Tras una intervención de 8 semanas, la presión arterial mostró una tendencia descendente en los cuatro grupos de sujetos ($p < 0,05$). Tanto la HSBP como la HDBP mostraron una disminución más pronunciada en el grupo B en comparación con el grupo A. La HSBP disminuyó más en el grupo D (-13,06; IC 95 %: -18,84 to 7,64; $p < 0,001$). Los cocientes Na/K urinarios de 24 horas disminuyeron significativamente en los participantes con bajo contenido en sal sódica ($p < 0,001$). No obstante, las diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas. No se notificaron acontecimientos adversos graves a lo largo del ensayo.

Conclusiones: los hallazgos preliminares de este estudio indican que el patrón dietético CM-DASH combinado con sales de fórmula limitadas en sodio al 23 % y al 52 % tiene un efecto beneficioso sobre la presión arterial domiciliaria en pacientes hipertensos y con diabetes tipo 2. Además, mejora los niveles urinarios de sodio y potasio de los pacientes y demuestra seguridad. Sin embargo, se necesitan más estudios para su validación.

Palabras clave:

Hipertensión. Diabetes de tipo 2. DASH. Sales de fórmula con un 23 % de restricción de sodio. Sales de fórmula con un 52 % de restricción de sodio. Tensión arterial domiciliaria.

INTRODUCTION

Hypertension and diabetes are prevalent chronic non-communicable diseases and often coexist owing to shared etiologic factors and risk factors (1). The frequency of their co-occurrence escalates with age (2). A cross-sectional survey conducted in China revealed that up to 72 % of Chinese patients with type 2 diabetes also have hypertension (3). The coexistence of hypertension with type 2 diabetes not only increases the risk of cardiovascular disease and chronic kidney disease (2) but also quadruples the risk of mortality (4). Furthermore, hypertensive patients with type 2 diabetes are frequently classified as having refractory hypertension (5). Remarkably, both diseases are strongly associated with lifestyle. Diets high in sodium (mainly sodium chloride) and low in potassium are essential contributors to elevated blood pressure (6), making the reduction of sodium intake particularly important for blood pressure control (7).

The Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) is widely recognized for its effectiveness in reducing blood pressure and emphasizes the consumption of foods rich in magnesium, potassium, calcium, and dietary fiber, and stipulates that daily NaCl intake should be controlled below 2.4 g (8). However, the average daily salt intake for most adults globally exceeds 6 g, and it often surpasses 12 g in regions like East Asia and Europe. The low-sodium salts currently available on the market typically contain approximately 70 % NaCl, presenting challenges in reducing salt intake without altering dietary habits (9,10). In addition, the direct replication of DASH recipes is impractical due to the differing dietary structures and habits between Eastern and Western populations. To better align with the dietary preferences of the Chinese population, we modified the original DASH diet, thereby developing the Chinese modified dietary approaches to stop hypertension (CM-DASH) diet. We combined this modified diet with sodium-restricted salt formulations containing 23 % and 52 % sodium chloride, respectively, and applied them to clinical trials.

Home blood pressure monitoring (HBPM) plays a significant role in the diagnosis, treatment adjustment, and long-term follow-up of hypertension (11). It is also can identify white-coat and occult hypertensive patients (12). It can also identify patients with white-coat and occult hypertension. HBPM is more closely associated with target organ damage and cardiovascular prognosis than office blood pressure (OBP). It predicts the risk of cardiovascular disease with greater accuracy and serves as a reliable indicator of cardiovascular disease risk factors (13,14). Additionally, there is a substantial predictive value for morbidity and mortality in patients with diabetes (15), which enhances hypertension control and boosts patient adherence to treatment (16).

This study employed the CM-DASH dietary pattern in combination with sodium-restricted formula salts containing 23 % and 52 % sodium chloride. The objective was to investigate the efficacy and safety of this dietary intervention in reducing Home blood pressure with hypertension combined with type 2 diabetes.

MATERIALS AND METHODS

SAMPLE SIZE

Based on pre-trial data, it was estimated that 30-40 cases were needed in each group (17,18), totaling approximately 120-150 cases.

PARTICIPANTS

The trial was conducted in Chongqing, China, from July to December 2021. Eligible participants were selected from the Resident Chronic Disease Management Systems of two community health centers. Inclusion exclusion criteria were consistent with the previously published article (19).

The study protocol was approved by the Ethics Committee of of Chongqing Medical University (approval date: 07/28/2020). All participants and their families provided written informed consent before enrollment in the trial.

STUDY DESIGN

This study used a randomized, controlled, single-blind trial with a semi-open design.

There were 132 participants, and two cases were lost to follow-up. The participants were allocated into four groups: Group A (CM-DASH diet + common salt, $n = 34$); Group B (CM-DASH diet + 52% sodium-restricted formula salt, $n = 30$); Group C (CM-DASH diet + 23 % sodium-restricted formula salt, $n = 33$); and Group D (CM-DASH Nutrition Dietary Pack + 23 % sodium-restricted formula salt, $n = 33$). Salt consumption was maintained at 5 g/day per capita in all groups, aligning with WHO-recommended salt standards.

After completion of the baseline questionnaire and physical examination, the eight-week dietary intervention was initiated. There was a DASH diet adaptation phase (salt + CM-DASH diet recipes) in weeks 1 and 2, a centralized feeding phase (meals served in the hospital cafeteria) in weeks 3 and 4, and a home health care phase (salt + CM-DASH diet recipes) in weeks 5 through 8. Throughout the intervention, participants monitored and recorded blood pressure daily at home; weekly follow-up visits were conducted to collect home blood pressure and adverse events, and trial salt was distributed. Participants' adherence to salt intake and dietary guidelines was also reinforced. Questionnaires and physical examinations were repeated at week 4 and the end of the intervention. Previously published article has exhaustively addressed the specifics of different sodium-restricted formula salts with CM-DASH recipes (19).

MEAL PACKS

Dietary packs (CM-DASH Nutritional Dietary Pack, produced by Chongqing Shanshun Biotechnology Co., Ltd. and implementing product standard GB/T29603, Food Production License No.: SC12450023228393) dietary treatment of type 2 diabetes and hypertension. According to the dietary structure and eating habits of Chinese people, combined with hypertension, diabetes dietary therapy principles, Chinese medicine treatment methods, and modern hypertension, diabetes nutritional medicine is formulated. Mixed grains and homogenised diets are used as the core of nutritional intervention. It includes CM-DASH Homogenized Meal Solid Drink, CM-DASH Solid Drink (Normal Companion), and CM-DASH Eight Treasures Rice. Details of the ingredients are shown in table I.

Breakfast in the meal pack group consisted of a CM-DASH homogenised dietary solid drink, drink mate and an egg. The CM-DASH Eight Treasures Rice replaced the main meal of the CM-DASH diet at lunch and dinner. The meal pack group was richer in dietary fibre compared to the other three groups. Specifically, 7.486 g of dietary fibre was found in each 100 g of CM-DASH Eight Treasures Rice. In comparison, the traditional staple food combination consisting of 45 g of rice, 10 g of corn grits and 10 g of red beans contained only 1.5 g of dietary fibre.

HOME BLOOD PRESSURE MEASUREMENT

Following health education on HBPM, patients self-monitored their blood pressure at home using a standardized sphygmomanometer. The measurement protocol was as follows: 1) Measurements were taken twice daily: in the morning after urination and before taking antihypertensive medication, between 6:00-10:00, and between 6:00-10:00 *p*.m.; 2) Participants were advised to avoid smoking, coffee, and exercise for half an hour before measurement and to sit still for 5 minutes after the measurement; 3) When measuring blood pressure, participants were asked to restrict talking, not move the limbs, keep quiet, and repeat the measurement 3 times

Table I. CM-DASH Nutrition Dietary Pack

Nutrient content	CM-DASH homogenized meal solid drink (homogenized meal for breakfast)	CM-DASH solid drink (normal companion)	CM-DASH eight treasures rice (rice for mid-dinner)
Weight (g)	39	60	200
Energy (kcal)	119.74	171.36	722.26
Protein (g)	8.4	8.8	38.4
Fat (g)	1.5	2.7	14.4
Carbohydrates (g)	17.7	27.5	118.8
Fiber (g)	-	-	14.97
Sodium (mg)	90	26	10
Potassium (mg)	-	-	-
Magnesium (mg)	60	-	-
Calcium (mg)	120	-	-

at intervals of 1-2 min in a state of rest to record the results of each blood pressure measurement, and to take the average value of the last 2 times as the blood pressure measurement value; and 4) The weekly blood pressure average excluded the first day's measurement, with the average of the remaining six days calculated as the average blood pressure for the week.

QUALITY CONTROL

The following measures were undertaken to ensure quality control: 1) scientifically rigorous research program design; 2) professional training for investigators to standardize methods and standards; 3) before the start of the trial, the patients' sphygmomanometers were checked to comply with national standards, the cuffs were checked to be of the right size, and the patients were trained in 1-to-1 blood pressure measurement; 4) during follow-up visits, standardization of blood pressure measurement by patients was checked; weekly health education on salt consumption and standardized blood pressure measurement was performed; 5) patients were required to record the consumption of food during the trial other than that provided by the investigator; 6) the investigator repeatedly reminded and requested the patients to eat out < 3 times/week (or < 1 day/week) during the follow-up visit and to record the instances of eating out; 7) the ingredients and use of salt in the cafeteria were recorded in detail; a record sheet for the distribution of salt and recipes and a record sheet for the use of daily ingredients and condiments was filled out; and 8) uniform and standardized containers for condiments were provided to reduce weighing errors.

STATISTICAL ANALYSIS

The Shapiro-Wilk test was used to test the normality of the data, and Levene's test was used to test the data's homogeneity of variance. Normally distributed continuous variables are expressed as the mean ± standard deviation; skewed continuous variables are expressed as the median and interquartile range. Categorical variables are expressed as counts and percentages using the Chi-square test or Fisher's precision probability test.

Intra-and inter-group comparisons were performed using the paired t-test and one-way analysis of variance. Changes in trends in home blood pressure were analyzed using a generalized estimating equation and adjusted for the variables. All statistical analyses were performed using SPSS 27.0 (IBM, Armonk, NY, USA) statistical software, and the tests were two-sided, with differences considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS

DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS

In this study, 132 patients with hypertension combined with type 2 diabetes were enrolled; two cases with a lapse rate of 1.5 % were withdrawn from the trial owing to work schedules away from home and personal medical reasons (back pain and inability to walk), respectively. There were no statistically significant differences in general demographic characteristics except for age (Table II).

Table II. Demographic characteristics

Variables	Group A (control group, *n* = 34)	Group B (52 % salt group, *n* = 30)	Group C (23 % salt group, *n* = 33)	Group D (meal pack group, *n* = 33)	*p*
Age (y)	68.12 ± 3.95	70.00 ± 4.24	63.39 ± 6.83	67.21 ± 5.19	0.000[a]*
Male (*n*, %)	16 (47.1)	11 (36.7)	17 (51.5)	16 (48.5)	0.670[b]
Salt intake (g/day)	8.19 ± 3.35	9.00 ± 2.51	9.08 ± 3.43	8.40 ± 3.97	0.647[a]
Smoking (*n*, %)	3 (8.8)	1 (3.3)	4 (12.1)	2 (6.1)	0.594[c]
Drinking (*n*, %)	6 (17.6)	3 (10.0)	5 (15.2)	6 (18.2)	0.801[c]
Waist-to-hip ratio	0.92 ± 0.05	0.92 ± 0.05	0.90 ± 0.06	0.91 ± 0.06	0.623[a]
BMI, kg/m^2	24.96 ± 2.12	25.34 ± 3.09	25.46 ± 2.94	24.97 ± 4.42	0.719[a]
Age of hypertension (y)	11.28 ± 6.66	9.83 ± 7.11	10.23 ± 7.19	12.53 ± 9.06	0.513[a]
Family history of hypertension (*n*, %)	18 (60.0)	14 (53.8)	15 (51.7)	22 (81.5)	0.094[b]
SBP, mmHg	136.15 ± 15.39	139.72 ± 15.89	133.00 ± 14.48	135.70 ± 13.71	0.363[a]
DBP, mmHg	79.81 ± 7.90	79.07 ± 8.89	77.97 ± 7.48	77.42 ± 8.27	0.630[a]

(Continues on next page)

Table II (cont.). Demographic characteristics

Variables	Group A (control group, *n* = 34)	Group B (52 % salt group, *n* = 30)	Group C (23 % salt group, *n* = 33)	Group D (meal pack group, *n* = 33)	*p*
Statin therapy (*n*, %)	14 (41.2)	8 (26.7)	10 (30.3)	17 (51.5)	0.159[b]
Aspirin medication (*n*, %)	8 (23.5)	5 (16.7)	6 (18.2)	8 (24.2)	0.840[b]
Age of diabetes (y)	8.18 ± 6.04	10.40 ± 7.61	10.56 ± 8.40	12.27 ± 7.67	0.179[a]
Family history of diabetes (*n*, %)	12 (35.3)	11 (36.7)	13 (40.6)	15 (48.4)	0.714[b]
Fasting blood sugar (mmol/L)	8.20 ± 2.18	8.64 ± 1.85	9.18 ± 2.92	8.97 ± 2.24	0.345[a]

*BMI: body mass index; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure. [a]One-way analysis of variance. [b]Chi-square test. [c]Fisher's precision probability test. *There was difference between Group C and Group A (p = 0.031), and there was difference between Group C and Group B (p = 0.001).*

HOME BLOOD PRESSURE CHANGES

Compared to baseline values, participants in all four groups exhibited a trend towards reduced HSBP and HDBP at the end of the intervention. Specifically, HSBP decreased by 8.46 mmHg ($p = 0.004$) in Group A, 11.09 mmHg ($p = 0.004$) in Group B, and by 5.36 mmHg ($p = 0.043$) and 13.06 mmHg ($p = 0.001$) in Groups C and D, respectively; notably, Group D demonstrated the most significant reduction in HSBP. However, no statistically significant differences were observed in the rate of decrease among the groups (Table III; Fig. 1).

Regarding HDBP, Group A experienced a decrease of 4.88 mmHg ($p = 0.009$), Group B showed a reduction of 5.13 mmHg ($p = 0.038$), while Groups C and D recorded decreases of 3.42 mmHg ($p = 0.016$) and 3.56 mmHg ($p = 0.013$), respectively; with Group B exhibiting the greatest decline in HDBP as well. Consistent with findings for HSBP, there were no statistically significant differences noted in the decline for HDBP between the groups (Table IV; Fig. 2).

CHANGES IN URINARY SODIUM AND POTASSIUM INTAKE OVER 24 h

At the end of the intervention, there was a trend of increasing 24-hour urinary potassium and decreasing 24-hour urinary sodium in groups B, C, and D. The 24-hour urine sodium/potassium ratio decreased from baseline in all groups except Group A $p < 0.05$). There was no difference between the groups (Table V). No serious adverse events occurred during the trial.

Table III Changes in HSBP during the intervention period

	Group A (control group, *n* = 34)			Group B (52 % salt group, *n* = 30)			*p*†
	HSBP	Change	*p**	HSBP	Change	*p**	
Baseline	136.15 ± 2.60	-	-	139.72 ± 2.87	-	-	0.363
1 w	130.77 ± 3.43	-5.38 (-13.42, 2.66)	0.190	135.21 ± 2.83	-4.51 (-13.09, 4.08)	0.303	0.005[a]
2 w	130.33 ± 3.02	-5.82 (-12.70, 1.07)	0.098	132.19 ± 2.79	-7.53 (-16.04, 0.98)	0.083	0.096
3 w	127.90 ± 2.92	-8.24 (-15.26, -1.22)	0.021	130.87 ± 2.48	-8.85 (-16.92, -0.77)	0.032	0.115
4 w	127.60 ± 2.62	-8.54 (-14.88, -2.21)	0.008	129.65 ± 2.12	-10.07 (-17.43, -2.70)	0.007	0.082
5 w	124.60 ± 2.29	-11.55 (-17.46, -5.64)	0.000	128.70 ± 2.25	-11.01 (-18.51, -3.51)	0.004	0.157
6 w	125.75 ± 2.32	-10.39 (-16.57, -4.22)	0.001	127.59 ± 1.83	-12.13 (-18.95, -5.30)	0.000	0.494
7 w	125.83 ± 2.48	-10.31 (-16.21, -4.41)	0.001	127.31 ± 2.13	-12.41 (-19.24, -5.58)	0.000	0.626
8 w	127.69 ± 2.38	-8.46 (-14.27, -2.65)	0.004	128.63 ± 1.93	-11.09 (-18.03, -4.14)	0.002	0.205

(Continues on next page)

Table III (cont.). Changes in HSBP during the intervention period

	Group C (23 % salt group, *n* = 33)			Group D (meal pack group, *n* = 33)			*p*†
	HSBP	Change	*p**	HSBP	Change	*p**	
Baseline	133.00 ± 2.48	-	-	135.70 ± 2.35	-	-	0.363
1 w	121.40 ± 2.87	-11.60 (-18.19, -5.01)	0.001	122.43 ± 2.29	-13.27 (-19.71, -6.83)	0.001	0.005[a]
2 w	126.53 ± 2.51	-6.47 (-11.65, -1.29)	0.014	123.58 ± 1.96	-12.12 (-17.49, -6.74)	0.001	0.096
3 w	126.57 ± 2.06	-6.43 (-11.26, -1.60)	0.009	122.47 ± 2.02	-13.22 (-18.56, -7.89)	0.001	0.115
4 w	124.84 ± 1.85	-8.16 (-12.92, -3.39)	0.001	122.14 ± 2.05	-13.56 (-18.56, -8.56)	0.001	0.082
5 w	126.37 ± 2.02	-6.63 (-11.47, -1.78)	0.007	121.53 ± 2.12	-14.16 (-19.81, -8.51)	0.001	0.157
6 w	127.47 ± 1.93	-5.53 (-10.51, -0.55)	0.029	124.21 ± 2.03	-11.49 (-17.28, -5.69)	0.001	0.494
7 w	126.78 ± 1.85	-6.22 (-11.08, -1.35)	0.012	124.29 ± 2.00	-11.41 (-17.00, -5.82)	0.001	0.626
8 w	127.64 ± 2.26	-5.36 (-10.54, -0.17)	0.043	122.64 ± 1.86	-13.06 (-18.84, -7.64)	0.001	0.205

*HSBP (m ± s); Change (MD, 95 % CI). *Generalized estimating equation adjusted for age, gender, smoking, drinking, family history of hypertension, age of hypertension, family history of diabetes, age of diabetes, waist-to-hip ratio, body mass index, statin and aspirin therapy. †Comparison between groups. aGroup C vs. Group B, -13.80 (-25.91 to -1.71) mmHg, p = 0.017; Group D vs. Group B, -12.78 (-24.69 to -0.87) mmHg, p = 0.029.*

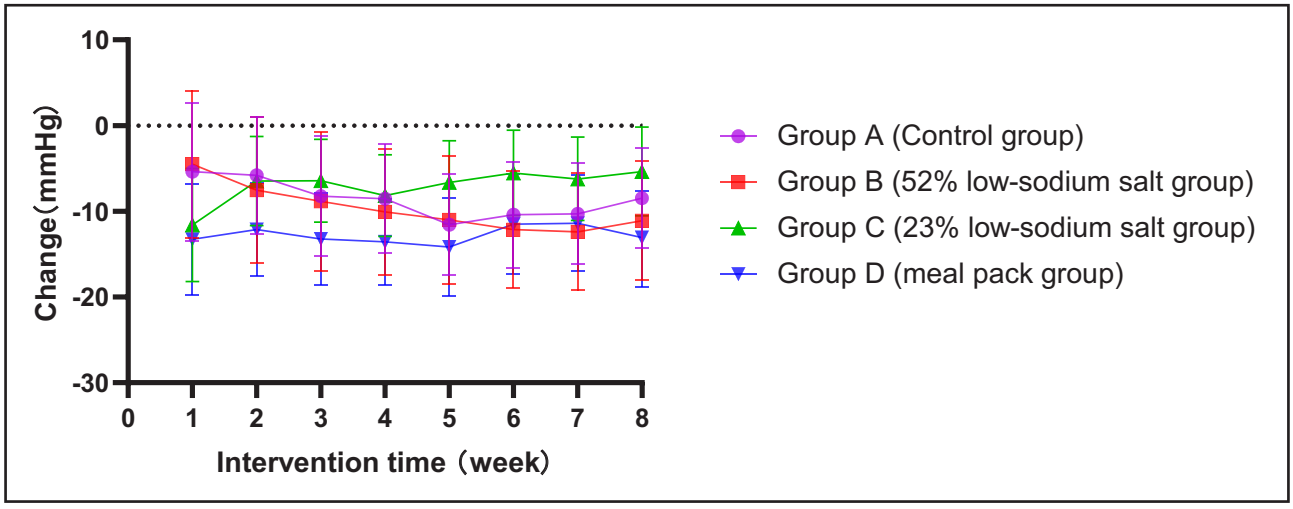


Figure 1. Changes in HSBP during the intervention period.

Table IV. Changes in HDBP during the intervention period

	Group A (control group, *n* = 34)			Group B (52 % salt group, *n* = 30)			*p*†
	HDBP	Change	*p**	HDBP	Change	*p**	
Baseline	79.81 ± 1.33	-	-	79.07 ± 1.60	-	-	0.630
1 w	76.90 ± 1.58	-2.91 (-6.74, 0.92)	0.137	76.92 ± 1.98	-2.14 (-7.53, 3.24)	0.435	0.942
2 w	76.12 ± 1.44	-3.69 (-7.00, -0.39)	0.029	75.96 ± 1.94	-3.10 (-8.45, 2.24)	0.255	0.652

(Continues on next page)

Table IV (cont.). Changes in HDBP during the intervention period

	Group A (control group, *n* = 34)			Group B (52 % salt group, *n* = 30)			*p*†
	HDBP	Change	*p**	HDBP	Change	*p**	
3 w	75.39 ± 1.55	-4.42 (-7.98, -0.86)	0.015	75.19 ± 1.86	-3.88 (-9.15, 1.40)	0.150	0.788
4 w	75.97 ± 1.47	-3.84 (-7.48, -0.19)	0.039	74.01 ± 1.54	-5.06 (-9.91, -0.20)	0.041	0.575
5 w	74.87 ± 1.32	-4.94 (-8.19, -1.70)	0.003	73.84 ± 1.68	-5.23 (-10.23, -0.22)	0.041	0.746
6 w	75.22 ± 1.33	-4.59 (-7.92, -1.27)	0.007	72.75 ± 1.56	-6.32 (-11.29, -1.35)	0.013	0.692
7 w	74.42 ± 1.35	-5.39 (-9.14, -1.64)	0.005	73.41 ± 1.61	-5.66 (-10.69, -0.63)	0.027	0.858
8 w	74.93 ± 1.54	-4.88 (-8.53, -1.23)	0.009	73.94 ± 1.50	-5.13 (-9.96, -0.29)	0.038	0.797
	Group C (23 % salt group, *n* = 33)			Group D (meal pack group, *n* = 33)			*p*†
	HDBP	Change	*p**	HDBP	Change	*p**	
Baseline	77.97 ± 1.28	-	-	77.42 ± 1.42	-	-	0.630
1 w	76.10 ± 1.84	-1.87 (-4.46, 0.71)	0.156	75.61 ± 1.31	-1.81 (-5.22, 1.59)	0.297	0.942
2 w	76.95 ± 1.63	-1.02 (-3.23, 1.20)	0.368	74.32 ± 1.25	-3.10 (-5.57, -0.63)	0.014	0.652
3 w	76.55 ± 1.74	-1.41 (-3.79, 0.96)	0.242	73.91 ± 1.35	-3.52 (-6.51, -0.53)	0.021	0.788
4 w	76.23 ± 1.42	-1.74 (-3.68, 0.21)	0.080	73.65 ± 1.44	-3.77 (-6.49, -1.05)	0.007	0.575
5 w	74.89 ± 1.67	-3.08 (-5.56, -0.51)	0.019	73.73 ± 1.42	-3.69 (-6.78, -0.61)	0.019	0.746
6 w	75.07 ± 1.60	-2.90 (-5.59, -0.22)	0.034	74.78 ± 1.38	-2.64 (-5.48, 0.20)	0.068	0.692
7 w	75.30 ± 1.58	-2.67 (-5.24, -0.09)	0.042	74.48 ± 1.35	-2.95 (-5.79, -0.11)	0.042	0.858
8 w	74.55 ± 1.68	-3.42 (-6.19, -0.65)	0.016	73.86 ± 1.23	-3.56 (-6.36, -0.77)	0.013	0.797

*HDBP (m ± s); Change (MD, 95 % CI). *Generalized estimating equation adjusted for age, gender, smoking, drinking, family history of hypertension, age of hypertension, family history of diabetes, age of diabetes, waist-to-hip ratio, body mass index, statin and aspirin therapy. †Comparison between group.*

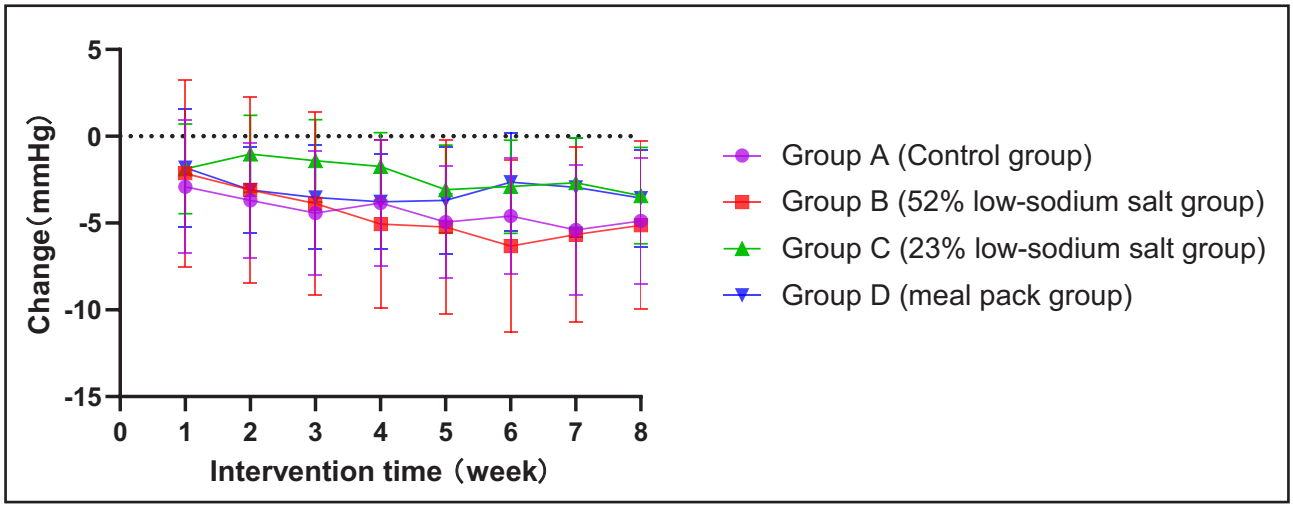


Figure 2. Changes in HDBP during the intervention period.

Table V. Changes in 24-hour urinary sodium and potassium during the intervention period

Norm	Group A (control group, *n* = 34)				Group B (52 % salt group, *n* = 30)				*p**	*p*†	*p*‡
	Baseline	4th week	Intervention end up	*p*	Baseline	4th week	Intervention end up	*p*			
24 h U K^+ (mmol/24 h)	49.54 ± 24.11	44.08 ± 13.32	45.01 ± 19.56	0.259	43.7 ± 18.27	44.37 ± 16.07	55.26 ± 24.76	0.001	0.694	0.001	0.082
24 h U Na^+ (mmol/24 h)	143.7 ± 58.34	121.4 ± 41.07	129.13 ± 54.17	0.078	153. ± 43.01	104.6 ± 30.96	130.54 ± 52.97	0.001	0.085	0.115	0.998
24 h U Na^+/K^+	3.29 ± 1.53	2.85 ± 0.97	3.09 ± 1.23	0.127	4.07 ± 1.98	2.53 ± 0.87	2.67 ± 1.40	0.001	0.072	0.926	0.424
Norm	**Group C (23 % salt group, *n* = 33)**				**Group D (meal pack group, *n* = 33)**				***p****	***p*†**	***p*‡**
	Baseline	**4th week**	**Intervention end up**	***P***	**Baseline**	**4th week**	**Intervention end up**	***p***			
24 h U K^+ (mmol/24 h)	45.2 ± 22.67	50.84 ± 17.19	55.80 ± 21.07	0.334	42.97 ± 23.07	71.25 ± 25.11	57.41 ± 20.21	0.001	0.694	0.001	0.082
24 h U Na^+ (mmol/24 h)	155.21 ± 58.55	131.51 ± 45.71	132.15 ± 64.85	0.042	147.4 ± 74.44	121.9 ± 52.15	131.36 ± 67.50	0.070	0.085	0.115	0.998
24 h U Na^+/K^+	3.93 ± 1.56	2.77 ± 1.11	2.47 ± 0.98	0.001	3.65 ± 1.51	1.85 ± 0.78	2.36 ± 1.05	0.001	0.072	0.926	0.424

**Comparison between groups at baseline; †Comparison between groups at week 4; ‡Comparison between groups after intervention.*

DISCUSSION

Studies have shown that patients following the DASH diet experienced an average decrease in systolic and diastolic blood pressure of 5.5 mmHg and 3.0 mmHg, respectively, compared to the regular diet (21). In addition, combining reduced sodium intake with the DASH diet was more effective in lowering blood pressure than the DASH diet alone (22). The CM-DASH diet differed from the original in containing lower total energy (DASH: 2,100 kcal; CM-DASH: 1,600 kcal), less fat and cholesterol, and more protein and dietary fibre. HBPM has more excellent reliability and improves patient compliance compared to office blood pressure (23). Based on these insights, we conducted a study aimed at exploring the effects of combining low-sodium salt containing 23 % and 52 % NaCl with the CM-DASH diet on the effectiveness of home blood pressure control in patients with hypertension combined with type 2 diabetes.

The findings of this study indicated that, after the intervention, both HSBP and HDBP exhibited a decreasing trend across all four participant groups. Specifically, in group A, HSBP and HDBP decreased by 8.46 mmHg and 4.88 mmHg, respectively, whereas in group B, these values decreased by 11.09 mmHg and 5.13 mmHg. These results suggest that the use of 52 % low-sodium salt had a significant positive impact on reducing blood pressure compared to regular table salt. Group C exhibited a slightly less effective reduction in blood pressure after the intervention compared to the first two groups. This may be attributed to the lower sodium content of the low-sodium salt utilized in Group C, which has a poorer taste relative to 52 % low-sodium salt or regular table salt that contains higher sodium levels. This palatability may hinder patients' long-term adherence to this dietary modification. Group D, on the other hand, showed the most prominent reduction in SBP. This may be because the meal packs substitute some of the foods in the DASH dietary pattern, which can achieve stricter intake standards and intervention effects. Nonetheless, there was no statistically significant difference in the short-term blood pressure-lowering effect among the four groups of patients. This may be due to the limited sample size and the short follow-up period of patients in each group. Consequently, more extensive studies are warranted to draw more definitive conclusions.

In our study, OBP was also used as a monitoring method. The results likewise showed a decrease in the corresponding SBP and DBP in all four groups of patients compared to baseline blood pressure, and the reduction was more significant than that of Home blood pressure (19). The possible reasons for this are as follows: (1) OBP is measured using a uniform sphygmomanometer, whereas HBPM uses sphygmomanometers purchased by the patients themselves, which come in different models; (2) although the patients were trained in blood pressure measurement, there

may have been irregularities in actual practice; (3) considering that the study population consisted of mainly elderly patients, who may have needed assistance from family members to carry out their blood pressure measurements, whereas OBP was carried out by professional personnel performed, and therefore its results may be more accurate. Despite the existence of two different methods of blood pressure monitoring, their results both suggest that dietary interventions have a positive impact on lowering blood pressure.

Another significant finding of this study is that reducing sodium intake resulted in significantly higher reductions in systolic blood pressure than diastolic blood pressure in all groups. Studies have shown that, compared to DBP, SBP is more strongly associated with cardiovascular disease in the elderly. Aging is associated with structural and functional changes in the vascular wall, leading to increased arterial stiffness and increased SBP (24). A prospective study in the United Kingdom noted a monotonic relationship between SBP and the risk of cardiovascular disease in diabetic patients between the ages of 60 and 90 years, i.e., the higher the level of SBP, the higher the risk of cardiovascular disease (25). In patients with type 2 diabetes, a clinical SBP of ≥ 130 mmHg was associated with a higher risk of cardiovascular disease mortality (26). Moreover, studies have further demonstrated that in hypertensive patients aged 60 to 80 years, keeping SBP strictly below 130 mmHg may provide additional cardiovascular benefits (27). Reducing sodium intake leads to a more pronounced change in SBP than in DBP, which helps to reduce the risk of developing cardiovascular disease in patients with hypertension and type 2 diabetes. However, further research is needed to determine which formulated salt has the most significant effect.

Global sodium consumption considerably exceeds recommended levels (28), and lowering sodium intake diminishes the risk of elevated blood pressure and the subsequent development of related non-communicable diseases (29). Recent meta-analyses have shown that reducing sodium intake has a negligible effect on blood pressure in normotensive people (-1.14/+0.01 mmHg in systolic/diastolic blood pressure) but a significant reduction in hypertensive people (-5.71/-2.87 mmHg in systolic/diastolic blood pressure) (30). Patients with essential hypertension had substantial decreases in blood pressure (9/5 mmHg lower systolic/diastolic blood pressure) following a reduced sodium diet (31). In addition, a study in America showed that reducing dietary sodium intake lowered blood pressure in most middle-aged and older adults, independent of hypertension status and antihypertensive medication use (32). Meanwhile, potassium can increase vasoactivity and decrease blood pressure by reducing vascular smooth muscle contraction (33). The 24-hour urine collection is the gold standard for testing sodium and potassium intake. The results of this study showed improvement in 24-hour urinary sodium and potassium in four groups. At the end of the intervention, the 24-hour urinary sodium was lower than the baseline in four groups. In contrast, the 24-hour urinary potassium was higher than the baseline value in the 52 % salt group, the 23 % salt group, and the dietary package group, indicating that short-term dietary interventions can also achieve favourable health benefits. However, more studies are needed to validate these preliminary findings further. The trial had no serious adverse events during the intervention period.

Cardiovascular disease is one of the leading causes of death worldwide, and reducing sodium intake is one of the key measures for prevention (34). Low-sodium salt is effective in lowering blood pressure and cardiovascular events, economical, safe, easy to implement, and has significant cost-effectiveness (35,36). In European and American countries, where the prevalence of hypertension is high and salt intake is excessive, the promotion of low-sodium salt and modified DASH diets may reduce the incidence of blood pressure and cardiovascular disease and provide a basis for policy development (37). In addition, in resource-limited countries, simple dietary interventions, such as the promotion of low-sodium salt and healthy diets, can be effective in improving public health.

There are several limitations to this study. First, the small sample size of this study may have affected statistical efficacy, especially in between-group comparisons where it was difficult to detect potential differences adequately. In addition, the study was limited to a specific population in Chongqing, China, which limits the generalisability of the results. Future studies should expand the sample size and include a more diverse group of subjects to enhance the extrapolation of the results. Second, the short duration of the intervention allowed only short-term antihypertensive effects and improvements in sodium and potassium intake to be observed, making it difficult to determine long-term persistence and stability. Future studies may extend the duration of the intervention to assess long-term health benefits. Thirdly, the home blood pressure data relied on self-recording by the subjects. Despite health education and regular follow-up, there may still be measurement errors or irregularities in recording. Fourth, as this study was a semi-open trial, the home diet phase did not allow for strict control of patients' salt and sodium-containing condiment intake. Finally, patients' blood pressure is affected by a variety of factors, such as climate and mood. Future studies should incorporate these variables to provide a more comprehensive and accurate assessment.

CONCLUSIONS

This trial preliminarily demonstrated that the dietary intervention involving the CM-DASH diet, combined with 23 % and 52 % sodium-restricted formula salts, had a potentially positive effect on reducing home blood pressure in patients with hypertension and type 2 diabetes. Furthermore, the intervention was effective in improving urinary sodium and potassium levels among patients, indicating a degree of safety. However, larger studies are necessary to validate these preliminary findings further. Future research should aim to increase sample sizes, extend follow-up periods, and explore the specific effects of various sodium-restricted formula salts on home blood pressure control to develop more effective dietary intervention strategies for individuals suffering from hypertension and type 2 diabetes.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank all study participants and their families, project staff, and the Science and Technology Bureau of Chongqing Municipality (STBC), China for funding [Project No. cstc2019jscx-msxm X0267].

FUNDING

This study was funded by the Science and Technology Bureau of Chongqing Municipality (STBC), China [Project No. cstc2019jscx-msxm X0267]. The Chongqing Science and Technology Bureau (STBC) was not involved in the design, implementation, data collection, analysis, and manuscript writing process of this study.

ETHICS APPROVAL AND CONSENT TO PARTICIPATE

The study protocol was approved by the Ethics Committee of Chongqing Medical University (approval date: 07/28/2020). Trial registration: Chinese clinical trial registry (ChiCTR2000029017), http://www.chictr.org.cn/. All participants and their families provided written informed consent prior to enrollment in the trial.

REFERENCES

1. Fox CS. Cardiovascular Disease Risk Factors, Type 2 Diabetes Mellitus, and the Framingham Heart Study. Trends Cardiovasc Med 2010;20(3):90-5. DOI: 10.1016/j.tcm.2010.08.001
2. Jindal A, Whaley-Connell A, Sowers JR. Type 2 diabetes in older people; the importance of blood pressure control. Curr Cardiovasc Risk Rep 2013;7(3):233-7. DOI: 10.1007/s12170-013-0301-5
3. Weiping J. A national assessment study of cardiovascular disease risk factors-blood glucose, blood pressure, and lipids-in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus. Chinese Journal of Internal Medicine 2013;52:1064.
4. Yashkin AP, Kravchenko J, Yashin AI, Sloan F. Mortality and Macrovascular Risk in Elderly With Hypertension and Diabetes: Effect of Intensive Drug Therapy. Am J Hypertens 2018;31(2):220-7. DOI: 10.1093/ajh/hpx151
5. Jia G, Sowers JR. Hypertension in Diabetes: An Update of Basic Mechanisms and Clinical Disease. Hypertens Dallas Tex 1979 2021;78(5):1197-205. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.17981
6. Brand A, Visser ME, Schoonees A, Naude CE. Replacing salt with low-sodium salt substitutes (LSSS) for cardiovascular health in adults, children and pregnant women. Cochrane Database Syst Rev 2022;8(8):CD015207. DOI: 10.1002/14651858.CD015207
7. Harvey JN. Trends in the prevalence of diabetic nephropathy in type 1 and type 2 diabetes. Curr Opin Nephrol Hypertens 2003;12(3):317-22. DOI: 10.1097/00041552-200305000-00015
8. He FJ, Li J, Macgregor GA. Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. BMJ 2013;346:f1325. DOI: 10.1136/bmj.f1325
9. Strazzullo P, D'Elia L, Kandala N-B, Cappuccio FP. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. BMJ 2009;339:b4567. DOI: 10.1136/bmj.b4567
10. Moore TJ, Conlin PR, Ard J, Svetkey LP. DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) diet is effective treatment for stage 1 isolated systolic hypertension. Hypertens Dallas Tex 1979 2001;38(2):155-8. DOI: 10.1161/01.hyp.38.2.155
11. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2013;34(28):2159-219. DOI: 10.1093/eurheartj/eht151
12. Stergiou GS, Kollias A, Zeniodi M, Karpettas N, Ntineri A. Home blood pressure monitoring: primary role in hypertension management. Curr Hypertens Rep 2014;16(8):462. DOI: 10.1007/s11906-014-0462-8
13. Parati G, Stergiou GS, Asmar R, Bilo G, de Leeuw P, Imai Y, et al. European Society of Hypertension guidelines for blood pressure monitoring at home: a summary report of the Second International Consensus Conference on Home Blood Pressure Monitoring. J Hypertens 2008;26(8):1505-26. DOI: 10.1097/HJH.0b013e328308da66
14. Hoshide S, Yano Y, Haimoto H, Yamagiwa K, Uchiba K, Nagasaka S, et al. Morning and Evening Home Blood Pressure and Risks of Incident Stroke and Coronary Artery Disease in the Japanese General Practice Population: The Japan Morning Surge-Home Blood Pressure Study. Hypertens Dallas Tex 1979 2016;68(1):54-61.DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.07201
15. Hoshide S, Kario K, Yano Y, Haimoto H, Yamagiwa K, Uchiba K, et al. Association of morning and evening blood pressure at home with asymptomatic organ damage in the J-HOP Study. Am J Hypertens 2014;27(7):939-47. DOI: 10.1093/ajh/hpt290
16. Kamoi K, Ito T, Miyakoshi M, Minagawa S. Usefulness of home blood pressure measurement in the morning in patients with type 2 diabetes: long-term results of a prospective longitudinal study. Clin Exp Hypertens N Y N 1993 2010;32(3):184-92. DOI: 10.3109/10641960903254513
17. Li J, Mu L, Rao H, Wu Y, Wang H, Tao H, et al. Preliminary Experiment on the Effect of 18% Substitute Salt on Home Blood Pressure Variability in Hypertensives. Int J Hypertens 2021;2021:9993328. DOI: 10.1155/2021/9993328
18. Liu T, Rao H, Wang M, Xu H, Wang W, Li G, et al. Comparative analysis of visit and home blood pressure in a pilot trial on the effect of 18% sodium substitute salt on blood pressure. Sci Rep 2021;11(1):907. DOI: 10.1038/s41598-020-79282-2
19. Zhang Z, Zhou X, Mei Y, Bu X, Tang J, Gong T, et al. Novel low-sodium salt formulations combined with Chinese modified DASH diet for reducing blood pressure in patients with hypertension and type 2 diabetes: a clinical trial. Front Nutr 2023;10:1219381. DOI: 10.3389/fnut.2023.1219381
20. Strilchuk L, Cincione RI, Fogacci F, Cicero AFG. Dietary interventions in blood pressure lowering: current evidence in 2020. Kardiol Pol 2020;78(7-8):659-66. DOI: 10.33963/KP.15468
21. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. N Engl J Med 1997;336(16):1117-24. DOI: 0.1056/NEJM199704173361601
22. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. N Engl J Med 2001;344(1):3-10. DOI: 10.1056/NEJM200101043440101
23. Bardak S, Turgutalp K, Özcan T, Eser ZE, Gözükara Y, Demir S, et al. How do we measure blood pressure at home? Blood Press 2015;24(3):174-7. DOI: 10.3109/08037051.2014.997082
24. Izzo JL, Levy D, Black HR. Clinical Advisory Statement. Importance of systolic blood pressure in older Americans. Hypertens Dallas Tex 1979 2000;35(5):1021-4. DOI: 10.1161/01.hyp.35.5.1021
25. Rao S, Li Y, Nazarzadeh M, Canoy D, Mamouei M, Hassaine A, et al. Systolic Blood Pressure and Cardiovascular Risk in Patients With Diabetes: A Prospective Cohort Study. Hypertens Dallas Tex 1979 2023;80(3):598-607. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.122.20489
26. Seng LL, Hai Kiat TP, Bee YM, Jafar TH. Real-World Systolic and Diastolic Blood Pressure Levels and Cardiovascular Mortality in Patients With Type 2 Diabetes-Results From a Large Registry Cohort in Asia. J Am Heart Assoc 2023;12(23):e030772. DOI: 10.1161/JAHA.123.030772
27. Deng Y, Bai J, Yang X, Liu W, Guo Z, Zhang J, et al. Achieved systolic blood pressure and cardiovascular outcomes in 60-80-year-old patients: the Strategy of Blood Pressure Intervention in the Elderly Hypertensive Patients (STEP) trial. Eur J Prev Cardiol 2023;30(10):1017-27. DOI: 10.1093/eurjpc/zwad142
28. Elliott P. Sodium intakes around the world. Background document prepared for the Forum and Technical meeting on Reducing Salt Intake in Populations (Paris 5-7 October 2006). Geneva, World Health Organization; 2007.
29. Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, Pletcher MJ, et al. Projected Effect of Dietary Salt Reductions on Future Cardiovascular Disease. N Engl J Med 2010;362(7):590-9. DOI: 10.1056/NEJMoa0907355
30. Kim BS, Yu M-Y, Shin J. Effect of low sodium and high potassium diet on lowering blood pressure and cardiovascular events. Clin Hypertens 2024;30:2. DOI: 10.1186/s40885-023-00259-0

31. Chang AY, Rahman M, Talukder A, Shah H, Mridha MK, Hasan M, et al. Effectiveness of a community health worker-led low-sodium salt intervention to reduce blood pressure in rural Bangladesh: protocol for a cluster randomized controlled trial. Trials 2023;24:480. DOI: 10.1186/s13063-023-07518-3
32. Gupta DK, Lewis CE, Varady KA, Su YR, Madhur MS, Lackland DT, et al. Effect of Dietary Sodium on Blood Pressure. JAMA 2023;330(23):2258-66. DOI: 10.1001/jama.2023.23651
33. Theodoridis X, Chourdakis M, Chrysoula L, Chroni V, Tirodimos I, Dipla K, et al. Adherence to the DASH Diet and Risk of Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 2023;15(14):3261. DOI: 10.3390/nu15143261
34. Abdel-Gawad N, Campbell NRC, Ide N, Cobb L, Garg R. The resolve to save lives sodium reduction framework; aligning global efforts to reduce the global burden of cardiovascular disease. J Hum Hypertens 2022;36(10):880-1. DOI: 10.1038/s41371-022-00745-2
35. Kim BS, Yu M-Y, Shin J. Effect of low sodium and high potassium diet on lowering blood pressure and cardiovascular events. Clin Hypertens 2024;30(1):2. DOI: 10.1186/s40885-023-00259-0
36. Aminde LN, Nugraheni WP, Mubasyiroh R, Rachmawati T, Dwirahmadi F, Martini S, et al. Cost-effectiveness analysis of low-sodium potassium-rich salt substitutes in Indonesia: an equity modelling study. Lancet Reg Health Southeast Asia 2024;26:100432. DOI: 10.1016/j.lansea.2024.100432
37. Kario K, Okura A, Hoshide S, Mogi M. The WHO Global report 2023 on hypertension warning the emerging hypertension burden in globe and its treatment strategy. Hypertens Res 2024;47(5):1099-102. DOI: 10.1038/s41440-024-01622-w

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Dietary plant protein intake alleviates the adverse effect of sedentary behavior on chronic kidney disease incidence

La ingesta de proteínas vegetales en la dieta alivia el efecto adverso del comportamiento sedentario sobre la incidencia de la enfermedad renal crónica

Zuoxun Xia[1], Ye Xiong[2]

[1]Yongjia People's Hospital. Wenzhou, Zhejiang. People's Republic of China. [2]Department of Infectious Diseases. State Key Laboratory for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases. National Clinical Research Center for Infectious Diseases. Collaborative Innovation Center for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases. The First Affiliated Hospital. Zhejiang University School of Medicine. Hangzhou, Zhejiang. People's Republic of China

Abstract

Objective: dietary plant protein exerts a preventative effect on the incidence of chronic kidney disease (CKD). However, no epidemiological study has explored whether dietary plant protein can mitigate the impact of sedentary behavior on the kidneys. This study investigates the relationship between sedentary behavior and the risk of CKD in the US population and the effect of dietary plant protein intake on CKD incidence in sedentary individuals.

Methods: data was collected from the 2007-2018 Continuous National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Weighted binary logistic regression was adopted to investigate the association between sedentary behavior and CKD risk. Weighted binary logistic regression and restricted cubic spline were performed to evaluate the correlation between dietary plant protein and CKD risk in sedentary individuals.

Results: participants with higher sedentary behavior (≥ 6 h/day) had a 1.13 times higher risk of developing CKD than those with lower sedentary behavior (< 6 h/day). In participants with higher sedentary behavior, intake of a higher plant protein ratio was associated with reduced CKD risk. In a continuous model, after adjusting for all covariates, each 10 % increase in plant protein ratio decreased CKD risk by 35.4 % (odds ratio (OR), 0.646; 95 % confidence interval (CI), 0.465-0.899). Compared with the lowest quartile, the OR for the highest quartiles was 0.740 in a categorical model (95 % CI, 0.614-0.893).

Conclusion: moderate dietary plant protein can alleviate the detrimental effects of sedentary behavior on the kidneys, reducing the incidence of CKD.

Keywords:

Chronic kidney disease. Sedentary behavior. Plant protein. NHANES. Incidence.

Received: 05/04/2024 • Accepted: 14/05/2025

Authors' contribution: Conceptualization: Z. X., and Y. X.; methodology: Z. X., and Y. X.; data curation: Z. X., and Y. X.; investigation: Z. X., and Y. X.; formal analysis: Z. X., and Y. X.; writing-original draft and writing-review and editing Z. X., and Y. X. All authors provided their final approval and are responsible for all aspects of the work, ensuring integrity and accuracy.

Ethical approval: The NHANES study protocol was approved by the Research Ethics Review Board of the National Center for Health Statistics. Written informed consent was obtained from all participants.

Data availability statement: The National Health and Nutrition Examination Survey dataset is publicly available at https://wwwn.cdc.gov/nchs/nhanes/.

Acknowledgments: We thank all researchers at the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) for collecting, managing, and generating the NHANES datasets. We also thank all of the participants.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

Xia Z, Xiong Y. Dietary plant protein intake alleviates the adverse effect of sedentary behavior on chronic kidney disease incidence. Nutr Hosp 2025;42(4):772-779

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05879

Correspondence:

Ye Xiong. Department of Infectious Diseases. State Key Laboratory for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases. National Clinical Research Center for Infectious Diseases. Collaborative Innovation Center for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases. The First Affiliated Hospital. Zhejiang University School of Medicine. 79, Qingchun Road. Hangzhou, Zhejiang. People's Republic of China
e-mail: 21918255@zju.edu.cn

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Objetivo: la proteína vegetal en la dieta ejerce un efecto preventivo sobre la incidencia de la enfermedad renal crónica (ERC). Sin embargo, ningún estudio epidemiológico ha explorado si la proteína vegetal en la dieta puede mitigar el impacto del comportamiento sedentario en los riñones. Este estudio investiga la relación entre el comportamiento sedentario y el riesgo de ERC en la población de EE. UU., así como el efecto de la ingesta de proteínas vegetales sobre la incidencia de ERC en personas sedentarias.

Métodos: se recopilaron datos de la Encuesta Continua Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES) 2007-2018. Se utilizó regresión logística binaria ponderada para investigar la asociación entre el comportamiento sedentario y el riesgo de ERC. También se aplicaron regresión logística binaria ponderada y modelos con *splines* cúbicos restringidos para evaluar la correlación entre la ingesta de proteína vegetal y el riesgo de ERC en personas sedentarias.

Resultados: los participantes con mayor comportamiento sedentario (≥ 6 horas/día) tuvieron un riesgo 1,13 veces mayor de desarrollar ERC en comparación con aquellos con menor comportamiento sedentario (< 6 horas/día). En los participantes con comportamiento sedentario elevado, una mayor proporción de proteína vegetal en la dieta se asoció con una reducción del riesgo de ERC. En un modelo continuo, después de ajustar por todas las covariables, cada aumento del 10 % en la proporción de proteína vegetal redujo el riesgo de ERC en un 35,4 % (razón de probabilidades (OR), 0,646; intervalo de confianza (IC) del 95 %, 0,465-0,899). En un modelo categórico, en comparación con el cuartil más bajo, la OR para el cuartil más alto fue de 0,740 (IC del 95 %, 0,614-0,893).

Conclusión: una ingesta moderada de proteína vegetal en la dieta puede aliviar los efectos perjudiciales del comportamiento sedentario sobre los riñones, reduciendo la incidencia de la enfermedad renal crónica.

Palabras clave:

Enfermedad renal crónica. Comportamiento sedentario. Proteína vegetal. NHANES. Incidencia.

INTRODUCTION

Chronic kidney disease (CKD) affects approximately 8-16 % of the population (1). In 2017, over 1 million people died from CKD, with global mortality increasing by 41.5 % since 1990 (2,3). As diabetes, hypertension, and obesity become more prevalent, along with an aging global population, CKD has reached epidemic proportions (4), posing a significant public health concern.

As workplaces evolve and transportation and the internet become more widespread, sedentary lifestyles are becoming increasingly common globally. Defined as any waking activity with energy expenditure ≤ 1.5 metabolic equivalents (METs) while sitting or reclining (5), prolonged sedentary behavior poses a growing health risk. The effects of sedentary behavior on health are cumulative and long-lasting, increasing the risk of chronic non-communicable diseases, such as cardiovascular disease (CVD), metabolic disorders, musculoskeletal disorders (6-8), and CKD (9-11). However, these studies have focused primarily on middle-aged or older adults. Moreover, Lynch et al. found no significant relationship between the highest television viewing time and reduced estimated glomerular filtration rate (eGFR) levels after adjusting for covariates (12). Therefore, understanding the impact of sedentary behavior on CKD risk is crucial as it is a lifestyle that can be modified.

Plant-based diets comprise primarily plant-based foods with or without small amounts of meat. Hence, the protein source is plant-based. Increasing evidence suggests that these diets are beneficial for myriad conditions, including CVD, diabetes, metabolic syndrome, and various cancers (13-15). Moreover, many studies have shown that plant-based diets can slow CKD progression and delay dialysis (16), with higher plant-based protein intake associated with lower mortality in patients with CKD (17). Despite the growing attention to these individual factors, research on the combined impact of sedentary behavior and plant protein intake on CKD risk is limited.

This study investigates the relationship between sedentary behavior and CKD risk in the US population. Additionally, it explores the effect of plant protein intake on CKD incidence in individuals with a sedentary lifestyle.

METHODS

STUDY POPULATION

This study utilized data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) database, which assesses health and nutritional data for adults and children throughout the US. Survey data covering six cycles between 2007 and 2018 were extracted from the Continuous NHANES.

A total of 59,842 individuals were enrolled in the NHANES cohort between 2007 and 2018. After excluding individuals who did not meet the eligibility criteria, as outlined in figure 1, 28,268 participants were included in the final analysis.

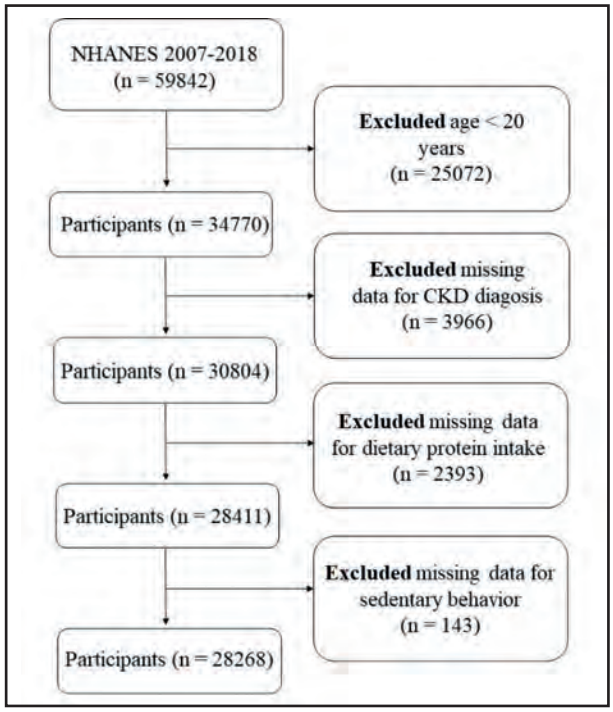


Figure 1. Participant screening flow chart.

DAILY SITTING TIME, PHYSICAL ACTIVITY, DIETARY ASSESSMENT

The NHANES study assessed daily sitting time using physical activity questionnaires. Daily sitting time was determined by asking participants about time spent at work, home, school, with friends, commuting, or engaging in recreational activities (e.g., playing cards, watching TV, and using computers) throughout a typical day. This total daily sitting time is recorded as PAD680, a variable in the NHANES dataset that quantifies self-reported sedentary behavior.

Dietary intake data were evaluated using the first 24-h dietary recall interviews conducted by NHANES's highly trained staff at mobile examination center. The United States Department of Agriculture's (USDA) automated multiple-pass method was used to estimate food intake. The Food Patterns Equivalent Database (FPED), associated with NHANES for dietary research purposes, converts American food and beverage intake from NHANES participants into 37 USDA Food pattern components. The intake levels of total protein, animal protein, and plant protein were obtained from the FPED.

DEFINITIONS

In the Continuous NHANES, serum and urinary creatinine levels were assessed using the Jaffe rate method, while urinary albumin was measured using a solid-phase fluorescent immunoassay. The eGFR was calculated using the CKD Epidemiology Collaboration (EPI) equation based on serum creatinine levels (18). ACR is the ratio of urinary albumin to urinary creatinine (19). Patients with CKD were defined by an eGFR < 60 mL/min/1.73 m^2 or ACR ≥ 30 mg/g (19). A sedentary time over 6 h/day is more likely to cause adverse health conditions than less than 6 h/day (20). Therefore, sedentary behavior was defined as high (≥ 6 h/day) or low (< 6 h/day). Total protein intake was the sum of the plant and animal proteins, while the plant–protein ratio was defined as the ratio of plant protein intake to total protein intake.

COVARIATES

Covariates were collected with a structured questionnaire, including age, sex, ethnicity, education level, family income (poverty index ratio [PIR]), marital status, and total calories. Smoking status was classified as a former smoker, non-smoker, or current smoker. Alcohol consumption was defined as former, heavy, moderate, mild, or never (21). Physical activity levels were defined as active (≥ 500 MET min/week), somewhat active (> 0 to < 500 MET min/week), or inactive (no reported physical activity data) (22). The body mass index (BMI) was determined using the height and weight of participants. Diabetes was defined as a self-reported diagnosis of diabetes and/or the use of antidiabetic medication. Hypertension was defined as mean systolic blood pressure ≥ 140 mmHg and/or diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg, a self-reported diagnosis of hypertension, and/or the use of antihypertensive medication. Stroke and CVD were defined based on self-reported medical history.

STATISTICAL ANALYSIS

The sample weight recommended by NHANES was adopted, specifically the sample weight on a dietary day, with the selected weight record (WTDRD1). Since NHANES employs a complex probability sample design, individual sample weights were calculated as $1/6 \times$ WTDRD1, covering six cycles from 2007 to 2018. Continuous variables were expressed as mean ± standard deviation (SD) when analyzing the baseline characteristics; those conforming to a normal distribution were compared using an independent sample *t*-test. Categorical variables were expressed as frequencies (percentages) and analyzed using the Chi-square test.

Weighted binary logistic regression was used to investigate the associations between sedentary behavior and CKD risk. Additionally, the relationship between plant protein intake and CKD risk was assessed in participants with high sedentary behavior. Plant protein ratio was included as a continuous variable in the continuous models, providing odds ratios (ORs) and 95 % confidence intervals (CIs). The plant protein ratio was transformed into a categorical variable by quartiles, and the *p*-value for the trend was calculated. Four models were applied: the crude model was not adjusted for confounding variables; Model 1 was adjusted for age, ethnicity, sex, educational level, PIR, and marital status; Model 2 was further adjusted for BMI, physical activity, smoking status, and alcohol consumption; Model 3 was adjusted for diabetes, hypertension, stroke, and CVD based on Model 2. A restricted cubic spline explored the non-linear association between the plant protein ratio and CKD in high sedentary behavior.

Sensitivity analysis was conducted by modifying the outcome indicators. Weighted ordinal logistic regression was performed using CKD progression risk as the outcome. CKD progression was assessed based on eGFR and albuminuria categories, divided into low risk, moderately increased risk, high risk, and very high risk. The graphical method recommended by Harrell was used to assess the parallel slope assumption in constructing the ordinal logistic regression. All analyses were performed using R version 4.2.1, and statistical significance was determined using a two-sided p-value < 0.05.

RESULTS

BASELINE CHARACTERISTICS OF THE STUDY POPULATION

In total, 28,268 participants (male: female, 13,812: 14,456) were included in the study, with a mean age of 47.449 ± 0.253 years; 5003 (17.698 %) had CKD. Additionally, 13,448 participants (51.263 %) reported a sedentary time of ≥ 6 h/day (Table I).

Table I. Baseline characteristics of the study participants

Characteristic	Overall (*n* = 28,268)	Non-CKD (*n* = 23,265)	CKD (*n* = 5003)	*p*-value
Demographic characteristics				
Age, n (no. weighted %)				
20-35	7094 (27.727)	6696 (30.568)	398 (10.485)	*< 0.001†*
35-50	7147 (26.826)	6507 (28.875)	640 (14.390)	
50-65	7444 (27.104)	6213 (27.421)	1231 (25.183)	
≥ 65	6583 (18.343)	3849 (13.136)	2734 (49.942)	
Sex, n (no. weighted %)				
Female	14,456 (51.665)	11,856 (50.845)	2600 (56.644)	*< 0.001†*
Male	13,812 (48.335)	11,409 (49.155)	2403 (43.356)	
Ethnicity, n (no., weighted %)				
Mexican American	4374 (8.864)	3713 (9.095)	661 (7.461)	*< 0.001†*
Non-Hispanic Black	5796 (10.736)	4693 (10.522)	1103 (12.036)	
Non-Hispanic White	11,904 (66.585)	9531 (66.220)	2373 (68.800)	
Other	6194 (13.815)	5328 (14.162)	866 (11.703)	
Education, n (no., weighted %)				
High school	6438 (23.061)	5223 (22.704)	1215 (25.308)	< 0.001†
Less than high school	6753 (15.267)	5238 (14.244)	1515 (21.527)	
More than high school	15,055 (61.622)	12,788 (63.052)	2267 (53.166)	
PIR, n (no., weighted %)				
< 1	5456 (13.730)	4434 (14.508)	1022 (16.388)	< 0.001†
1-3	10,903 (33.092)	8709 (34.380)	2194 (43.066)	
≥ 3	9430 (46.111)	8089 (51.112)	1341 (40.546)	
BMI, n (no., weighted %)				
< 25	7883 (29.056)	6742 (30.137)	1141 (23.537)	< 0.001†
25-30	9288 (32.809)	7744 (33.438)	1544 (30.209)	
≥ 30	10,888 (37.602)	8654 (36.426)	2234 (46.254)	
Lifestyle characteristics				
Plant protein intake, g/d	37.987 ± 0.800	39.117 ± 0.822	31.129 ± 1.410	< 0.001†
Total protein intake, g/d	193.751 ± 1.455	197.538 ± 1.597	170.765 ± 2.356	< 0.001†
Plant protein ratio, %	18.352 ± 0.330	18.605 ± 0.339	16.814 ± 0.626	0.004*
Calorie intake, kcal/d	2160.485 ± 8.210	2200.160 ± 9.311	1919.711 ± 16.239	< 0.001†
Marital status, n (no., weighted %)				
Married/cohabiting	16,958 (62.822)	14,201 (63.529)	2757 (58.659)	< 0.001†
Never married	5115 (18.799)	4589 (20.078)	526 (11.077)	
Widowed/divorced/separated	6184 (18.350)	4467 (16.393)	1717 (30.264)	
Smoking status, n (no., weighted %)				
Former smoker	6834 (24.783)	5183 (23.441)	1651 (32.990)	< 0.001†
Non-smoker	15,750 (55.596)	13,225 (56.357)	2525 (51.112)	
Current smoker	5671 (19.586)	4848 (20.202)	823 (15.898)	
Alcohol use, n (no., weighted %)				
Former	4045 (11.713)	2931 (11.293)	1114 (20.975)	< 0.001†
Heavy	5321 (20.506)	4729 (23.533)	592 (13.340)	
Mild	8829 (34.183)	7327 (36.725)	1502 (37.808)	
Moderate	4078 (16.469)	3571 (18.538)	507 (12.964)	
Never	3616 (9.829)	2828 (9.910)	788 (14.912)	

(Continues on next page)

Table I (cont.). Baseline characteristics of the study participants

Characteristic	Overall (*n* = 28,268)	Non-CKD (*n* = 23,265)	CKD (*n* = 5003)	*p*-value
PA, n (no., weighted %)				
Active	17,437 (66.590)	15,116 (69.167)	2321 (50.948)	< 0.001†
Inactive	7332 (21.378)	5333 (19.193)	1999 (34.633)	
Somewhat active	3499 (12.032)	2816 (11.639)	683 (14.418)	
Sedentary behavior, n (no., weighted %)				
Low (< 6 h/day)	14,820 (48.737)	12,408 (49.448)	2412 (44.420)	< 0.001†
High (≥ 6 h/day)	13,448 (51.263)	10,857 (50.552)	2591 (55.580)	
Comorbidity				
Diabetes, n (no., weighted %)				
No	24,263 (89.486)	20,919 (92.351)	3344 (72.102)	< 0.001†
Yes	4005 (10.514)	2346 (7.649)	1659 (27.898)	
Hypertension, n (no., weighted %)				
No	19,382 (63.754)	17,641 (68.626)	1741 (34.330)	< 0.001†
Yes	13,211 (36.242)	9159 (31.374)	4052 (65.670)	
Stroke, n (no., weighted %)				
No	27,141 (96.941)	22,640 (97.908)	4501 (91.688)	< 0.001†
Yes	1098 (2.969)	606 (2.092)	492 (8.312)	
CVD, n (no., weighted %)				
No	25,202 (91.340)	21,544 (93.780)	3658 (76.551)	< 0.001†
Yes	3063 (8.656)	1720 (6.220)	1343 (23.449)	
Blood biochemistry indexes				
eGFR, mL/min/1.73 m^2	94.558 ± 0.329	98.065 ± 0.306	73.276 ± 0.582	< 0.001†
Scr (μmol/L)	77.795 ± 0.275	74.491 ± 0.215	97.842 ± 1.196	< 0.001†

*CKD: chronic kidney disease; PIR: poverty income ratio; BMI: body mass index; PA: physical activity; CVD: cardiovascular disease; eGFR: estimated glomerular filtration rate; Scr: serum creatinine. Missing rates were 0.039 % for marital status, 0.078 % for education, 8.770 % for PIR, 0.739 % for BMI, 0.046 % for smoking status, 8.416 % for alcohol use, 0.004 % for hypertension, 0.103 % for stroke and 0.011 % for CVD. *p-value < 0.01; †p-value < 0.001.*

SEDENTARY BEHAVIOR AND CHRONIC KIDNEY DISEASE INCIDENCE

Three binary logistic regression models (weighted) were constructed. The fully adjusted model identified a positive relationship between sedentary behavior and CKD (OR = 1.130, 95 % CI = 1.009-1.265). Participants with high sedentary behavior were more prone to develop CKD, with a likelihood 1.13 times that of participants with low sedentary behavior (Table II).

Table II. Weighted binary logistic regression for the association between sedentary behavior and CKD risk

Sedentary behavior	Crude model OR (95 % CI)	*p*-value	Model 1 OR (95 % CI)	*p*-value	Model 2 OR (95 % CI)	*p*-value	Model 3 OR (95 % CI)	*p*-value
Low	1.000 (ref)	-	1.000 (ref)	-	1.000 (ref)	-	1.000 (ref)	-
High	1.256 (1.137, 1.386)	< 0.001‡	1.298 (1.165, 1.447)	< 0.001‡	1.173 (1.051, 1.310)	0.005†	1.130 (1.009, 1.265)	0.035*

*Crude Model: adjusted for no potential confounders; Model 1 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR and marital status; Model 2 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status and alcohol use. Model 3 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status, alcohol use, diabetes, hypertension, stroke and CVD. CKD: chronic kidney disease; PIR: poverty income ratio; BMI: body mass index; PA: physical activity; CVD: cardiovascular disease. *p-value < 0.05. †p-value < 0.01. ‡p-value < 0.001.*

SEDENTARY BEHAVIOR, PLANT PROTEIN INTAKE, AND CHRONIC KIDNEY DISEASE INCIDENCE

In participants with high sedentary behavior, increased plant protein ratio was associated with a reduced risk of CKD. In a continuous model, each 10 % increase in plant protein ratio reduced the risk of CKD by 35.4 % (OR, 0.646; 95 % CI, 0.465-0.899) after adjusting for all considered covariates (Table III). Binary logistic regression analysis was conducted on the quartile of the plant protein ratio. Compared with the lowest quartile, the OR (95 % CIs) for the highest quartiles was 0.740 (95 % CI, 0.614-0.893; Table III). The inverse trend of the plant protein ratio with CKD risk was statistically significant in the fully adjusted model for all covariates (p-trend < 0.05).

The restricted cubic spline model indicated a non-linear association between plant protein ratio and CKD risk (Fig. 2). The optimal intake ranges for plant protein ratios were 0.000-59.296 %, which could reduce the risk of CKD.

SENSITIVITY ANALYSIS

In sensitivity analysis, the robustness of the results was confirmed when CKD prognosis was used in place of CKD risk (Table IV).

Table III. Weighted binary logistic regression for the association between plant protein and CKD risk in high sedentary behavior participants

	Categorical models				Continuous models		
	Plant protein ratio						
	Q1 OR (95 % CI)	Q2 OR (95 % CI)	Q3 OR (95 % CI)	Q4 OR (95 % CI)	*p-trend*	OR (95 % CI)	*p-value*
Crude model	1.000 (Ref)	0.787 (0.534, 1.158)	0.799 (0.682, 0.934)	0.734 (0.620, 0.868)	< 0.001‡	0.618 (0.463, 0.823)	0.001†
Model 1	1.000 (Ref)	0.811 (0.516, 1.273)	0.848 (0.721, 0.997)	0.684 (0.568, 0.824)	< 0.001‡	0.562 (0.405, 0.780)	< 0.001‡
Model 2	1.000 (Ref)	0.826 (0.520, 1.314)	0.885 (0.754, 1.039)	0.728 (0.602, 0.881)	0.002†	0.616 (0.442, 0.857)	0.005†
Model 3	1.000 (Ref)	0.847 (0.528, 1.357)	0.885 (0.750, 1.045)	0.740 (0.614, 0.893)	0.002†	0.646 (0.465, 0.899)	0.010*

*Associations are given in the form of odds ratio (95 % confidence iinterval). Q1 (0.000, 0.000), Q2 (0.000, 1.379 %), Q3 (1.379 %, 28.634 %), Q4 (28.634 %, 100.000 %). *p-value < 0.05; †p-value < 0.01; ‡p-value < 0.001. Crude Model: adjusted for no potential confounders. Model 1 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR and marital status. Model 2 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status and alcohol use. Model 3: was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status, alcohol use, diabetes, hypertension, stroke and CVD. CKD: chronic kidney disease; PIR: poverty income ratio; BMI: body mass index; PA: physical activity; CVD: cardiovascular disease.*

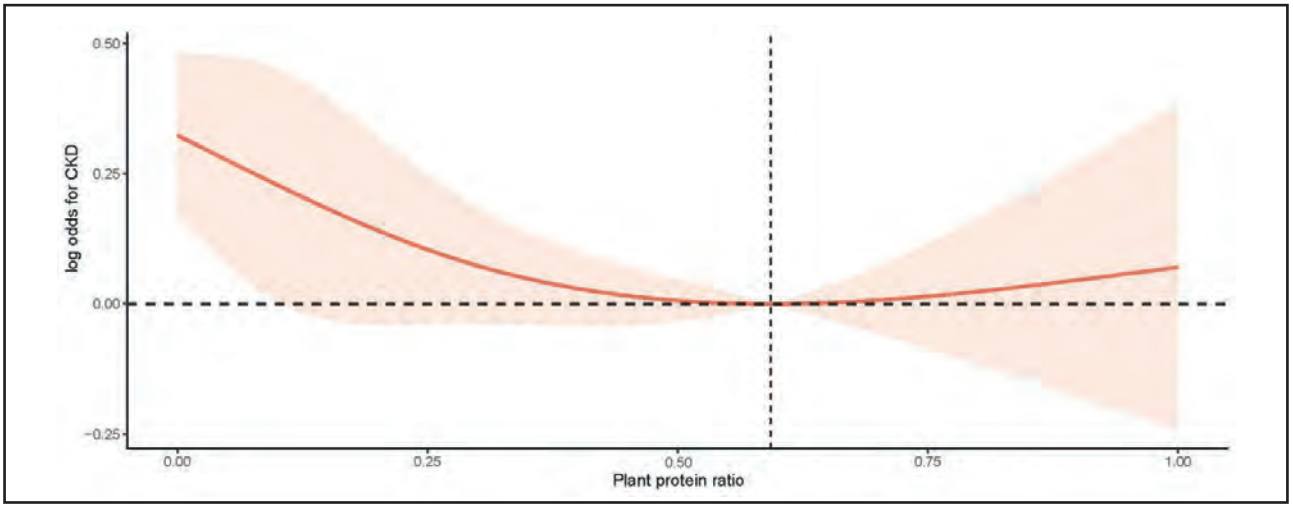


Figure 2. Restricted cubic spline of the association between dietary plant protein and CKD risk in sedentary participants.

Table IV. Weighted ordinal logistic regression for the association between plant protein ratio and CKD prognosis in high sedentary behavior participants

	OR (95 % CI)	*p*-value
Crude Model	0.615 (0.465, 0.813)	< 0.001†
Model 1	0.546 (0.400, 0.745)	< 0.001†
Model2	0.594 (0.435, 0.810)	0.001*
Model 3	0.624 (0.458 ,0.850)	0.003*

*Crude model: adjusted for no potential confounders; Model 1 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR and marital status; Model 2 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status and alcohol use; Model 3 was adjusted for age, ethnicity, sex, education, PIR, marital status, BMI, PA, smoking status, alcohol use, diabetes, hypertension, stroke and CVD. CKD: chronic kidney disease; PIR: poverty income ratio; BMI: body mass index; PA: physical activity; CVD: cardiovascular disease. *p-value < 0.01. †p-value < 0.001.*

DISCUSSION

To our knowledge, this is the first study to examine how sedentary behavior and plant protein intake affect CKD risk in a nationally representative adult population (> 20 years old). A relationship was identified between sedentary behavior and CKD risk, as well as between plant protein intake and CKD risk in participants with high sedentary behavior.

The global rise of chronic non-communicable diseases and the aging population has made CKD the twelfth leading cause of mortality worldwide (23). Given that CKD is a progressive and irreversible disease, an urgent need exists to identify at-risk individuals early and implement interventions. A sedentary lifestyle, recognized as a risk factor for various diseases (24), is associated with increased CKD risk (9). This aligns with the current study results. CKD is defined by decreased renal function (eGFR < 60 mL/min/1.73 m^2) and kidney damage (albuminuria ≥ 30 mg/24 h. Sedentary behavior may cause extensive endothelial dysfunction and capillary rarefaction (25). It is also associated with adverse health outcomes, including higher blood pressure, larger waist circumference, higher BMI, higher levels of triglyceride and glucose levels, and metabolic syndrome, which individually or collectively strain the kidneys and increase CKD risk.

The daily diet of patients with CKD has been extensively researched to identify patterns conducive to optimal kidney health. High salt intake exacerbates a decrease in kidney function by negatively affecting blood pressure and blood vessels (26). However, due to prolonged observation periods and strict dietary interventions during trials, no randomized controlled studies have specifically sought to prevent CKD among healthy individuals.

Consumption of red and processed meat is associated with an increased risk of developing CKD among Iranian and US participants (27,28). Conversely, legume and nut consumption is linked to a lower risk of CKD development (27). In individuals with normal renal function, diets rich in plant-based sources are associated with decreased production of uremic toxins, such as *p*-cresyl sulfate and indoxyl sulfate (29). Uremic toxins are linked to the progression of kidney disease, inflammation, and CVD (30). Furthermore, dietary patterns that tend to be plant-based, such as the Mediterranean diet and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH), have garnered widespread attention. Adherence to these diets is associated with a lower risk of developing CKD and can decelerate its progression (31-34). This emphasizes the benefits of plant-derived protein over animal-derived protein for kidney health. Moreover, a recent longitudinal study of participants with no history of CKD reported that greater dietary plant protein intake is inversely related to incident CKD (35). However, no study has examined the protective effect of plant protein on kidney health in sedentary individuals.

In the current study, a high plant protein ratio was associated with a lower risk of CKD in individuals with high sedentary behavior (≥ 6 h/d). Furthermore, the restricted cubic spline model was used to explore the optimal range of plant protein intake, revealing that, in sedentary individuals, a dietary plant protein ratio between 0.000 and 59.296 % was associated with a reduced risk of incident CKD. Various mechanisms have been proposed to explain the benefits of plant protein intake on kidney health. Hypertension, type 2 diabetes *mellitus*, and obesity all contribute to kidney disease. Meanwhile, compared to animal proteins, plant-based food intake is linked to lower blood pressure, weight loss, and a lower risk of type 2 diabetes *mellitus* (36,37). A study of ten healthy individuals who consumed an equivalent amount of animal or plant protein for 3 weeks showed that plant protein intake decreased renal plasma flow, fractional clearance of albumin, and IgG while increasing renal vascular resistance (38). The variation in amino acid consumption from plant versus animal proteins could explain their differing effects on kidney health (39,40).

This study has certain limitations. First, NHANES is a cross-sectional survey, preventing causal relationships from being determined. Second, the dietary data were based on self-reported first 24-h dietary recall, which may not reflect normal or long-term dietary behavior and may be influenced by memory bias. Finally, although the models adjusted for numerous potential confounding factors, residual confounding factors cannot be fully excluded.

CONCLUSION

This study suggests that high sedentary behavior increases the risk of CKD; however, a higher dietary plant protein ratio lowers this risk. These results provide dietary guidance for preventing CKD in sedentary individuals.

REFERENCES

1. Chen TK, Knicely DH, Grams ME. Chronic Kidney Disease Diagnosis and Management: A Review. JAMA 2019;322(13):1294-304. DOI: 10.1001/jama.2019.14745
2. GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2020;395(10225):709-33. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30045-3
3. Cockwell P, Fisher LA. The global burden of chronic kidney disease. Lancet 2020;395(10225):662-4. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32977-0
4. Ruiz-Ortega M, Rayego-Mateos S, Lamas S, Ortiz A, Rodrigues-Diez RR. Targeting the progression of chronic kidney disease. Nat Rev Nephrol 2020;16(5):269-88. DOI: 10.1038/s41581-019-0248-y
5. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. Int J Behav Nutr Phys Act 2017;14(1):75. DOI: 10.1186/s12966-017-0525-8
6. Borodulin K, Kärki A, Laatikainen T, Peltonen M, Luoto R. Daily Sedentary Time and Risk of Cardiovascular Disease: The National FINRISK 2002 Study. J Phys Act Health 2015;12(7):904-8. DOI: 10.1123/jpah.2013-0364
7. Wu J, Zhang H, Yang L, Shao J, Chen D, Cui N, et al. Sedentary time and the risk of metabolic syndrome: A systematic review and dose-response meta-analysis. Obes Rev 2022;23(12):e13510. DOI: 10.1111/obr.13510
8. Tholl C, Bickmann P, Wechsler K, Froböse I, Grieben C. Musculoskeletal disorders in video gamers - a systematic review. BMC Musculoskelet Disord 2022;23(1):678. DOI: 10.1186/s12891-022-05614-0
9. Volaklis K, Mamadjanov T, Meisinger C. Sedentary behavior and kidney function in adults: a narrative review. Wien Klin Wochenschr 2021;133(3-4):144-52. DOI: 10.1007/s00508-020-01673-2
10. Hawkins M, Newman AB, Madero M, Patel KV, Shlipak MG, Cooper J, et al. TV Watching, but Not Physical Activity, Is Associated With Change in Kidney Function in Older Adults. J Phys Act Health 2015;12(4):561-8. DOI: 10.1123/jpah.2013-0289
11. Kosaki K, Tanahashi K, Matsui M, Akazawa N, Osuka Y, Tanaka K, et al. Sedentary behaviour, physical activity, and renal function in older adults: isotemporal substitution modelling. BMC Nephrol 2020;21(1):211. DOI: 10.1186/s12882-020-01869-8
12. Lynch BM, White SL, Owen N, Healy GN, Chadban SJ, Atkins RC, et al. Television viewing time and risk of chronic kidney disease in adults: the AusDiab Study. Ann Behav Med 2010;40(3):265-74. DOI: 10.1007/s12160-010-9209-1
13. Satija A, Hu FB. Plant-based diets and cardiovascular health. Trends Cardiovasc Med 2018;28(7):437-41. DOI: 10.1016/j.tcm.2018.02.004
14. Thomas MS, Calle M, Fernandez ML. Healthy plant-based diets improve dyslipidemias, insulin resistance, and inflammation in metabolic syndrome. A narrative review. Adv Nutr 2023;14(1):44-54. DOI: 10.1016/j.advnut.2022.10.002
15. Hardt L, Mahamat-Saleh Y, Aune D, Schlesinger S. Plant-Based Diets and Cancer Prognosis: a Review of Recent Research. Curr Nutr Rep 2022;11(4):695-716. DOI: 10.1007/s13668-022-00440-1
16. Adair KE, Bowden RG. Ameliorating Chronic Kidney Disease Using a Whole Food Plant-Based Diet. Nutrients 2020;12(4):1007. DOI: 10.3390/nu12041007
17. Chen X, Wei G, Jalili T, Metos J, Giri A, Cho ME, et al. The Associations of Plant Protein Intake With All-Cause Mortality in CKD. Am J Kidney Dis 2016;67(3):423-30. DOI: 10.1053/j.ajkd.2015.10.018
18. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. Ann Intern Med 2009;150(9):604-12. DOI: 10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006
19. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Glomerular Diseases Work Group. KDIGO 2021 Clinical Practice Guideline for the Management of Glomerular Diseases. Kidney Int 2021;100(4S):S1-S276. DOI: 10.1016/j.kint.2021.05.021
20. Cao Z, Xu C, Zhang P, Wang Y. Associations of sedentary time and physical activity with adverse health conditions: Outcome-wide analyses using isotemporal substitution model. EClinicalMedicine 2022;48:101424. DOI: 10.1016/j.eclinm.2022.101424
21. Gui J, Ding R, Huang D, Wang L, Han Z, Yang X, et al. Associations between urinary heavy metals and anxiety among adults in the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2007-2012. Chemosphere 2023;341:140085. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.140085
22. Kanagasabai T, Thakkar NA, Kuk JL, Churilla JR, Ardern CI. Differences in physical activity domains, guideline adherence, and weight history between metabolically healthy and metabolically abnormal obese adults: a cross-sectional study. Int J Behav Nutr Phys Act 2015;12:64. DOI: 10.1186/s12966-015-0227-z
23. Lo R, Narasaki Y, Lei S, Rhee CM. Management of traditional risk factors for the development and progression of chronic kidney disease. Clin Kidney J 2023;16(11):1737-50. DOI: 10.1093/ckj/sfad101
24. Wu J, Fu Y, Chen D, Zhang H, Xue E, Shao J, et al. Sedentary behavior patterns and the risk of non-communicable diseases and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis. Int J Nurs Stud 2023;146:104563. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2023.104563
25. Coresh J, Selvin E, Stevens LA, Manzi J, Kusek JW, Eggers P, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the United States. JAMA 2007;298(17):2038-47. DOI: 10.1001/jama.298.17.2038
26. Sugiura T, Takase H, Ohte N, Dohi Y. Dietary Salt Intake is a Significant Determinant of Impaired Kidney Function in the General Population. Kidney Blood Press Res 2018;43(4):1245-54. DOI: 10.1159/000492406
27. Haring B, Selvin E, Liang M, Coresh J, Grams ME, Petruski-Ivleva N, et al. Dietary Protein Sources and Risk for Incident Chronic Kidney Disease: Results From the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. J Ren Nutr 2017;27(4):233-42. DOI: 10.1053/j.jrn.2016.11.004
28. Mirmiran P, Yuzbashian E, Aghayan M, Mahdavi M, Asghari G, Azizi F. A Prospective Study of Dietary Meat Intake and Risk of Incident Chronic Kidney Disease. J Ren Nutr 2020;30(2):111-8. DOI: 10.1053/j.jrn.2019.06.008
29. Patel KP, Luo FJ, Plummer NS, Hostetter TH, Meyer TW. The production of p-cresol sulfate and indoxyl sulfate in vegetarians versus omnivores. Clin J Am Soc Nephrol 2012;7(6):982-8. DOI: 10.2215/CJN.12491211
30. Joshi S, McMacken M, Kalantar-Zadeh K. Plant-Based Diets for Kidney Disease: A Guide for Clinicians. Am J Kidney Dis 2021;77(2):287-96. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.10.003
31. Asghari G, Yuzbashian E, Mirmiran P, Azizi F. The association between Dietary Approaches to Stop Hypertension and incidence of chronic kidney disease in adults: the Tehran Lipid and Glucose Study. Nephrol Dial Transplant 2017;32(suppl_2):ii224-30. DOI: 10.1093/ndt/gfw273
32. Banerjee T, Crews DC, Tuot DS, Pavkov ME, Burrows NR, Stack AG, et al. Poor accordance to a DASH dietary pattern is associated with higher risk of ESRD among adults with moderate chronic kidney disease and hypertension. Kidney Int 2019;95(6):1433-42. DOI: 10.1016/j.kint.2018.12.027
33. Lee HS, Lee KB, Hyun YY, Chang Y, Ryu S, Choi Y. DASH dietary pattern and chronic kidney disease in elderly Korean adults. Eur J Clin Nutr 2017;71(6):755-61. DOI: 10.1038/ejcn.2016.240
34. Khatri M, Moon YP, Scarmeas N, Gu Y, Gardener H, Cheung K, et al. The association between a Mediterranean-style diet and kidney function in the Northern Manhattan Study cohort. Clin J Am Soc Nephrol 2014;9(11):1868-75. DOI: 10.2215/CJN.01080114
35. Heo GY, Koh HB, Kim HJ, Kim KW, Jung CY, Kim HW, et al. Association of Plant Protein Intake With Risk of Incident CKD: A UK Biobank Study. Am J Kidney Dis 2023;82(6):687-97.e1. DOI: 10.1053/j.ajkd.2023.05.007
36. Joshi S, Ettinger L, Liebman SE. Plant-Based Diets and Hypertension. Am J Lifestyle Med 2019;14(4):397-405. DOI: 10.1177/1559827619875411
37. Li J, Glenn AJ, Yang Q, Ding D, Zheng L, Bao W, et al. Dietary Protein Sources, Mediating Biomarkers, and Incidence of Type 2 Diabetes: Findings From the Women's Health Initiative and the UK Biobank. Diabetes Care 2022;45(8):1742-53. DOI: 10.2337/dc22-0368
38. Kontessis P, Jones S, Dodds R, Trevisan R, Nosadini R, Fioretto P, et al. Renal, metabolic and hormonal responses to ingestion of animal and vegetable proteins. Kidney Int 1990;38(1):136-44. DOI: 10.1038/ki.1990.178
39. Elliott P, Stamler J, Dyer AR, Appel L, Dennis B, Kesteloot H, et al. Association between protein intake and blood pressure: the INTERMAP Study. Arch Intern Med 2006;166(1):79-87. DOI: 10.1001/archinte.166.1.79
40. Kontessis PA, Bossinakou I, Sarika L, Iliopoulou E, Papantoniou A, Trevisan R, et al. Renal, metabolic, and hormonal responses to proteins of different origin in normotensive, nonproteinuric type I diabetic patients. Diabetes Care 1995;18(9):1233. DOI: 10.2337/diacare.18.9.1233

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Otros

Asociación entre variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés con edad vascular y SCORE2

Association between sociodemographic variables, healthy habits and stress with vascular age and SCORE2

Ángel Arturo López-González[1,2,3], Emilio Martínez-Almoyna Rifá[1,2], Hernán Paublini Oliveira[1,2], Cristina Martorell Sánchez[1,2], Pedro Juan Tárraga López[4], José Ignacio Ramírez-Manent[1,3,5]

[1]Grupo ADEMA - Institut Universitari d'Investigació en Ciències de la Salut (iUNICS) de Baleares. Palma. [2]Facultad de Odontología. Escuela Universitaria - Universidad de las Islas Baleares – ADEMA-UIB. [3]Servicio de Salud de las Islas Baleares. [4]Facultad de Medicina. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete. [5]Facultad de Medicina. Universidad de las Islas Baleares. Palma

Resumen

Introducción: las enfermedades cardiovasculares son un problema de salud pública en todo el mundo debido a su elevada morbimortalidad y prevalencia. Para establecer el riesgo cardiovascular (RCV) se han empleado multitud de escalas basadas en diferentes factores de riesgo. El objetivo de este estudio es valorar como se asocian diferentes variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés con los valores de dos escalas de RCV.

Material y métodos: estudio descriptivo y transversal en 22 976 trabajadores españoles en los que se valora la asociación que existe entre variables sociodemográficas (edad, género, estatus socioeconómico), hábitos saludables (tabaco, alcohol, dieta mediterránea y actividad física) y estrés con dos escalas que valoran el RCV como son la edad vascular (EV) y la evaluación sistemática del riesgo coronario-2 (SCORE2).

Resultados: la totalidad de escalas analizadas muestran asociación con los valores elevados de EV y SCORE2, de ellas las que muestran mayor asociación (*odss ratio* más altos) son la edad, el tipo de trabajo y el consumo de tabaco.

Conclusiones: el perfil de persona con más riesgo de asociarse con EV y SCORE2 altos sería un varón, a partir de los 50 años, perteneciente a los estratos socioeconómicos más bajos (trabajador manual), fumador, consumidor habitual de alcohol, sedentario, con baja adherencia a la dieta mediterránea y con altos niveles de estrés.

Palabras clave:

Riesgo cardiovascular. Edad vascular. Variables sociodemográficas. Consumo de alcohol. Dieta mediterránea. Estrés.

Abstract

Introduction: cardiovascular diseases are a global public health concern due to their high morbidity, mortality, and prevalence. Numerous scales based on different risk factors have been used to assess cardiovascular risk (CVR). The aim of this study is to evaluate how various sociodemographic variables, healthy habits, and stress are associated with the values of two CVR scales.

Materials and methods: a descriptive cross-sectional study was conducted with 22,976 Spanish workers, analyzing the association between sociodemographic variables (age, gender, socioeconomic status), healthy habits (smoking, alcohol consumption, adherence to the Mediterranean diet, and physical activity), and stress with two CVR scales: vascular age (VA) and the Systematic Coronary Risk Evaluation-2 (SCORE2).

Results: all the scales analyzed show an association with elevated VA and SCORE2 values. The variables with the strongest associations (highest odds ratios) are age, type of occupation, and smoking.

Conclusions: the profile of individuals most at risk of having high VA and SCORE2 values is a male over 50 years old, belonging to lower socioeconomic strata (manual laborer), a smoker, a regular alcohol consumer, sedentary, with low adherence to the Mediterranean diet, and high stress levels.

Keywords:

Cardiovascular risk. Vascular age. Sociodemographic variables. Alcohol consumption. Mediterranean diet. Stress.

Recibido: 19/11/2024 • Aceptado: 10/02/2025

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

López-González ÁA, Martínez-Almoyna Rifá E, Paublini Oliveira H, Martorell Sánchez C, Tárraga López PJ, Ramírez-Manent JI. Asociación entre variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés con edad vascular y SCORE2. Nutr Hosp 2025;42(4):780-789

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05629

Correspondencia:

Pedro Juan Tárraga López. Facultad de Medicina. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete
e-mail: pjtarraga@sescam.jccm.es

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INTRODUCCIÓN

El riesgo cardiovascular (RCV) constituye una de las principales preocupaciones en la medicina moderna debido a su impacto significativo en la salud global, la calidad de vida y los sistemas sanitarios. Este concepto abarca la probabilidad de que un individuo desarrolle enfermedades cardiovasculares (ECV), tales como infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardíaca, accidente cerebrovascular y enfermedad arterial periférica, a lo largo de su vida o en un periodo determinado. Las ECV son la principal causa de mortalidad a nivel mundial (1). La identificación, evaluación y manejo adecuado del RCV representan un reto multidimensional que exige un enfoque integral e interdisciplinario.

El RCV puede definirse como la probabilidad de presentar un evento cardiovascular mayor, basado en la interacción de factores modificables y no modificables (2). Entre los factores no modificables destacan la edad, el sexo y la carga genética. Por otro lado, los factores de riesgo modificables incluyen hipertensión arterial, dislipidemia, obesidad, tabaquismo, inactividad física, diabetes *mellitus* y dietas no saludables. Estos factores no actúan de forma aislada, sino que tienden a coexistir y potenciarse mutuamente, en un fenómeno conocido como sinergismo cardiovascular. Por ejemplo, la combinación de hipertensión arterial y dislipidemia incrementa exponencialmente la probabilidad de desarrollar enfermedad aterosclerótica (3).

La evaluación del RCV no solo se centra en el diagnóstico de factores individuales, sino en el cálculo del riesgo absoluto y relativo del paciente. En este sentido, las escalas y herramientas predictivas han ganado protagonismo como una forma de estratificar a los individuos en categorías de bajo, moderado, alto o muy alto riesgo, permitiendo intervenciones personalizadas y estrategias preventivas (4).

La epidemiología del RCV refleja un panorama preocupante que afecta a países de todos los niveles de desarrollo. En los países de ingresos altos, aunque se ha observado una disminución relativa de las tasas de mortalidad por ECV debido a avances en el tratamiento y estrategias de prevención, estas enfermedades siguen siendo una causa principal de morbilidad y mortalidad. Por el contrario, en los países de ingresos bajos y medianos, las tasas de mortalidad por ECV están aumentando debido a la transición epidemiológica, caracterizada por el abandono de estilos de vida tradicionales, el aumento del consumo de dietas ricas en grasas saturadas y azúcares refinados, y el incremento del tabaquismo y la obesidad (5).

En América Latina, por ejemplo, las ECV representan cerca del 30 % de las muertes totales (6). En Europa, donde las estrategias preventivas están más desarrolladas, las ECV aún causan el 45 % de todas las muertes, según datos del European Heart Network (7). Asia y África (8) enfrentan un aumento alarmante de los factores de riesgo cardiovascular, especialmente hipertensión y diabetes, vinculados a la urbanización y el envejecimiento poblacional. Estas tendencias subrayan la necesidad de enfoques regionales y globales para abordar el problema.

El impacto clínico del RCV trasciende las estadísticas, afectando directamente la calidad de vida y el pronóstico de los pacientes. Las ECV suelen ser eventos catastróficos que conllevan altos niveles de discapacidad y dependencia. Por ejemplo, el accidente cerebrovascular es una de las principales causas de incapacidad a largo plazo, con consecuencias devastadoras tanto para los pacientes como para sus cuidadores. Asimismo, el infarto de miocardio puede conducir a insuficiencia cardíaca, una condición que compromete severamente la funcionalidad y la esperanza de vida (9).

Además del impacto en la salud individual, el RCV tiene implicaciones económicas sustanciales. Los costos directos e indirectos asociados con el tratamiento de las ECV, la pérdida de productividad y la carga sobre los sistemas de salud son inmensos. En Estados Unidos, se estima que el costo anual asociado a las ECV supera los 350 mil millones de dólares, incluyendo gastos médicos y pérdidas económicas. En países en vías de desarrollo, estos costos representan una barrera adicional, limitando el acceso a tratamientos oportunos y efectivos (10).

El reconocimiento temprano del riesgo y su manejo adecuado no solo pueden prevenir eventos cardiovasculares mayores, sino también aliviar esta carga económica. Aquí radica la importancia de integrar el cálculo del riesgo cardiovascular en la práctica clínica diaria, como una estrategia fundamental para la salud pública.

La evaluación del RCV ha evolucionado significativamente, desde enfoques subjetivos basados en la observación clínica hasta herramientas predictivas validadas mediante estudios epidemiológicos. Estas escalas permiten estimar el riesgo absoluto de eventos cardiovasculares a partir de múltiples factores de riesgo y son esenciales para guiar decisiones clínicas, como la iniciación de terapias farmacológicas y la implementación de medidas de prevención.

1. Framingham Risk Score (FRS) (11). Desarrollada a partir del estudio Framingham, esta escala es una de las más utilizadas a nivel mundial. Considera factores como edad, sexo, niveles de colesterol, presión arterial, tabaquismo y diabetes para estimar el riesgo a 10 años de eventos coronarios. Aunque ha demostrado ser una herramienta útil, su precisión puede disminuir en poblaciones no estadounidenses debido a diferencias genéticas, ambientales y culturales.

2. SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) (12). El modelo SCORE, promovido por la Sociedad Europea de Cardiología, estima el riesgo de mortalidad cardiovascular a 10 años. Este sistema utiliza factores similares al FRS, pero incluye adaptaciones regionales, lo que lo hace más aplicable en Europa. SCORE distingue entre países de alto y bajo riesgo, reflejando las diferencias en incidencia y mortalidad cardiovascular entre regiones. En los últimos años se elaborado la escala SCORE2 que utiliza datos poblacionales más actuales (13).

Aunque las escalas diagnósticas son esenciales, presentan ciertas limitaciones (14). La mayoría están diseñadas para predecir eventos a corto y mediano plazo, lo que puede no reflejar adecuadamente el riesgo a lo largo de la vida. Además, la falta de representatividad de algunas poblaciones en los estudios originales de desarrollo puede comprometer su aplicabilidad global. Asimismo, el impacto de factores emergentes, como la contaminación ambiental, el estrés psicosocial y las desigualdades socioeconómicas, no siempre se incluye en estas herramientas.

El futuro de la evaluación del riesgo cardiovascular podría incluir la incorporación de biomarcadores avanzados, como la proteína C reactiva de alta sensibilidad (15) y las imágenes de aterosclerosis subclínica. Además, la inteligencia artificial y los modelos predictivos basados en *big data* prometen revolucionar el campo, proporcionando estimaciones más precisas y personalizadas (16).

El objetivo de este estudio es conocer cómo se asocian variables sociodemográficas (edad, género, tipo de trabajo), hábitos saludables (tabaco, alcohol, ejercicio físico y dieta mediterránea) y estrés con los valores de dos escalas que determinan el RCV como son la edad vascular y SCORE2.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se basó en una investigación observacional de corte transversal y descriptivo, que abarcó a 22 976 empleados de distintos sectores laborales en varias regiones de España. La muestra incluyó a 12 064 hombres y 10 912 mujeres. Los participantes fueron seleccionados de aquellos que se sometieron a los exámenes médicos anuales obligatorios proporcionados por sus empresas, en el marco del estudio. La recolección de información se realizó entre enero de 2019 y junio de 2020.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Edad entre 30 y 69 años.
- Empleo con contrato en una de las empresas participantes.
- Consentimiento para formar parte del estudio.
- Permiso para el uso de los datos con fines epidemiológicos.

La figura 1 muestra el flujo de trabajadores tras aplicar los criterios de inclusión.

El personal de salud ocupacional de las empresas involucradas en este estudio fue encargado de recopilar los datos siguiendo estos procedimientos:

- *Historia clínica:* se obtuvo información detallada, incluyendo datos sociodemográficos (como edad, sexo y tipo de empleo) y aspectos de salud relacionados con el consumo de tabaco, actividad física, adherencia a la dieta mediterránea y niveles de estrés.

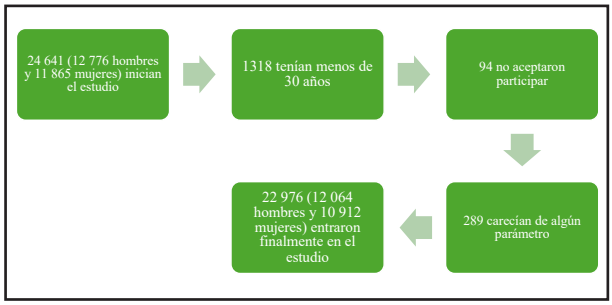


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes en el estudio.

- *Mediciones físicas y clínicas:* se registraron parámetros como altura, peso, circunferencias de cintura y cadera, además de la presión arterial (sistólica y diastólica).
- *Análisis de laboratorio:* se realizaron pruebas para determinar el perfil lipídico y los niveles de glucosa en sangre.

Para evitar sesgos, las mediciones se realizaron con procedimientos estandarizados. La altura y el peso se midieron en ropa interior utilizando una báscula SECA 700 y un tallímetro SECA 220, siguiendo las normas internacionales ISAK. Los resultados se expresaron en centímetros y kilogramos. Las circunferencias de cintura y cadera se midieron con una cinta SECA, posicionándola entre la última costilla y la cresta ilíaca en el caso de la cintura, y en la zona de mayor amplitud de los glúteos para la cadera, con el participante de pie y relajado.

La presión arterial se registró con un tensiómetro OMRON-M3, siguiendo un protocolo que incluía un descanso previo de 10 minutos en posición sentada, con el brazo al nivel del corazón y evitando el cruce de piernas, así como la ingesta de alimentos, tabaco, alcohol o té en la hora previa. Se realizaron 3 mediciones con intervalos de un minuto, promediando los resultados.

Las muestras de sangre se extrajeron mediante venopunción después de un ayuno de 12 horas y fueron procesadas y refrigeradas en un lapso de 48 a 72 horas. Los análisis se realizaron en laboratorios de referencia utilizando métodos estandarizados: triglicéridos, colesterol total y glucosa se midieron mediante métodos enzimáticos, mientras que el HDL se analizó por precipitación. Si los triglicéridos eran inferiores a 400 mg/dL, el LDL se calculó con la fórmula de Friedewald; en caso contrario, se midió directamente. Las concentraciones se expresaron en mg/dL.

ESCALAS DE RIESGO CARDIOVASCULAR

La edad vascular (EV) con el modelo de Framingham se calculó aplicando tablas (17) que utilizan diferentes variables: sexo, edad, HDL, colesterol total, presión arterial sistólica y diastólica, consumo de tabaco, diabetes y tratamiento antihipertensivo. Los años de vida perdidos evitables (ALLY, por sus siglas en inglés) se definieron como la diferencia entre la edad cronológica (EC) y la EV.

$$ALLY = EV - EC$$

Se consideró ALLY moderado entre 10 y 17 años y alto a partir de 18 años (18).

Las guías introducen un nuevo modelo para estimar el riesgo cardiovascular: el Systematic Coronary Risk Evaluation-2 (SCORE2) (19). Este sistema ha sido adaptado a cuatro regiones de Europa según las tasas de mortalidad cardiovascular, situando a España entre los países con bajo riesgo vascular. La herramienta permite calcular el riesgo de sufrir eventos cardiovasculares mayores, como infarto de miocardio, ictus o muerte de origen vascular, en los próximos 10 años para hombres y mujeres de entre 40 y 89 años.

- *Clasificación laboral:* se estableció siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Española de Epidemiología, basadas en la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. Los directivos y profesionales universitarios fueron clasificados

como trabajadores no manuales, mientras que el resto se consideró trabajadores manuales (20).
- *Consumo de tabaco:* se definió como fumador a quien consumiera al menos un cigarrillo diario (o su equivalente) en los últimos 30 días o hubiese dejado de fumar hace menos de un año.
- *Consumo de alcohol:* se evaluó en unidades de bebida estándar (UBE), siendo un riesgo significativo superar 35 UBE semanales en hombres y 20 en mujeres (21).
- *Adherencia a la dieta mediterránea:* evaluada con el cuestionario PREDIMED, considerándose alta adherencia con una puntuación de 9 o más (22).
- *Actividad física:* analizada con el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), que mide frecuencia, duración e intensidad de la actividad física en los últimos 7 días (23).
- *Nivel de estrés:* medido mediante la escala de estrés percibido de Cohen (PSS), una herramienta validada internacionalmente (24).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis descriptivo para variables categóricas y cuantitativas, comprobando la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las comparaciones se realizaron con la prueba t de Student para medias y la prueba de chi-cuadrado para proporciones. Las variables asociadas a las escalas de riesgo cardiovascular se analizaron mediante regresión logística multinomial, validando el modelo con la prueba de Hosmer-Lemeshow y descartando factores de confusión mediante análisis estratificados. El análisis se ejecutó en SPSS versión 29.0, con un nivel de significancia de 0.05.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio cumplió con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de las Islas Baleares (CEI-IB), identificado como IB 4383/20. Los participantes firmaron un consentimiento informado tras recibir información completa del estudio. Los datos fueron codificados y almacenados de manera que solo el coordinador del proyecto tuviera acceso a los identificadores, garantizando la confidencialidad. Se respetaron los derechos de los participantes conforme a la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos.

RESULTADOS

La tabla I muestra los datos antropométricos y clínicos de 22 976 trabajadores analizados, con un 52,50 % de hombres y un 47,50 % de mujeres. La edad promedio fue de 45 años, con un predominio del grupo etario de 40 a 69 años. Los hombres presentaron peores indicadores antropométricos, clínicos y analíticos en comparación con las mujeres. La mayoría de los participantes tenía empleos manuales y el 27 % eran fumadores. Más de la mitad realizaba actividad física y seguía una dieta mediterránea, aunque el consumo de alcohol y los niveles de estrés fueron mayores en los hombres. Todas las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas ($p < 0{,}001$).

Las tablas II y III muestran los valores medios y la prevalencia de valores altos de EV y SCORE según las distintas variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés. Tanto EV como SCORE2 van incrementando sus valores medios y prevalencia de valores altos con la edad, también se aprecian valores más elevados en trabajadores manuales, fumadores, consumidores habituales de alcohol, en personas que no realizan actividad física regularmente, en los que tienen baja adherencia a la dieta mediterránea o en los que presentan altos niveles de estrés. Los valores de EV y SCORE son superiores en los hombres. En todos los casos, las diferencias observadas muestran un alto nivel de significación estadística ($p < 0{,}001$).

La tabla IV presenta los resultados de la regresión logística multinomial, en ella se aprecia que todas las variables incluidas en el modelo se asocian con la presencia de valores altos de ALLY EV y SCORE2. De todas ellas las que muestran una mayor asociación, representada por los valores de *odss ratio,* son la edad, el tabaco y el tipo de trabajo.

Tabla I. Características de la muestra

	Hombres ***n* = 12064**	**Mujeres** ***n* = 10912**	
	Media (dt)	**Media (dt)**	***p***
Edad (años)	46,56 (7,84)	45,20 (7,53)	< 0,001
Altura (cm)	173,43 (6,74)	161,59 (6,12)	< 0,001
Peso (kg)	82,68 (13,47)	66,44 (12,72)	< 0,001
Perímetro cintura (cm)	96,42 (10,56)	89,41 (14,67)	< 0,001
Perímetro cadera (cm)	106,01 (10,26)	104,27 (12,02)	< 0,001

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Características de la muestra

	Hombres ***n*** **= 12064**	**Mujeres** ***n*** **= 10912**	
	Media (dt)	**Media (dt)**	***p***
Tensión arterial sistólica (mmHg)	134,97 (18,53)	122,70 (17,15)	< 0,001
Tensión arterial diastólica (mmHg)	81,66 (11,61)	75,86 (10,91)	< 0,001
Colesterol (mg/dL)	203,14 (38,79)	197,76 (35,00)	< 0,001
HDL-colesterol (mg/dL)	50,65 (11,31)	59,93 (12,73)	< 0,001
LDL-colesterol (mg/dL)	126,68 (44,95)	119,99 (31,01)	< 0,001
Triglicéridos (mg/dL)	131,74 (89,90)	89,61 (52,80)	< 0,001
Glucosa (mg/dL)	95,14 (22,01)	89,63 (16,54)	< 0,001
	%	**%**	***p***
30-39 años	20,59	23,06	< 0,001
40-49 años	40,82	48,75	
50-69 años	38,59	28,19	
Trabajadores no manuales	6,07	16,20	< 0,001
Trabajadores manuales	93,93	83,80	
No fumadores	71,52	73,50	< 0,001
Fumadores	28,48	26,50	
No actividad física	48,14	51,21	< 0,001
Sí actividad física	51,86	48,79	
No dieta mediterránea	48,98	52,03	< 0,001
Sí dieta mediterránea	51,02	47,97	
No consumo de alcohol	59,62	78,01	< 0,001
Sí consumo de alcohol	40,38	21,99	
No estrés	75,50	83,10	< 0,001
Sí estrés	24,50	16,90	

HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteinas de baja densidad.

Tabla II. Valores medios de ALLY edad vascular y SCORE2 según variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés por género

	ALLY EV			**SCORE2**		
Hombres	***n***	**Media (dt)**	***p***	***n***	**Media (dt)**	***p***
30-39 años	2484	4,57 (8,77)			No	
40-49 años	4924	9,81 (11,43)		4924	3,69 (1,37)	
50-69 años	4656	13,27 (11,32)		4656	6,39 (2,33)	
Trabajadores no manuales	732	3,01 (8,56)	< 0,001	476	4,58 (2,45)	< 0,001
Trabajadores manuales	11 332	10,52 (11,36)		9104	5,02 (2,43)	

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (cont.). Valores medios de ALLY edad vascular y SCORE2 según variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés por género

	ALLY EV			SCORE2		
Hombres	***n***	**Media (dt)**	***p***	***n***	**Media (dt)**	***p***
No fumadores	8628	6,33 (9,55)		6924	4,23 (1,85)	
Fumadores	3436	19,45 (10,02)		2656	7,02 (2,59)	
No actividad física	5808	13,01 (11,41)	< 0,001	4892	5,42 (2,54)	< 0,001
Sí actividad física	6256	7,33 (10,59)		4688	4,56 (2,23)	
No dieta mediterránea	5909	12,33 (10,92)	< 0,001	4990	5,11 (2,50)	< 0,001
Sí dieta mediterránea	6155	7,89 (10,11)		4590	4,69 (2,53)	
No consumo de alcohol	7192	9,08 (11,04)	< 0,001	5464	4,93 (2,37)	< 0,001
Sí consumo de alcohol	4872	10,74 (11,51)		4116	5,10 (2,50)	
No estrés	9108	9,75 (11,50)	< 0,001	7036	4,94 (2,46)	< 0,001
Sí estrés	2956	10,12 (10,88)		2544	5,38 (2,32)	
Mujeres	***n***	**Media (dt)**	***p***		**Media (dt)**	***p***
30-39 años	2516	-0,47 (10,34)			No	
40-49 años	5320	4,11 (14,98)		5320	1,82 (1,00)	
50-69 años	3076	10,75 (15,59)		3076	3,50 (1,38)	
Trabajadores no manuales	1768	-5,06 (8,29)	< 0,001	1080	1,88 (1,32)	< 0,001
Trabajadores manuales	9144	6,86 (15,01)		7316	2,51 (1,40)	
No fumadores	8020	1,52 (13,19)	< 0,001	6092	1,98 (1,11)	
Fumadores	2892	14,37 (14,95)		2304	3,62 (1,42)	
No actividad física	5588	8,82 (15,37)	< 0,001	4428	2,62 (1,47)	< 0,001
Sí actividad física	5324	0,85 (12,99)		3968	2,23 (1,30)	
No dieta mediterránea	5678	7,78 (14,11)	< 0,001	4509	2,57 (1,44)	< 0,001
Sí dieta mediterránea	5234	1,96 (13,01)		3887	2,31 (1,33)	
No consumo de alcohol	8512	4,59 (14,92)	< 0,001	6388	2,35 (1,38)	< 0,001
Sí consumo de alcohol	2400	6,12 (14,33)		2008	2,68 (1,48)	
No estrés	9068	3,66 (14,42)	< 0,001	6884	2,38 (1,39)	< 0,001
Sí estrés	1844	11,15 (15,09)		1512	2,68 (1,48)	

ALLY EV años de vida perdidos evitables de edad vascular: SCORE2: evaluación sistemática del riesgo coronario-2.

Tabla III. Prevalencia de valores altos de ALLY edad vascular y SCORE2 según variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés por género

	ALLY EV alto			SCORE2 alto		
Hombres	***n***	**%**	***p***	***n***	**%**	***p***
30-39 años	2484	8,53	< 0,001		No	
40-49 años	4924	23,72		4924	5,68	< 0,001
50-69 años	4656	38,14		4656	19,67	

(Continúa en página siguiente)

Tabla III (cont.). Prevalencia de valores altos de ALLY edad vascular y SCORE2 según variables sociodemográficas, hábitos saludables y estrés por género

	ALLY EV alto			SCORE2 alto		
Hombres	***n***	**%**	***p***	***n***	**%**	***p***
Trabajadores no manuales	732	7,10	< 0,001	476	21,34	< 0,001
Trabajadores manuales	11 332	27,39		9104	11,08	
No fumadores	8628	13,82		6924	5,21	
Fumadores	3436	57,16		2656	26,31	
No actividad física	5808	34,85	< 0,001	4892	19,67	< 0,001
Sí actividad física	6256	18,09		4688	8,75	
No dieta mediterránea	5909	32,95	< 0,001	4990	20,33	< 0,001
Sí dieta mediterránea	6155	19,87		4590	7,95	
No consumo de alcohol	7192	23,56	< 0,001	5464	9,01	< 0,001
Sí consumo de alcohol	4872	27,92		4116	14,87	
No estrés	9108	25,80	< 0,001	7036	8,36	< 0,001
Sí estrés	2956	26,25		2544	15,42	
Mujeres	***n***	**%**	***p***	***n***	**%**	***p***
30-39 años	2516	7,00	< 0,001		No	
40-49 años	5320	18,79		5320	1,81	< 0,001
50-69 años	3076	34,98		3076	7,97	
Trabajadores no manuales	1768	2,71	< 0,001	1080	3,64	< 0,001
Trabajadores manuales	9144	24,06		7316	6,84	
No fumadores	8020	13,97		6092	3,10	
Fumadores	2892	39,00		2304	18,24	
No actividad física	5588	28,20	< 0,001	4428	8,56	< 0,001
Sí actividad física	5324	12,62		3968	3,11	
No dieta mediterránea	5678	27,15	< 0,001	4509	7,98	< 0,001
Sí dieta mediterránea	5234	14,16		3887	4,22	
No consumo de alcohol	8512	20,10	< 0,001	6388	6,56	< 0,001
Sí consumo de alcohol	2400	20,63		2008	9,56	
No estrés	9068	18,09	< 0,001	6884	6,69	< 0,001
Sí estrés	1844	27,05		1512	11,87	

ALLY EV: años de vida perdidos evitables de edad vascular; SCORE2: evaluación sistemática del riesgo coronario-2.

Tabla IV. Regresión logística multinomial

	ALLY EV alto		SCORE2 alto	
	OR (IC 95 %)	***p***	**OR (IC 95 %)**	***p***
Mujer	1		1	
Hombre	1,28 (1,19-1,37)	< 0,001	1,49 (1,38-1,60)	< 0,001
30-39 años	1			< 0,001

(Continúa en página siguiente)

Tabla IV (cont.). Regresión logística multinomial

	ALLY EV alto		SCORE2 alto	
	OR (IC 95 %)	***p***	**OR (IC 95 %)**	***p***
40-49 años	2,82 (2,61-3,04)	< 0,001	1	< 0,001
50-69 años	9,64 (8,50-10,78)	< 0,001	3,04 (2,53-3,55)	< 0,001
Trabajadores no manuales	1		1	
Trabajadores manuales	4,83 (3,89-5,78)	< 0,001	2,35 (2,01-2,70)	< 0,001
No fumadores	1		1	
Fumadores	7,15 (6,64-7,67)	< 0,001	7,56 (6,06-9,07)	< 0,001
Sí actividad física	1		1	
No actividad física	1,92 (1,78-2,07)	< 0,001	1,89 (1,68-2,10)	< 0,001
Sí dieta mediterránea	1		1	
No dieta mediterránea	1,66 (1,51-1,81)	< 0,001	1,57 (1,42-1,72)	< 0,001
No consumo de alcohol	1		1	
Sí consumo de alcohol	1,35 (1,29-1,42)	< 0,001	1,29 (1,21-1,37)	< 0,001
No estrés	1		1	
Sí estrés	1,27 (1,20-1,35)	< 0,001	1,35 (1,26-1,45)	< 0,001

ALLY EV: años de vida perdidos evitables de edad vascular; SCORE2: evaluación sistemática del riesgo coronario-2.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio el RCV, evaluado mediante herramientas como la edad vascular y las escalas SCORE y SCORE2, se asocia tanto a las variables sociodemográficas (edad, género y estatus socioeconómico) como a los hábitos saludables (tabaco, alcohol, dieta mediterránea y actividad física) o al estrés.

La edad es el factor más determinante en el cálculo del RCV con las escalas ALLY EV y SCORE2 en nuestra investigación. Con el envejecimiento, se producen cambios fisiológicos inevitables que favorecen la aparición de patologías cardiovasculares, como rigidez arterial, disfunción endotelial (25) y acumulación de placas ateroscleróticas (26). Estos procesos explican por qué el riesgo absoluto de eventos cardiovasculares aumenta significativamente con la edad, especialmente a partir de los 50 años (27).

Las herramientas como SCORE2 consideran la edad como un componente crucial, al punto de que los adultos mayores suelen alcanzar niveles de riesgo elevado únicamente debido a este factor, incluso en ausencia de otros determinantes (28). La edad vascular, en particular, es útil para contextualizar este riesgo, al comparar la edad cronológica con el envejecimiento cardiovascular estimado, brindando una medida más visual y fácil de entender para los pacientes. Sin embargo, este enfoque puede sobreestimar el riesgo en personas mayores con un perfil metabólico favorable, lo que genera debates sobre el balance entre prevención y tratamiento excesivo (29).

El género masculino en nuestro estudio muestra una elevada asociación con los valores elevados de ALLY EV y SCORE2. En general, las mujeres premenopáusicas tienen menor riesgo cardiovascular en comparación con los hombres de la misma edad, gracias al efecto protector de los estrógenos, que favorecen un perfil lipídico saludable y mejoran la función vascular. Sin embargo, este beneficio se reduce drásticamente tras la menopausia, lo que iguala el riesgo entre ambos géneros (30).

Las escalas SCORE y SCORE2 reconocen estas diferencias al incorporar modelos específicos por género. Sin embargo, aún persiste el desafío de evaluar adecuadamente el RCV en mujeres, quienes suelen presentar manifestaciones atípicas de ECV y están subrepresentadas en los estudios clínicos. Además, las mujeres enfrentan barreras socioeconómicas y culturales que pueden limitar el acceso a la atención preventiva y terapéutica, factores que deben abordarse para reducir la disparidad de género en los resultados de salud (31).

Según nuestros datos, el estatus socioeconómico (ESE) se asocia profundamente con el RCV, posiblemente al influir en factores de estilo de vida e indirectamente, a través del acceso desigual a recursos de salud. Personas con un bajo ESE tienen mayores tasas de tabaquismo, obesidad, sedentarismo y estrés crónico, lo que incrementa su probabilidad de desarrollar ECV. Además, enfrentan barreras estructurales, como menor acceso a alimentos saludables, falta de infraestructura para actividad física y limitaciones económicas para medicamentos preventivos (32).

Las herramientas ALLY EV y SCORE2 no incluyen directamente el ESE como variable, pero este factor afecta indirectamente los parámetros medidos, como presión arterial y colesterol. Sin embargo, la integración de determinantes sociales en el cálculo

del riesgo cardiovascular podría mejorar la personalización de las estrategias preventivas, especialmente en regiones con desigualdades significativas.

El tabaquismo es uno de los factores de RCV más estudiados y modificables, reconocido como un determinante central en todas las herramientas de evaluación. En nuestro trabajo el tabaco ha sido una de las variables que presentó una mayor asociación con los valores elevados de ALLY EV y SCORE2. Las sustancias químicas del tabaco causan daño endotelial, activación plaquetaria y aumento de la inflamación, lo que acelera el proceso aterosclerótico (33).

En las escalas SCORE y SCORE2, el tabaquismo se integra como un determinante binario, aunque no refleja las diferencias de riesgo asociadas a la intensidad o duración del consumo. La edad vascular, en cambio, puede ilustrar de manera más gráfica cómo el tabaquismo acelera el envejecimiento cardiovascular, lo que puede motivar a los pacientes a abandonar este hábito (34).

El consumo excesivo de alcohol también se ha asociado en nuestra investigación con valores altos de ALLY EV y SCORE2. Para muchos autores el consumo de alcohol presenta una relación compleja con el RCV, caracterizada por un efecto dosis-respuesta en forma de "J" (35). Mientras que un consumo moderado, especialmente de vino tinto, se asocia con ciertos beneficios cardiovasculares debido a su contenido de polifenoles, el consumo excesivo está vinculado a hipertensión, arritmias, cardiomiopatías y accidente cerebrovascular hemorrágico (36).

En las herramientas SCORE y SCORE2, el consumo de alcohol no se considera explícitamente, lo que podría subestimar el riesgo en poblaciones con altos niveles de consumo. La incorporación de este factor en futuros modelos podría mejorar la precisión de las predicciones, especialmente en contextos donde el consumo nocivo de alcohol es prevalente.

La adherencia a la dieta mediterránea se asocia con una reducción significativa del riesgo cardiovascular, según nuestros datos, gracias a su alto contenido de grasas insaturadas, antioxidantes y fibra. Este patrón dietético mejora el perfil lipídico, reduce la inflamación sistémica y disminuye la presión arterial, posicionándose como una intervención clave en la prevención primaria y secundaria (37).

Aunque ni SCORE ni SCORE2 incluyen la dieta como variable, la EV puede reflejar indirectamente los beneficios de este patrón alimenticio, al ralentizar el envejecimiento cardiovascular. La promoción de la dieta mediterránea como una estrategia preventiva universal podría tener un impacto profundo en la reducción del riesgo cardiovascular a nivel global.

La actividad física regular es uno de los pilares de la prevención cardiovascular, asociada con mejoras en la presión arterial, control glucémico, perfil lipídico y función endotelial. Nuestros datos confirman que las personas que realizan actividad física regularmente se asocian con menores valores de ALLY EV y SCORE2. La inactividad física se considera un factor de riesgo equivalente al tabaquismo, con efectos negativos que van desde el aumento de la obesidad hasta la inflamación crónica (38).

Las herramientas como SCORE2 y ALLY EV no incluyen directamente la actividad física, pero su impacto se refleja en otros parámetros evaluados, como la presión arterial y el colesterol. Promover el ejercicio regular no solo reduce el riesgo cardiovascular, sino que también mejora la edad vascular, lo que motiva a los pacientes a adoptar hábitos más saludables.

El estrés crónico, aunque menos reconocido en las herramientas tradicionales, juega un papel significativo en el RCV, esto se ve reflejado en nuestro estudio. Los mecanismos incluyen activación del sistema nervioso simpático, liberación de cortisol y adopción de comportamientos poco saludables como el tabaquismo y la mala alimentación (39). Además, el estrés psicológico está vinculado a un mayor riesgo de hipertensión (40).

La EV y las escalas SCORE/SCORE2 no incluyen explícitamente el estrés como determinante, lo que podría limitar su capacidad para capturar el riesgo en poblaciones sometidas a altas cargas psicosociales. En este sentido, la integración de herramientas adicionales para evaluar el estrés percibido podría mejorar la identificación de pacientes en alto riesgo.

Como fortalezas del estudio debemos mencionar el elevado tamaño de la muestra (casi 23 000 personas) lo que dota a los resultados de una gran potencia estadística. También es interesante destacar que es el primer artículo que aborda la asociación conjunta de esta variedad de variables: sociodemográficas (edad, género y estatus socioeconómico), hábitos saludables (tabaco, alcohol, dieta mediterránea y actividad física) y estrés con el RCV.

Como limitaciones debemos remarcar que al ser un estudio transversal no se pueden establecer relaciones de causalidad entre las variables antes mencionadas y el RCV sino exclusivamente una asociación. Otra limitación es que la EV se ha determinado mediante una escala validada y no mediante métodos objetivos de imagen.

CONCLUSIÓN

La relación entre factores como edad, género, estatus socioeconómico, tabaco, alcohol, dieta mediterránea, ejercicio físico y estrés con el RCV es compleja y multifacética. Herramientas como SCORE2 y la EV proporcionan un marco valioso para la evaluación de este riesgo, pero es fundamental continuar refinándolas para capturar mejor las interacciones dinámicas entre estos factores. Una integración más amplia de determinantes sociales y conductuales, combinada con enfoques personalizados, tiene el potencial de transformar la prevención cardiovascular, reduciendo la carga global de enfermedades y mejorando la calidad de vida de millones de personas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sun J, Ma C, Zhao M, Magnussen CG, Xi B. Daytime napping and cardiovascular risk factors, cardiovascular disease, and mortality: A systematic review. Sleep Med Rev 2022;65:101682. DOI: 10.1016/j.smrv.2022.101682
2. Ramirez Manent JI, Belmonte Lomas S, Tárraga Marcos L, López González AA, Gordito Soler M, Tárraga López PJ. Análisis de eficacia de los principales patrones dietéticos en la reducción del riesgo cardiovascular. Academic Journal of Health Sciences 2023;38(1):153-70. DOI: 10.3306/AJHS.2023.38.01.153
3. Borghi C, Fogacci F, Agnoletti D, Cicero AFG. Hypertension and Dyslipidemia Combined Therapeutic Approaches. High Blood Press Cardiovasc Prev 2022;29(3):221-30. DOI: 10.1007/s40292-022-00507-8

4. Khan SS, Coresh J, Pencina MJ, Ndumele CE, Rangaswami J, Chow SL, et al. Novel Prediction Equations for Absolute Risk Assessment of Total Cardiovascular Disease Incorporating Cardiovascular-Kidney-Metabolic Health: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation 2023;148(24):1982-2004. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001191
5. Teo KK, Rafiq T. Cardiovascular Risk Factors and Prevention: A Perspective from Developing Countries. Can J Cardiol 2021;37(5):733-43. DOI: 10.1016/j.cjca.2021.02.009
6. López-Jaramillo P, López-López JP. Cardiovascular risk factors and death in South America. Clin Investig Arterioscler 2023;35(4):195-200. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.arteri.2022.12.001
7. Timmis A, Vardas P, Townsend N, Torbica A, Katus H, De Smedt D, et al. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. Eur Heart J 2022;43(8):716-99. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab892. Erratum in: Eur Heart J. 2022;43(8):799. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac064
8. Chikafu H, Chimbari MJ. Cardiovascular Disease Healthcare Utilization in Sub-Saharan Africa: A Scoping Review. Int J Environ Res Public Health 2019;16(3):419. DOI: 10.3390/ijerph16030419
9. Powell-Wiley TM, Poirier P, Burke LE, Després JP, Gordon-Larsen P, Lavie CJ, et al. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation 2021;143(21):e984-e1010. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000973
10. Writing Committee; Lloyd-Jones DM, Morris PB, Ballantyne CM, Birtcher KK, Covington AM, DePalma SM, et al. 2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Role of Nonstatin Therapies for LDL-Cholesterol Lowering in the Management of Atherosclerotic Cardiovascular Disease Risk: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. J Am Coll Cardiol 2022;80(14):1366-418. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.07.006. Erratum in: J Am Coll Cardiol 2023;81(1):104. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.11.016
11. Rahimi T, Hashemi SS, Rezaei F, Aune D. Association between health literacy and Framingham risk score. Sci Rep 2024;14(1):12837. DOI: 10.1038/s41598-024-63607-6
12. Graham IM, Di Angelantonio E, Visseren F, De Bacquer D, Ference BA, Timmis A, et al. Systematic Coronary Risk Evaluation (SCORE): JACC Focus Seminar 4/8. J Am Coll Cardiol 2021;77(24):3046-57. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.04.052
13. Martín-Rioboó E, Brotons-Cuixart C, Ruiz García A, Villafañe Sanz F, Frías Vargas M, Moyá Amengual A. Luces y sombras de la Guía Europea ESC-2021 de Prevención de la Enfermedad Cardiovascular en la Práctica Clínica. Rev Esp Salud Publica 2023;97:e202308064. Disponible en: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/143
14. Khan SS, Matsushita K, Sang Y, Ballew SH, Grams ME, Surapaneni A, et al. Development and Validation of the American Heart Association's PREVENT Equations. Circulation 2024;149(6):430-49. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067626. Erratum in: Circulation 2024;149(11):e956. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001230
15. Çelikkol A, Mercan R, Güzel S, Yılmaz A. Cardiovascular disease risk prediction in scleroderma. Rev Assoc Med Bras (1992) 2023;69(2):246-51. DOI: 10.1590/1806-9282.20220936
16. Krittanawong C. Big Data Analytics, the Microbiome, Host-omic and Bug-omic Data and Risk for Cardiovascular Disease. Heart Lung Circ 2018;27(3):e26-e7. DOI: 10.1016/j.hlc.2017.07.012
17. La edad vascular como herramienta de comunicación de riesgo cardiovascular. Centro integral para la prevención de enfermedades crónicas 2010. Disponible en: https://pp.centramerica.com/pp/bancofotos/267-2570.pdf
18. Montero Muñoz N, López-González AA, Tomás-Gil P, Martínez Jover A, Paublini H, Ramírez Manent JI. Relationship between sociodemographic variables and tobacco consumption with vascular age values using the Framinghan model in 336,450 Spanish workers. Medicina Balear 2023;38(5):61-6. DOI: 10.3306/AJHS.2023.38.05.61
19. SCORE2 working group and ESC Cardiovascular risk collaboration. SCORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe. Eur Heart J 2021;42(25):2439-54. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab309
20. Domingo-Salvany A, Bacigalupe A, Carrasco JM, Espelt A, Ferrando J, Borrell C, et al. Propuestas de clase social neoweberiana y neomarxista a partir de la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. Gac Sanit 2013;27(3):263-72.
21. Obrador de Hevia J, López-González ÁA, Ramírez-Manent JI, Paublini Oliveira H, Tárraga López PJ, Riutord-Sbert P. Relationship between alcohol consumption and other variables with the values of different cardiovascular risk factors in 139634 Spanish workers. Academic Journal of Health Sciences 2024;39(6):132-41. DOI: 10.3306/AJHS.2024.39.06.132
22. Ahmad S, Moorthy MV, Lee IM, Ridker PM, Manson JE, Buring JE, et al. Mediterranean Diet Adherence and Risk of All-Cause Mortality in Women. JAMA Netw Open 2024;7(5):e2414322. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.14322
23. Mestre Font M, Busquets-Cortés C, Ramírez-Manent JI, Vallejos D, Sastre Alzamora T, López-González AA. Influence of sociodemographic variables and healthy habits on the values of cardiometabolic risk scales in 386924 Spanish workers. Academic Journal of Health Sciences 2024;39(4):112-21. DOI: 10.3306/AJHS.2024.39.04.112
24. Castellote-Caballero Y, Carcelén-Fraile MDC, Aibar-Almazán A, Rivas-Campo Y, González-Martín AM. Yoga as a therapeutic approach to mental health in university students: a randomized controlled trial. Front Public Health 2024;12:1406937. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1406937
25. Kumar P, Liu C, Hsu JW, Chacko S, Minard C, Jahoor F, et al. Glycine and N-acetylcysteine (GlyNAC) supplementation in older adults improves glutathione deficiency, oxidative stress, mitochondrial dysfunction, inflammation, insulin resistance, endothelial dysfunction, genotoxicity, muscle strength, and cognition: Results of a pilot clinical trial. Clin Transl Med 2021;11(3):e372. DOI: 10.1002/ctm^2.372
26. Ibanez B, Fernández-Ortiz A, Fernández-Friera L, García-Lunar I, Andrés V, Fuster V. Progression of Early Subclinical Atherosclerosis (PESA) Study: JACC Focus Seminar 7/8. J Am Coll Cardiol 2021;78(2):156-79. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.05.011
27. Ciumărnean L, Milaciu MV, Negrean V, Orăşan OH, Vesa SC, Sălăgean O, et al. Cardiovascular Risk Factors and Physical Activity for the Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly. Int J Environ Res Public Health 2021;19(1):207. DOI: 10.3390/ijerph19010207
28. van Trier TJ, Snaterse M, Boekholdt SM, Scholte Op Reimer WJM, Hageman SHJ, et al. Validation of Systematic Coronary Risk Evaluation 2 (SCORE2) and SCORE2-Older Persons in the EPIC-Norfolk prospective population cohort. Eur J Prev Cardiol 2024;31(2):182-9. DOI: 10.1093/eurjpc/zwad318
29. Lopez-Gonzalez AA, Aguilo A, Frontera M, Bennasar-Veny M, Campos I, Vicente-Herrero T, et al. Effectiveness of the Heart Age tool for improving modifiable cardiovascular risk factors in a Southern European population: a randomized trial. Eur J Prev Cardiol 2015;22(3):389-96. DOI: 10.1177/2047487313518479.
30. Uddenberg ER, Safwan N, Saadedine M, Hurtado MD, Faubion SS, Shufelt CL. Menopause transition and cardiovascular disease risk. Maturitas 2024;185:107974. DOI: 10.1016/j.maturitas.2024.107974
31. Rajendran A, Minhas AS, Kazzi B, Varma B, Choi E, Thakkar A, et al. Sex-specific differences in cardiovascular risk factors and implications for cardiovascular disease prevention in women. Atherosclerosis 2023;384:117269. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2023.117269
32. He J, Zhu Z, Bundy JD, Dorans KS, Chen J, Hamm LL. Trends in Cardiovascular Risk Factors in US Adults by Race and Ethnicity and Socioeconomic Status, 1999-2018. JAMA 2021;326(13):1286-98. DOI: 10.1001/jama.2021.15187
33. Sarwar M, Ahsin S, Saeed GN, Ashraf H. Role of r-irisin in Nicotine-induced Oxidative Stress and Endothelial Dysfunction in BALB/c mice. J Coll Physicians Surg Pak 2022;32(9):1175-80. DOI: 10.29271/jcpsp.2022.09.1175
34. Gómez-Sánchez M, Gómez-Sánchez L, Patino-Alonso MC, Alonso-Domínguez R, Sánchez-Aguadero N, Recio-Rodríguez JI, et al. Relationship of healthy vascular aging with lifestyle and metabolic syndrome in the general Spanish population. The EVA study. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2021;74(10):854-61. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.rec.2020.06.040
35. Chiva-Blanch G, Badimon L. Benefits and Risks of Moderate Alcohol Consumption on Cardiovascular Disease: Current Findings and Controversies. Nutrients 2019;12(1):108. DOI: 10.3390/nu12010108
36. Krittanawong C, Isath A, Rosenson RS, Khawaja M, Wang Z, Fogg SE, et al. Alcohol Consumption and Cardiovascular Health. Am J Med 2022;135(10):1213-30.e3. DOI: 10.1016/j.amjmed.2022.04.021
37. Li J, Guasch-Ferré M, Chung W, Ruiz-Canela M, Toledo E, Corella D, et al. The Mediterranean diet, plasma metabolome, and cardiovascular disease risk. Eur Heart J 2020;41(28):2645-56. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa209
38. Ciumărnean L, Milaciu MV, Negrean V, Orăşan OH, Vesa SC, Sălăgean O, et al. Cardiovascular Risk Factors and Physical Activity for the Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly. Int J Environ Res Public Health 2021;19(1):207. DOI: 10.3390/ijerph19010207
39. Hen AX, Radhakutty A, Drake SM, Kiu A, Thompson CH, Burt MG. Cardiovascular Risk Markers in Adults with Adrenal Incidentaloma and Mild Autonomous Cortisol Secretion. J Clin Endocrinol Metab 2024;109(3):e1020-e8. DOI: 10.1210/clinem/dgad665
40. Foguet-Boreu Q, Ayerbe García-Morzon L. Estrés psicosocial, hipertensión arterial y riesgo cardiovascular. Hipertens Riesgo Vasc 2021;38(2):83-90. Spanish. DOI: 10.1016/j.hipert.2020.09.001

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Trabajo Original

Otros

Causal association of childhood body mass index with risk of endometrioid endometrial cancer — A two-sample Mendelian randomization study

Asociación causal del índice de masa corporal en la infancia con el riesgo de cáncer endometrial endometrioide: estudio de aleatorización mendeliana de dos muestras

Yaochen Lou[1], Yan Du[2], Feng Jiang[3], Jun Guan[1]

[1]Department of Gynecology, Obstetrics & Gynecology. Hospital of Fudan University. Shanghai Key Lab of Reproduction and Development. Shanghai Key Lab of Female Reproductive Endocrine Related Diseases. Shanghai, People's Republic of China. [2]Clinical Research Unit, Obstetrics & Gynecology. Hospital of Fudan University. Shanghai Key Lab of Reproduction and Development. Shanghai Key Lab of Female Reproductive Endocrine Related Diseases. Shanghai, People's Republic of China. [3]Department of Neonatology, Obstetrics & Gynecology. Hospital of Fudan University. Shanghai Key Lab of Reproduction and Development. Shanghai Key Lab of Female Reproductive Endocrine Related Diseases. Shanghai, People's Republic of China

Abstract

Objective: this study aimed to investigate if childhood body mass index (BMI) causally contributed to the risk of endometrial cancer (EC), which had not been well answered.

Methods: genetic instruments were selected using single-nucleotide polymorphisms (SNPs) associated with childhood BMI in European population from a large-scale genome-wide association studies (GWAS, $n = 39{,}620$). A two-sample Mendelian randomization (MR) study was performed to evaluate the effect of higher childhood BMI on risk of EC. The data for endometrioid EC was obtained from a GWAS dataset comprising 54,884 individuals (8,758 cases and 46,126 controls). Inverse variance weighting (IVW), weighted median, weighted mode, and MR-Egger regression approaches were applied.

Results: we selected 16 SNPs with genome-wide significance in childhood BMI for the analysis. The IVW analysis provided a causal link between childhood BMI and EC (beta = 0.408, standard error [SE] = 0.088, $p < 0.001$). Similarly, the weighted median method also provided robust evidence for the causal correlation (beta = 0.390, SE = 0.119, $p < 0.001$). Although the MR-Egger regression did not achieve the same significance (beta = 0.071, SE = 0.362, $p = 0.848$), it showed a minimal intercept value indicating small bias for directionality of pleiotropic effects (intercept = 0.024; $p = 0.354$). Through Cochran's Q test and visual inspection *via* funnel plot, the assessment of heterogeneity found no evidence of heterogeneity or asymmetry in our findings, further supporting the absence of directional pleiotropy.

Conclusions: childhood BMI and risk of EC might be causally related, and early-life intervention on weight control might be considered for children to reduce the life-span risk of EC.

Keywords:

Childhood body mass index. Endometrial cancer. Mendelian randomization. Risk factor. Genome-wide association studies.

Received: 18/12/2024 • Accepted: 01/06/2025

Yaochen Lou and Yan Du contributed equally to this work.

Jun Guan and Feng Jiang both are corresponding authors.

Acknowledgments: The English language was partly polished by a GPT-4.0 model.

Funding: This research was funded by the Natural Science Cultivation Program of Obstetrics and Gynecology Hospital, Fudan University, Shanghai, China (grant no. GZRPY202315).

Data availability statement: The data presented in this study are openly available in ebi-a-GCST90002409 and ebi-a-GCST006465 at http://app.mrbase.org/

Conflicts of interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

AI statement: During the preparation of this work, the authors used GPT 4.0 model to polish the English language. After using this tool, the authors reviewed and edited the content as needed and took full responsibility for the content of the publication.

Lou Y, Du Y, Jiang F, Guan J. Causal association of childhood body mass index with risk of endometrioid endometrial cancer— A two-sample Mendelian randomization study. Nutr Hosp 2025;42(4):790-796

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05662

Correspondence:

Feng Jiang. Department of Neonatology, Obstetrics & Gynecology. Hospital of Fudan University, No.128, Shenyang Rd. 200433, Shanghai, People's Republic of China
e-mail: dxyjiang@163.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen

Objetivo: este estudio tuvo como objetivo investigar si el índice de masa corporal (IMC) en la infancia contribuyó causalmente al riesgo de cáncer endometrial (CE), lo que no había recibido una buena respuesta.

Métodos: se seleccionaron instrumentos genéticos utilizando polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) asociados con el IMC infantil en la población europea de estudios de asociación del genoma completo a gran escala (GWAS, $n = 39,620$). Se realizó un estudio de aleatorización mendeliana (MR) de dos muestras para evaluar el efecto de un mayor IMC infantil en el riesgo de CE. Los datos para el CE endometrioide se obtuvieron de un conjunto de datos de GWAS que comprende 54,884 individuos (8,758 casos y 46,126 controles). Se aplicaron enfoques de ponderación de varianza inversa (IVW), mediana ponderada, modo ponderado y regresión MR-Egger.

Resultados: seleccionamos 16 SNP con significancia a nivel del genoma en el IMC infantil para el análisis. El análisis IVW proporcionó un vínculo causal entre el IMC infantil y el CE (beta = 0,408, error estándar [SE] = 0,088, $p < 0,001$). De manera similar, el método de mediana ponderada también proporcionó evidencia robusta para la correlación causal (beta = 0,390, SE = 0,119, $p < 0,001$). Aunque la regresión MR-Egger no alcanzó la misma significancia (beta = 0,071, SE = 0,362, $p = 0,848$), mostró un valor de intercepto mínimo que indica un pequeño sesgo en la direccionalidad de los efectos pleiotrópicos (intercepto = 0,024; $p = 0,354$). A través de la prueba Q de Cochran y la inspección visual mediante un gráfico de embudo, la evaluación de la heterogeneidad no encontró evidencia de heterogeneidad o asimetría en nuestros hallazgos, apoyando aún más la ausencia de pleiotropía direccional.

Conclusiones: el IMC infantil y el riesgo de CE podrían estar relacionados causalmente, y se podría considerar una intervención en la vida temprana sobre el control del peso para los niños con el fin de reducir el riesgo de CE a lo largo de la vida.

Palabras clave:

Índice de masa corporal en la infancia. C*áncer endometrial*. Aleatorización mendeliana. Factor de riesgo. Genoma completo a gran escala.

INTRODUCTION

The incidence of endometrial cancer (EC) has been rising significantly (1-3), which constitutes 4.5 % of female malignancies worldwide, with 417,367 new cases and 97,370 EC-related deaths globally (1,2,4). To reduce the occurrence of EC, particularly in reproductive-age women under 40 years without childbearing, it is essential to elucidate the etiology behind.

Obesity has been widely recognized as one of the most established risk factors for EC (5-8). As the global prevalence of overweight and obesity continues to rise (9), there is growing concern regarding the escalating incidence of childhood obesity. Notably, it is reported that more than 60 % of overweight pre-adolescent children carry excess weight throughout adulthood in Italy (10). On the other hand, EC has been increasingly diagnosed among young obese women (3). However, whether childhood obesity independently increases the risk of EC has not been well answered, which may provide evidence to guide early-life intervention on weight control to reduce the prevalence of EC. Considering that EC often has a long latency period, it is crucial to investigate the association between childhood BMI and the risk of EC.

By employing genetic variants as instrumental variables (IVs), Mendelian randomization (MR) can be used to estimate causal effects, that is, whether an observed association between exposure and outcome implies a causal relationship (11). Several MR studies have unveiled a positive association of obesity with susceptibility to EC (12-14). The earliest MR study on obesity and EC conducted in 2015 suggested that each interval of 10 BMI-increasing alleles had a 13 % increased risk of EC (15). Freuer et al. provided supportive evidence that genetically elevated BMI was causally related to the risk of EC (12). Other similar studies showed consistent results (13,14). The above studies have suggested that obesity may have a causal effect on EC. Observational studies have further suggested a possible association between childhood obesity and elevated risk of EC in adulthood (16,17). However, it should be noted that observational studies may not fully take residual confounding into account (11). So far, the causal relationship between childhood BMI and susceptibility to developing EC in adulthood remains uncertain.

A two-sample MR analysis can estimate the genetic associations with both exposure and outcome separately in different samples, assuming consistent magnitudes of these associations across datasets (18). Therefore, in this study we conducted a two-sample MR analysis to explore the possible causal association between childhood BMI and the risk of EC.

MATERIALS AND METHODS

DATA SOURCES AND GENETIC VARIANT SELECTION

In this MR study, childhood obesity was assessed by childhood BMI. We performed a search in the MR Base platform (http://www.mrbase.org/), which contains open-access consolidated data from large genome-wide association studies (GWAS). The dataset for childhood BMI as the exposure variable was obtained from summary statistics of systematic GWAS studies in a European population, which comprised a total of 39,620 individuals. On the basis of their significant association at the genome-wide level, a total of 16 single nucleotide polymorphisms (SNPs) linked to childhood BMI were selected and identified as instrumental variables (IVs) in the two-sample MR analysis (Table I). The *p*-value threshold was set at 5.0e-08. Our analysis included 54,884 individuals in European population, consisting of 8,758 cases and 46,126 controls. The EC histology type was endometrioid in all patients.

STATISTICAL ANALYSIS FOR MENDELIAN RANDOMIZATION

In the MR analysis, genetic variants were considered as surrogates for the exposure variable without the effect of potential confounding variables (19). Our analysis proceeded in three stages: firstly, the independent association was assessed between each SNP and childhood BMI; secondly, the relationship was investigated between SNPs and the risk of developing EC;

Table I. The association between SNPs and endometrial cancer

	SNP	effect_allele. exposure	other_allele. exposure	se.exposure	beta. exposure	pos.exposure	pval. exposure
1	rs114670539	T	C	0.0179	0.0991	207064335	3.16E-08
2	rs11676272	G	A	0.0079	0.075	25141538	2.37E-21
3	rs12042908	G	A	0.0077	-0.0586	74997762	2.77E-14
4	rs12641981	T	C	0.008	0.044	45179883	4.19E-08
5	rs13107325	T	C	0.0173	0.0953	103188709	3.51E-08
6	rs17817449	G	T	0.008	0.0683	53813367	1.69E-17
7	rs41279738	G	T	0.0211	0.1199	110082551	1.30E-08
8	rs4477562	T	C	0.0112	0.0802	54104968	8.29E-13
9	rs543874	G	A	0.0099	0.0793	177889480	1.62E-15
10	rs56133711	A	G	0.0089	0.0566	27723334	2.00E-10
11	rs571312	A	C	0.0093	0.059	57839769	2.00E-10
12	rs61765651	T	C	0.0102	-0.0584	72754314	9.50E-09
13	rs62500888	G	A	0.0076	-0.0472	28061823	6.91E-10
14	rs7138803	A	G	0.008	0.0729	50247468	7.12E-20
15	rs7199285	T	C	0.0101	-0.0647	19980931	1.34E-10
16	rs939584	T	C	0.0102	0.1066	621558	8.85E-26

SNP: single-nucleotide polymorphism; SE: standard error.

thirdly, these findings were combined to infer causality between childhood BMI and EC development by using MR analysis (20). With the set of 16 SNPs as IVs, it was evaluated whether there exists a causal association of childhood BMI with EC development. Statistical summaries from GWAS were collated and presented in tables II and III.

The inverse-variance weighted (IVW) method was a meta-analysis that combines variant-specific Wald ratios for each mutation with an assumption that each mutation satisfies IV criteria (11). It integrated the estimated effects across different SNPs, providing a precise estimate of the effect of exposure on outcome (11). Including a large number of genetic variants could increase statistical power, however, there was a risk that they may not qualify as valid IVs (21). Pleiotropy meant a potential association between genetic variants and multiple phenotypes (22). To assess pleiotropy, MR-Egger and weighted median approaches were used as pleiotropy-robust methods. Through a weighted linear regression model, MR-Egger regression could correct for the bias due to directional pleiotropy considering the effects of multiple genetic variants across all instruments (21). The slope coefficient represented a causal effect estimation (21). The intercept represented the average pleiotropic effect estimated across genetic variants, and it indicated the overall directional pleiotropy if different from zero (21). The weighted median approach consistently estimated causal effects even with 50 % of the information derived from valid IVs (23). It showed higher accuracy compared to MR-Egger approach (23). In order to estimate the true causal effect, we also used the weighted mode approach as an additional MR method. It assigned weights to variants, with the largest weights assigned to valid IVs among all variant subgroups (24). Although its power for detecting a causal effect in a two-sample setting was lower than that of IVW and weighted median approaches, it outperformed MR-Egger regression (24), with similar precision to that of the IVW and weighted median approaches (24). All analyses were conducted by using MR Base (the App version: 1.4.3 8a77eb [October 25, 2020], the Database version: 0.3.0 [25 October 2020], the R version: 4.0.3) (25). A level of less than 0.05 in a two-tailed *p*-value was considered statistically significant.

HETEROGENEITY AND SENSITIVITY TEST

To assess individual SNP influence on causal estimates, we conducted sensitivity analysis using leave-one-out method. Additionally, we examined heterogeneity among SNP estimates by employing Cochran's *Q*-statistics and I^2 statistics (26-28).

RESULTS

INSTRUMENTAL VARIABLES FOR MENDELIAN RANDOMIZATION ANALYSIS

A total of 16 SNPs were identified from the GWAS in association with childhood BMI, each met the criteria for independence and causality at the genome-wide significance level (Table I; Table II; Fig. 1). None of the positive SNP associations with EC were statistically significant (Table I; Table II). The IVs together explained 2.3 % of the variance in childhood BMI and each had an *F*-statistic of over 30, which corresponded to a *p*-value of 5.0e-08 (Directionality, $p = 4.13e\text{-}77$). This result minimized the concern of a weak bias of the instrument, which was taken into account when the *F*-statistic is set to < 10.

THE RESULTS OF MENDELIAN RANDOMIZATION ANALYSIS

Studies using the weighted median and IVW method revealed a strong association of childhood BMI with risk of EC (beta = 0.390, standard error [SE] = 0.119, $p < 0.001$; beta = 0.408, SE = 0.088, $p < 0.001$; Table II, Fig. 1 and Fig. 2). However, the MR-Egger and weighted mode methods did not provide support for a causal relationship (beta = 0.071, SE = 0.362, $p = 0.848$; beta = 0.318, SE = 0.168, $p = 0.078$; Table II, Fig. 1 and Fig. 2). The intercept analysis of MR-Egger regression suggested that directional pleiotropy was unlikely to affect the estimates (Directionality, $p = 0.354$; SE = 0.025; intercept = 0.024). Although there were inconsistencies in the estimates obtained from MR-Egger and weighted mode approaches, the weighted median

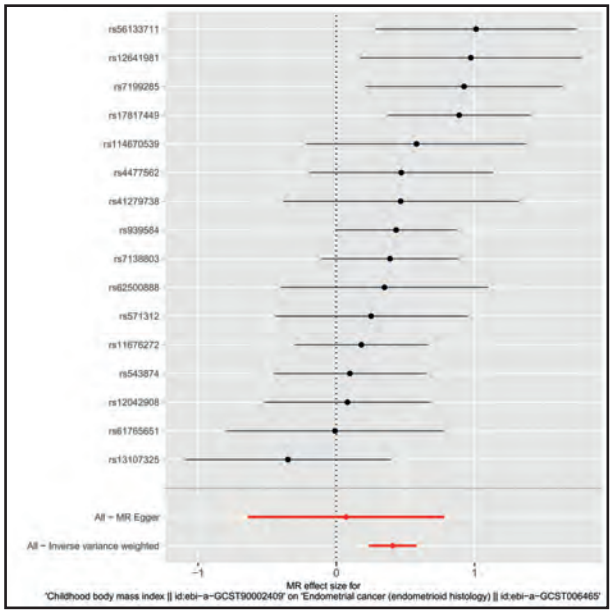


Figure 1. The forest plot of the causal effects of SNPs associated with childhood body mass index on endometrial cancer (the significance of red lines were MR results of MR-Egger and IVW methods. SNP: single-nucleotide polymorphism; MR: Mendelian randomization; IVW: inverse-variance weighted).

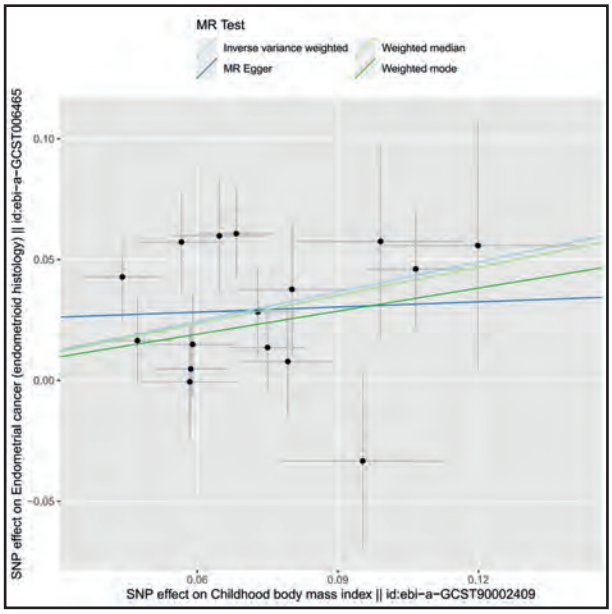


Figure 2. The scatter plot of genetic associations with childhood body mass index against the genetic associations with endometrial cancer (the slopes of each line represented the causal association for each method. The light blue line represented the IVW estimate, the light green line represented the weighted median estimate, the dark blue line represented the MR-Egger estimate, and the dark green line represented the weighted mode estimate. IVW: inverse-variance weighted; MR: Mendelian randomization; SNP: single-nucleotide polymorphism).

Table II. The MR estimates from each method of assessing the causal effect of childhood body mass index on the risk of endometrial cancer

MR method	Number of SNPs	Beta	SE	Association *p*-value
MR-Egger	16	0.07073	0.3624	0.848
Weighted median	16	0.3904	0.1188	0.001012
Inverse-variance weighted	16	0.4077	0.08834	0.000003927
Weighted mode	16	0.3183	0.1684	0.07824

MR: Mendelian randomization; SNP: single-nucleotide polymorphism; Beta: beta coefficient; SE: standard error.

and IVW method could offer more precision. Figure 2 illustrated that the intercepts of these methods approached zero, indicating consideration of horizontal pleiotropy. Thus, MR results simply implied a potential causal relationship between childhood BMI and the risk of developing EC.

HETEROGENEITY AND SENSITIVITY TEST

There was no heterogeneity detected in the causal effect estimates provided by the SNPs (Table III). In addition, confidence in the MR estimates was increased by the I^2 values, which further indicated low heterogeneity (Table II; Table III). The stability of the IVW estimates was maintained by the absence of any single SNP effect when removed, confirming the robustness of our findings. Investigation of funnel plot asymmetry revealed no bias due to directional pleiotropy within the MR analyses (Fig. 3). Consequently, the reliability of the MR estimates was substantiated, and the empirical results were exempted from directional pleiotropy influence. It was further confirmed that no single SNP significantly altered the causal inference in the leave-one-out analysis (Fig. 4).

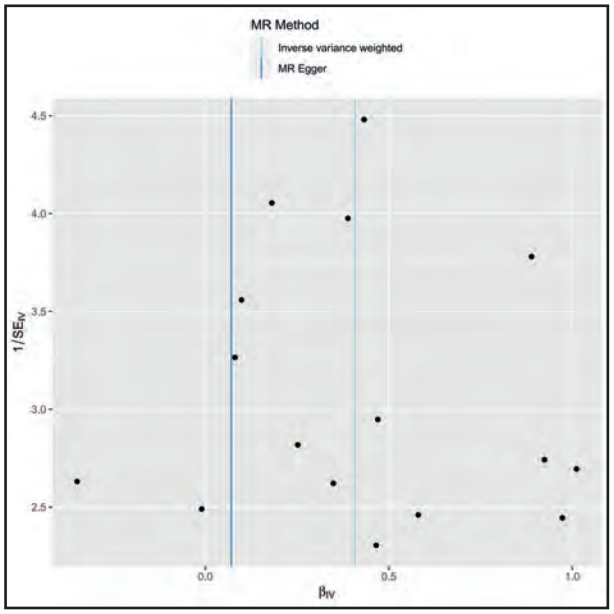


Figure 3. The funnel plot to assess heterogeneity (the light blue line represented the IVW estimate, and the dark blue line represented the MR-Egger estimate. MR: Mendelian randomization; IVW: inverse-variance weighted).

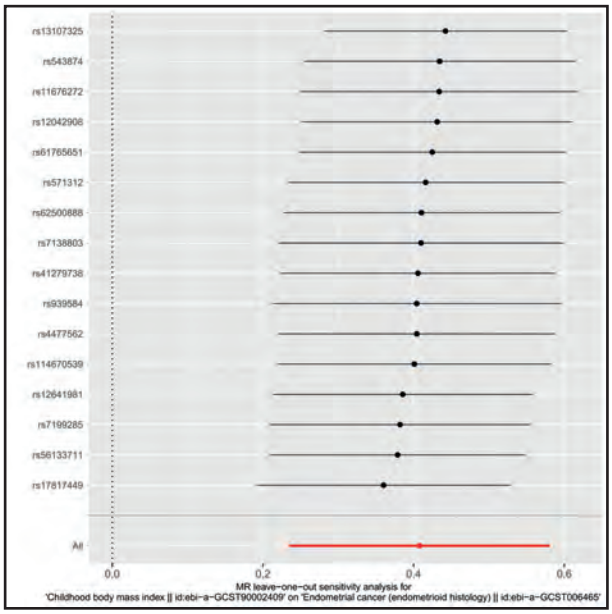


Figure 4. The leave-one-out analysis of SNPs associated with childhood body mass index and their risk of endometrial cancer (each black point represented result of the MR analysis by using IVW applied to estimate the causal effect of childhood body mass index on endometrial cancer excluding particular SNP. Each red point depicted the IVW estimate using all SNPs. No single SNP was strongly driving the overall effect of childhood body mass index on endometrial cancer in this leave-one-out sensitivity analysis. SNP: single-nucleotide polymorphism; MR: Mendelian randomization; IVW: inverse-variance weighted).

DISCUSSION

The present study aimed to explore the causal association between childhood BMI and risk of EC in adulthood. To achieve this, four MR statistical techniques were used, including IVW, weighted median, weighted mode and MR Egger regression (11). Our results implied that childhood BMI causally increased susceptibility to EC.

The relationship between childhood BMI and EC has not been well investigated. Previous observational studies have suggested that childhood or adolescent obesity might be a risk of EC (16,17). A large (n = 155,505) Danish prospective cohort study with

Table III. The MR estimates with heterogeneity statistics from each Mendelian randomization method

MR method	Cochran Q statistic	df	I²*	Heterogeneity *p*-value
MR-Egger	17.43	14	0.1967871	0.2339
Inverse-variance weighted	18.58	15	0.1926803	0.2336

*MR: Mendelian randomization. *I^2 = (Q – df) / Q.*

35 years of follow-up showed that the childhood (age 7-13) BMI was non-linearly associated with all endometrial cancers (16). Furthermore, participants with higher BMI-gain across all child's ages (6.28-14.0 years) were found to have increased prevalence of EC in later life (17). In line with previous findings, we found that childhood BMI was causally related to the risk of EC. On the contrary, one MR study showed a non-significant correlation between EC and childhood body size (29), which was collected by asking adult participants to describe themselves as thinner, plumper or about average at age 10 (29). Therefore, recall bias might be introduced. Another MR study also reported that the childhood obesity was not related with EC (30), which was inconsistent with our findings. This discrepancy might be explained by the 15 loci associated with childhood BMI used in that study had been updated to 25 genetic variants used in our study (31,32). Besides, selection of variables and data sources were also different in previous MR studies compared to our study (29,30).

The association between early-life BMI and risk of EC was considered not independent from adult BMI (29). However, recent study identified 25 genome-wide significant loci associated with childhood BMI and addressed that genes influencing childhood and adult BMI were not completely overlapped (32). Potential age-specific differences or stronger effects of these genetic loci on childhood rather than adult BMI were suggested (32). Thus, the relationship between childhood BMI and EC remains uncertain and needs further examination. More attention should be paid to early life intervention such as childhood weight control considering its causal link to the risk of EC during the life-span.

Nowadays, the first-line management of children obesity is lifestyle intervention on eating habits and physical activities (33), particularly for children under 12 years old. However, it often fails to achieve significant and enduring weight-reduction (10,34). If necessary, anti-obesity medications or surgeries are also options. Notably, a 3-year observational study of behavioral intervention on children at 6-16 years old revealed that the BMI z-score was reduced at least 0.5 units in 58 % of the severely obese children at 6-9 years old compared with only 2 % of the adolescents at 14-16 years old (35). It was also worth noting that 92 % of these severely obese adolescents were already obese at age 7 (35), addressing the importance of early intervention on severe obesity in childhood.

MR is employed to decrease the inherent biases of observational studies but is susceptible to bias amplification, which occurs when a single genetic variant is associated with multiple phenotypes, potentially leading to bias in causal inferences (36). Incorporating a wide array of genetic variations into MR studies can increase statistical power; however, it also raises the probability of introducing pleiotropic variants that are not valid instrumental variables, which requires sensitivity analyses (18). In our study, the MR analysis employed satisfied three assumptions (11): 1) there had links between the genetic variants used as instrumental variables and childhood BMI; 2) the instrumental variables were not associated with potential confounders; 3) the instrumental variables only affected EC through childhood BMI, rather than other pathways. To solve the problem of pleiotropy, we applied methodologies including weighted median estimator and MR-Egger regression. Although there was a lack of consistence in the outcomes from different methods, the similar results from both the weighted median estimator and IVW approach bolstered the reliability of these associations.

This study has several strengths. The nature of MR analysis decreased bias from unobserved confounding of childhood BMI and EC. Also, the large-scale sample size used in the MR analysis increased the statistical power for reliable estimation of causal effects. However, our study only included endometrioid histology type of EC, and the study participants were all European. Considering BMI differs among ethnic groups, it might impact the generalizability of our findings. Further MR studies with improvement on these aspects are needed to untangle the relationship between childhood BMI and EC.

In conclusion, applying a two-sample MR study, we found childhood-BMI causally contributed to an increased risk of EC using meta-analyses data from GWAS. Our results suggested the importance of weight control for obese children to reduce their risk of EC in adult stage.

AUTHORS´ CONTRIBUTION

J. G. was the guarantor of integrity of the entire study. J. G., and F. J. contributed to the study concepts and design. J. G., and Y. L. contributed to literature search. F. J., and Y. L. contributed to the data curation and statistical analysis. Y. L. prepared figures and tables, and drafted the original preparation. Y. D., and J. G. contributed to review and edit manuscript. All authors agreed to the published version of the manuscript.

REFERENCES

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA Cancer J Clin 2021;71(3):209-49. DOI: 10.3322/caac.21660
2. Zhang S, Gong TT, Liu FH, Jiang YT, Sun H, Ma XX, et al. Global, Regional, and National Burden of Endometrial Cancer, 1990-2017: Results From the Global Burden of Disease Study 2017. Front Oncol 2019;9:1440. DOI: 10.3389/fonc.2019.01440
3. Lu KH, Broaddus RR. Endometrial Cancer. N Engl J Med 2020;383(21):2053-64. DOI: 10.1056/NEJMra1514010
4. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin 2018;68(6):394-424. DOI: 10.3322/caac.21492
5. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, Grosse Y, Bianchini F, Straif K, et al. Body Fatness and Cancer--Viewpoint of the IARC Working Group. N Engl J Med 2016;375(8):794-8. DOI: 10.1056/NEJMsr1606602
6. Shaw E, Farris M, McNeil J, Friedenreich C. Obesity and Endometrial Cancer. Recent Results Cancer Res 2016;208:107-36. DOI: 10.1007/978-3-319-42542-9_7
7. Fader AN, Arriba LN, Frasure HE, von Gruenigen VE. Endometrial cancer and obesity: epidemiology, biomarkers, prevention and survivorship. Gynecol Oncol 2009;114(1):121-7. DOI: 10.1016/j.ygyno.2009.03.039
8. Renehan AG, Tyson M, Egger M, Heller RF, Zwahlen M. Body-mass index and incidence of cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. Lancet 2008;371(9612):569-78. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60269-X
9. Collaboration NCDRF. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 pop-

ulation-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. Lancet 2017;390(10113):2627-42. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3
10. Maffeis C, Olivieri F, Valerio G, Verduci E, Licenziati MR, Calcaterra V, et al. The treatment of obesity in children and adolescents: consensus position statement of the Italian society of pediatric endocrinology and diabetology, Italian Society of Pediatrics and Italian Society of Pediatric Surgery. Ital J Pediatr 2023;49(1):69. DOI: 10.1186/s13052-023-01458-z
11. Sanderson E, Glymour MM, Holmes MV, Kang H, Morrison J, Munafo MR, et al. Mendelian randomization. Nat Rev Methods Primers 2022;2. DOI: 10.1038/s43586-021-00092-5
12. Freuer D, Linseisen J, O'Mara TA, Leitzmann M, Baurecht H, Baumeister SE, et al. Body Fat Distribution and Risk of Breast, Endometrial, and Ovarian Cancer: A Two-Sample Mendelian Randomization Study. Cancers (Basel) 2021;13(20). DOI: 10.3390/cancers13205053
13. Ahmed M, Mulugeta A, Lee SH, Makinen VP, Boyle T, Hypponen E. Adiposity and cancer: a Mendelian randomization analysis in the UK biobank. Int J Obes (Lond) 2021;45(12):2657-65. DOI: 10.1038/s41366-021-00942-y
14. Masuda T, Ogawa K, Kamatani Y, Murakami Y, Kimura T, Okada Y. A Mendelian randomization study identified obesity as a causal risk factor of uterine endometrial cancer in Japanese. Cancer Sci 2020;111(12):4646-51. DOI: 10.1111/cas.14667
15. Prescott J, Setiawan VW, Wentzensen N, Schumacher F, Yu H, Delahanty R, et al. Body Mass Index Genetic Risk Score and Endometrial Cancer Risk. PLoS One 2015;10(11):e0143256. DOI: 10.1371/journal.pone.0143256
16. Aarestrup J, Gamborg M, Ulrich LG, Sorensen TI, Baker JL. Childhood body mass index and height and risk of histologic subtypes of endometrial cancer. Int J Obes (Lond) 2016;40(7):1096-102. DOI: 10.1038/ijo.2016.56
17. Aarestrup J, Gamborg M, Tilling K, Ulrich LG, Sorensen TI, Baker JL. Childhood body mass index growth trajectories and endometrial cancer risk. Int J Cancer 2017;140(2):310-5. DOI: 10.1002/ijc.30464
18. Pierce BL, Burgess S. Efficient design for Mendelian randomization studies: subsample and 2-sample instrumental variable estimators. Am J Epidemiol 2013;178(7):1177-84. DOI: 10.1093/aje/kwt084
19. Burgess S, Butterworth A, Thompson SG. Mendelian randomization analysis with multiple genetic variants using summarized data. Genet Epidemiol 2013;37(7):658-65. DOI: 10.1002/gepi.21758
20. Hartwig FP, Davies NM, Hemani G, Davey Smith G. Two-sample Mendelian randomization: avoiding the downsides of a powerful, widely applicable but potentially fallible technique. Int J Epidemiol 2016;45(6):1717-26. DOI: 10.1093/ije/dyx028
21. Bowden J, Davey Smith G, Burgess S. Mendelian randomization with invalid instruments: effect estimation and bias detection through Egger regression. Int J Epidemiol 2015;44(2):512-25. DOI: 10.1093/ije/dyv080
22. Stearns FW. One hundred years of pleiotropy: a retrospective. Genetics 2010;186(3):767-73. DOI: 10.1534/genetics.110.122549
23. Bowden J, Davey Smith G, Haycock PC, Burgess S. Consistent Estimation in Mendelian Randomization with Some Invalid Instruments Using a Weighted Median Estimator. Genet Epidemiol 2016;40(4):304-14. DOI: 10.1002/gepi.21965
24. Hartwig FP, Davey Smith G, Bowden J. Robust inference in summary data Mendelian randomization via the zero modal pleiotropy assumption. Int J Epidemiol 2017;46(6):1985-98. DOI: 10.1093/ije/dyx102
25. Hemani G, Zheng J, Elsworth B, Wade KH, Haberland V, Baird D, et al. The MR-Base platform supports systematic causal inference across the human phenome. Elife 2018;7. DOI: 10.7554/eLife.34408
26. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. Stat Med 2002;21(11):1539-58. DOI: 10.1002/sim.1186
27. Bowden J, Del Greco MF, Minelli C, Davey Smith G, Sheehan NA, Thompson JR. Assessing the suitability of summary data for two-sample Mendelian randomization analyses using MR-Egger regression: the role of the I2 statistic. Int J Epidemiol 2016;45(6):1961-74. DOI: 10.1093/ije/dyw220
28. Egger M, Smith GD, Phillips AN. Meta-analysis: principles and procedures. BMJ 1997;315(7121):1533-7. DOI: 10.1136/bmj.315.7121.1533
29. Mariosa D, Smith-Byrne K, Richardson TG, Ferrari P, Gunter MJ, Papadimitriou N, et al. Body Size at Different Ages and Risk of 6 Cancers: A Mendelian Randomization and Prospective Cohort Study. J Natl Cancer Inst 2022;114(9):1296-300. DOI: 10.1093/jnci/djac061
30. Fang X, Wang X, Song Z, Han D, Yin X, Liu B, et al. Causal association of childhood obesity with cancer risk in adulthood: A Mendelian randomization study. Int J Cancer 2021;149(7):1421-5. DOI: 10.1002/ijc.33691
31. Felix JF, Bradfield JP, Monnereau C, van der Valk RJ, Stergiakouli E, Chesi A, et al. Genome-wide association analysis identifies three new susceptibility loci for childhood body mass index. Hum Mol Genet 2016;25(2):389-403. DOI: 10.1093/hmg/ddv472
32. Vogelezang S, Bradfield JP, Ahluwalia TS, Curtin JA, Lakka TA, Grarup N, et al. Novel loci for childhood body mass index and shared heritability with adult cardiometabolic traits. PLoS Genet 2020;16(10):e1008718. DOI: 10.1371/journal.pgen.1008718
33. Jebeile H, Kelly AS, O'Malley G, Baur LA. Obesity in children and adolescents: epidemiology, causes, assessment, and management. Lancet Diabetes Endocrinol 2022;10(5):351-65. DOI: 10.1016/S2213-8587(22)00047-X
34. Ells LJ, Rees K, Brown T, Mead E, Al-Khudairy L, Azevedo L, et al. Interventions for treating children and adolescents with overweight and obesity: an overview of Cochrane reviews. Int J Obes (Lond) 2018;42(11):1823-33. DOI: 10.1038/s41366-018-0230-y
35. Danielsson P, Kowalski J, Ekblom O, Marcus C. Response of severely obese children and adolescents to behavioral treatment. Arch Pediatr Adolesc Med 2012;166(12):1103-8. DOI: 10.1001/2013.jamapediatrics.319
36. Davey Smith G, Hemani G. Mendelian randomization: genetic anchors for causal inference in epidemiological studies. Hum Mol Genet 2014;23(R1):R89-98. DOI: 10.1093/hmg/ddu328

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Revisión

Inteligencia artificial generativa ChatGPT en nutrición clínica: avances y desafíos

Generative artificial intelligence ChatGPT in clinical nutrition — Advances and challenges

Daniel de Luis Román[1,2,3]

[1]Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. [2]Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición. Universidad de Valladolid. [3]Instituto de Investigación Biosanitaria de Valladolid (IBioVALL). Valladolid

Resumen

ChatGPT y otras herramientas de inteligencia artificial (IA) pueden modificar el manejo nutricional en la práctica clínica. Estas tecnologías, basadas en el aprendizaje automático y profundo, permiten identificar riesgos, proponer intervenciones personalizadas y monitorizar el progreso del paciente mediante datos extraídos de registros clínicos. ChatGPT destaca en áreas como la evaluación nutricional, al calcular necesidades calóricas y sugerir alimentos ricos en determinados nutrientes, y en el diagnóstico, al identificar problemas nutricionales con terminología técnica. En intervenciones, ofrece estrategias dietéticas y educativas, aunque carece de habilidades críticas como interpretar señales no verbales o realizar exámenes físicos. Los estudios recientes indican que ChatGPT tiene precisiones elevadas en las preguntas relacionadas con guías clínicas, pero presenta deficiencias al integrar situaciones clínicas complejas o garantizar la exactitud de los planes de alimentación. Además, los planes generados pueden mostrar desviaciones calóricas significativas y desequilibrios de micronutrientes como la vitamina D y la B12. A pesar de sus limitaciones, esta IA tiene potencial para complementar la práctica clínica al mejorar la accesibilidad y personalización de la atención nutricional. Sin embargo, su implementación efectiva requiere supervisión del profesional, la integración en los programas de los sistemas de salud existentes y la actualización constante de sus bases de datos.

En conclusión, aunque no reemplaza a los expertos en nutrición, ChatGPT puede actuar como una herramienta valiosa para optimizar la educación y el manejo nutricional de nuestros pacientes, siempre bajo la guía de profesionales capacitados.

Palabras clave:

ChatGPT. Desnutrición. Dieta. Nutrición. Obesidad.

Abstract

ChatGPT and other artificial intelligence (AI) tools can modify nutritional management in clinical settings. These technologies, based on machine learning and deep learning, enable the identification of risks, the proposal of personalized interventions, and the monitoring of patient progress using data extracted from clinical records. ChatGPT excels in areas such as nutritional assessment by calculating caloric needs and suggesting nutrient-rich foods, and in diagnosis, by identifying nutritional issues with technical terminology. In interventions, it offers dietary and educational strategies but lacks critical abilities such as interpreting non-verbal cues or performing physical examinations. Recent studies indicate that ChatGPT achieves high accuracy in questions related to clinical guidelines but shows deficiencies in integrating multiple medical conditions or ensuring the accuracy of meal plans. Additionally, generated plans may exhibit significant caloric deviations and imbalances in micronutrients such as vitamin D and B12. Despite its limitations, this AI has the potential to complement clinical practice by improving accessibility and personalization in nutritional care. However, its effective implementation requires professional supervision, integration with existing healthcare systems, and constant updates to its databases.

In conclusion, while it does not replace nutrition experts, ChatGPT can serve as a valuable tool to optimize nutrition education and management of our patiens, always under the guidance of trained professionals.

Keywords:

ChatGPT. Diet. Malnutrition. Nutrition. Obesity.

Recibido: 31/12/2024 • Aceptado: 04/02/2025

Conflictos de intereses: el autor declara no tener conflictos de intereses.

Inteligencia artificial: el autor declara no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

De Luis Román D. Inteligencia artificial generativa ChatGPT en nutrición clínica: avances y desafíos. Nutr Hosp 2025;42(4):797-806

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05692

Correspondencia:

Daniel de Luis Román. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Av. Ramón y Cajal, 3. 47003 Valladolid
e-mail: dadluis@yahoo.es

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INTRODUCCIÓN

El interés en buscar información sobre la salud a través de internet ha aumentado considerablemente en los últimos años (1). En este contexto, ChatGPT (*Chat Generative Pretrained Transformer*), un chatbot desarrollado por OpenAI, se ha posicionado como una herramienta ampliamente utilizada (Fig. 1). Utiliza algoritmos avanzados de aprendizaje automático para responder a preguntas en texto de manera similar a una conversación humana, demostrando una notable capacidad para comprender el contexto y ofrecer respuestas coherentes y precisas (2,3). Su enfoque interactivo y personalizado, junto con su acceso gratuito, inmediato y multiplataforma, lo han convertido en una herramienta eficiente y accesible para quienes buscan orientación nutricional en línea (4).

Los profesionales de la salud han mostrado un creciente interés en el uso de esta tecnología innovadora para optimizar el cuidado de los pacientes, así como para mejorar los diagnósticos y los tratamientos (5), teniendo en cuenta el uso ya extendido en medicina de otros sistemas basados en el conocimiento (Tabla I). En el ámbito de la inteligencia artificial (IA), los *chatbots* han emergido como una solución prometedora para brindar educación y apoyo a los pacientes de manera interactiva y en tiempo real, lo que incrementa el compromiso y los resultados generales de los pacientes (6,7). No obstante, la evidencia científica sobre el uso de ChatGPT para aumentar el conocimiento nutricional de los pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) es aún escasa (8,9). Un estudio reciente evaluó su capacidad para proporcionar información nutricional y concluyó que, aunque tiene potencial, no puede sustituir la experiencia de un dietista, especialmente en el manejo de condiciones clínicas complejas. Este estudio identificó limitaciones, como errores en las respuestas, la falta de demostraciones prácticas y exámenes físicos, y la incapacidad de involucrar activamente a los pacientes o de interpretar señales verbales y no verbales (7).

Asimismo, se ha analizado la eficacia de ChatGPT al responder preguntas comunes sobre nutrición y se compararon sus respuestas con las de expertos humanos, encontrando resultados similares en términos de precisión (8). Además, su capacidad para elaborar planes de alimentación personalizados para pacientes con ENT mostró resultados prometedores, aunque las recomendaciones presentaron diferencias calóricas medias del 20 % en relación con los objetivos energéticos previstos (9). Por otra parte, han surgido preocupaciones respecto a la seguridad y precisión de los planes dietéticos generados. Un estudio sobre su capacidad para diseñar dietas y planes alimenticios para un paciente con diabetes mellitus de tipo 2 y otro en hemodiálisis mostró que, aunque las respuestas eran claras y bastante precisas, el plan de comidas para el paciente en hemodiálisis contenía alimentos inadecuados (10). Otro estudio que evaluó 56 dietas creadas por ChatGPT para pacientes con alergias alimentarias detectó errores en las porciones, las calorías de los alimentos, las comidas e incluso en las dietas completas (11).

Teniendo en cuenta lo comentado previamente, en la siguiente revisión actualizaremos diferentes usos que se están realizando con ChatGPT en el área de la nutrición clínica, tanto en el diagnóstico como en el tratamiento nutricional.

Tabla I. Diferencias entre las características de ChatGPT y los sistemas basados en el conocimiento

Características	ChatGPT	Sistemas basados en el conocimiento
Enfoque computacional	Basado en datos (*Data-driven*)	Basado en el conocimiento (*Knowledge-driven*)
Capacidad de aprendizaje	Aprendizaje por transferencia (*Transfer learning*)	Conocimiento explícito (*Explicit knowledge*)
Toma de decisiones	Comprensión contextual (*Contextual understanding*)	Basada en reglas lógicas (*Rule-based logic*)
Interacción con el usuario	Conversaciones similares a las humanas	Consultas guiadas por el conocimiento

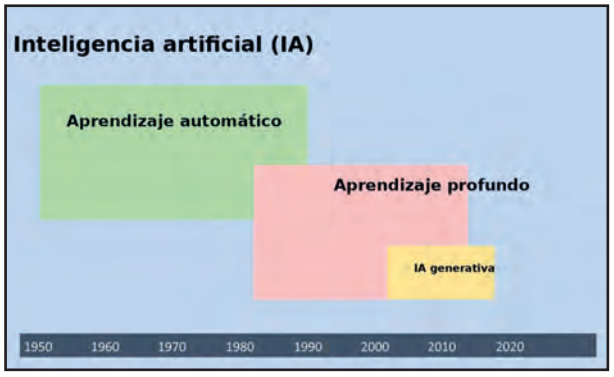


Figura 1. Contextualización de ChatGPT (IA generativa) en el área de la inteligencia artificial.

ChatGPT EN EL PROCESO DE ATENCIÓN NUTRICIONAL DEL PACIENTE

En el contexto de la creciente prevalencia de las enfermedades relacionadas con la nutrición y la escasez de recursos humanos a nivel asistencial en todas las categorías profesionales, nos podemos plantear el potencial de ChatGPT como asistente virtual en el proceso de la atención nutricional clínica. El conocimiento sobre hábitos nutricionales saludables es clave para tomar decisiones en nuestra vida diaria sobre la dieta y mejorar la salud pública. Una reciente revisión sistemática indicó una relación positiva, aunque débil, entre el conocimiento nutricional y

las elecciones dietéticas saludables (12). Sin embargo, la falta de una formación adecuada de la población general en nutrición limita la capacidad de muchas personas para tomar decisiones adecuadas en su vida cotidiana. Incluso los profesionales de la salud han demostrado deficiencias en cuanto a educación y capacitación nutricional (13,14). En este contexto, la tecnología está transformando el panorama de la nutrición personalizada. Algunas aplicaciones como *Virtual Dietitian* emplean algoritmos avanzados para ofrecer planes alimenticios personalizados basados en perfiles individuales (15). En contraste, ChatGPT, con su capacidad de mantener conversaciones dinámicas y responder a consultas en tiempo real, representa un enfoque innovador que podría complementar estas herramientas ya existentes, aunque su implementación en el campo de la nutrición sigue siendo limitada (16). ChatGPT podría apoyar el proceso asistencial en nutrición en diferentes puntos como, por ejemplo:

- *Evaluación nutricional:* ChatGPT puede proporcionar información sobre nutrientes, guías dietéticas y necesidades calóricas basadas en la edad, el sexo y el nivel de actividad física (17).
- *Diagnóstico nutricional:* ayuda a identificar problemas nutricionales y proponer diagnósticos basados en datos de evaluación utilizando terminología estandarizada (16).
- *Intervención nutricional:* puede ofrecer recomendaciones dietéticas personalizadas, estrategias de cambio de comportamiento y sugerencias para mejorar el contenido nutricional de las recetas (18).
- *Monitorización y evaluación:* facilita el seguimiento del progreso mediante herramientas de registro de alimentos y evaluación de datos nutricionales (19).

A pesar de estas capacidades, ChatGPT carece de habilidades clave como la realización de evaluaciones físicas, la interpretación de señales no verbales de los pacientes y la capacidad de proporcionar apoyo emocional, elementos esenciales de la atención personalizada (20). No obstante, esta inteligencia artificial generativa puede emular características comunes de aplicaciones nutricionales ya consolidadas, como bases de datos alimenticias y calculadoras de calorías (21), pero carece de otras funciones específicas, como seguimiento en tiempo real y notificaciones proactivas. Mientras que algunas aplicaciones especializadas integran dispositivos portátiles para recopilar datos en tiempo real, ChatGPT no puede interactuar directamente con esta tecnología. Por otro lado, ChatGPT destaca en la interacción educativa al responder consultas sobre conceptos complejos, como las diferencias entre grasas saturadas y no saturadas o las fuentes dietéticas de nutrientes esenciales. Sin embargo, persisten dudas sobre la precisión de sus recomendaciones debido a su dependencia de bases de datos externas (22).

ChatGPT IMPARTIENDO CONSEJOS DIETÉTICOS A PACIENTES

Recientemente se ha realizado un trabajo (23), utilizando la versión 3.5 de ChatGPT, en el que se evaluó su capacidad para ofrecer asesoramiento dietético en condiciones específicas como dislipidemia, hipertensión arterial, diabetes mellitus (DM2), obesidad, enfermedad hepática grasa no alcohólica (EHGNA), enfermedad renal crónica (ERC) y sarcopenia. También se analizó su desempeño en casos complejos con múltiples afecciones en el mismo paciente. Para cada patología se realizaron tres tipos de preguntas:

- "¿Puedes proporcionar orientación sobre una dieta óptima para (condición o enfermedad)?"
- "¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para (condición o enfermedad)?"
- "Tengo (condición o enfermedad), ¿qué debo comer?"

Las respuestas se compararon con las guías internacionales relevantes para cada enfermedad. En los casos de escenarios complejos, se presentó a ChatGPT un caso con múltiples afecciones (DM2, obesidad y ERC) para evaluar su capacidad de integrar recomendaciones dietéticas complejas. Finalmente, se realizó un análisis de expertos con dos dietistas y un médico, que evaluaron las respuestas de ChatGPT, clasificándolas como "apropiadas", "no completamente alineadas", "no respaldadas", "inapropiadas" o "generalizadas". Con este diseño, ChatGPT demostró ser capaz de proporcionar asesoramiento claro y generalmente alineado con las guías internacionales. La precisión varió entre unas afecciones y otras, siendo más alta para la EHGNA (73,3 %) y más baja para la sarcopenia (55,5 %) (23). Revisando los hallazgos de este trabajo en función de las patologías, en la dislipidemia: ChatGPT recomendó estrategias consistentes con las guías, como el aumento de la fibra dietética y la reducción de las grasas saturadas. Sin embargo, faltaron detalles sobre la reducción específica de los carbohidratos en la hipertrigliceridemia (24); en la hipertensión arterial, proporcionó recomendaciones adecuadas como la reducción del sodio y el aumento del consumo de frutas y verduras, pero omitió detalles sobre el control del peso y el ejercicio físico (25). En la obesidad, ChatGPT cometió errores menores, como sugerir meriendas regulares, lo que contradice las guías, que desaconsejan los refrigerios entre comidas (26). En la DM2 recomendó comidas equilibradas con alimentos de bajo índice glucémico y control de porciones, pero algunas sugerencias carecían de respaldo específico en las guías (27). En la EHGNA ofreció recomendaciones consistentes, como la pérdida de peso gradual y el aumento de la actividad física, pero incluyó suplementos de omega-3 y antioxidantes cuya eficacia aún no está confirmada (28). En la ERC sugirió limitar la ingesta de proteínas, pero las recomendaciones fueron demasiado generales y se omitieron detalles críticos como el control del fósforo y el potasio según el estadio de la enfermedad (29). Finalmente, en sarcopenia promovió el consumo de proteínas y el ejercicio físico, pero no proporcionó detalles específicos sobre la cantidad y el tipo de proteína necesarios (30). El problema principal se situó cuando se le planteó un escenario con múltiples afecciones (DM2, obesidad y ERC) y ChatGPT no logró integrar recomendaciones contradictorias, como aumentar las proteínas para la sarcopenia y limitarlas para la ERC. Además, omitió detalles críticos como el manejo de los electrólitos y los fluidos para la ERC (29). Los autores concluyen que ChatGPT fue

comparable a los dietistas al responder a preguntas generales de nutrición, pero no pudo abordar los aspectos emocionales o personalizados de la interacción. Con respecto a los planes de comida personalizados, aunque puede generar tales planes, estos a menudo tienen desviaciones calóricas significativas (de hasta un 20 %) y no siempre cumplen con los requisitos nutricionales específicos (31).

DESARROLLO DE PLANES DE DIETAS A TRAVÉS DE ChatGPT PARA LOS PACIENTES

Un paso más allá del asesoramiento dietético con consejos es la realización de planes de alimentación personalizados con estas herramientas. En la literatura se ha evaluado la validez de estos planes. Por ejemplo, Hieronimus y cols. (32) evaluaron la capacidad de las herramientas de inteligencia artificial (IA) ChatGPT y Bard para generar planes de comidas que cumplieran los requerimientos dietéticos de referencia (DRI) en diferentes patrones dietéticos: omnívoro, vegetariano y vegano. El objetivo de este estudio fue determinar si estas herramientas pueden generar planes alimenticios adecuados en términos de energía, macronutrientes y micronutrientes utilizando *prompts* simples y avanzados (Tabla II). Se incluyó un análisis de 29 parámetros dietéticos en comparación con los DRI. Los *prompts* se diseñaron para generar planes de comidas diarios saludables para una mujer de 25 años con un requerimiento energético de 2200 kcal/día. Se utilizaron dos tipos de *prompts*:

1. *Prompts* simples: solicitaron planes básicos según el patrón dietético.
2. *Prompts* avanzados: requirieron que los planes cumplieran explícitamente con los DRI.

Se generaron un total de 108 planes (54 por herramienta), incluyendo versiones omnívoras, vegetarianas y veganas. Ambas herramientas generaron planes variados, ofreciendo ChatGPT 5-6 comidas diarias y Bard 4 comidas. Sin embargo, los planes de Bard incluyeron elementos incompatibles con las dietas veganas en 6 de 54 ocasiones, mientras que ChatGPT no mostró este problema. En promedio, los planes generados por ambas herramientas estuvieron por debajo del requerimiento energético objetivo (1874 ± 333 kcal). Los planes veganos y vegetarianos presentaron mayores déficits, especialmente con los *prompts* avanzados. Con respecto a las proteínas, los planes omnívoros excedieron significativamente los DRI, mientras que los veganos se acercaron al mínimo recomendado. Esta diferencia refleja la calidad inferior de las proteínas vegetales en términos de biodisponibilidad. En relación a las grasas y carbohidratos, todos los planes estuvieron dentro del rango recomendado para las grasas, pero el 75 % de los planes omnívoros y vegetarianos generados con *prompts* avanzados estuvieron por debajo del rango de los carbohidratos. Con respecto a los micronutrientes, y en lo que respecta a las vitaminas, la vitamina D estuvo repetidamente baja en todos los planes, excepto en un plan omnívoro generado por ChatGPT con *prompts* avanzados; la vitamina B12 fue insuficiente en todos los planes veganos. ChatGPT sugirió suplementos

Tabla II. Ejemplos de *prompts* utilizados en la literatura, referencias 23, 32 y 33

Prompt *para planificación de comidas personalizadas:* *"Estoy buscando un plan de comidas personalizado que me ayude a controlar mi peso mientras sigo una dieta vegetariana. Para mantener mi peso, necesito consumir 2500 calorías al día. Suelo comer tres veces al día. Prefiero la cocina filipina, pero tengo alergia a los cacahuates. Sugiere un plan de comidas que incluya desayuno, almuerzo y cena."*
Prompt *para diferencias entre grasas saturadas e insaturadas:* *"¿Puedes explicar la diferencia entre las grasas saturadas e insaturadas y proporcionar recomendaciones sobre qué tipos de grasas son más saludables para consumir?"*
Prompt *sobre opciones saludables para satisfacer antojos de dulces:* *"¿Puedes sugerir opciones saludables para satisfacer los antojos de dulces?"*
Prompt *sobre cálculo del gasto energético total diario:* *"Estoy interesado en conocer cuántas calorías quemo al día. Aquí están mis detalles: tengo 31 años, soy hombre, mido 177 cm y peso 92 kg. Además, describiría mi nivel de actividad como muy activo. Mientras lo haces, ¿cuánta comida debería comer al día para perder peso de manera segura?"*
Prompt *sobre fuentes dietéticas de omega-3:* *"¿Cuáles son algunas buenas fuentes dietéticas de ácidos grasos omega-3?"*
Prompt *sobre dieta para dislipidemia (hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia):* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la hipercolesterolemia?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la hipercolesterolemia?"* *"Tengo hipercolesterolemia, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre dieta para hipertensión arterial:* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la hipertensión?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la hipertensión?"* *"Tengo hipertensión, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre dieta para obesidad:* "¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la obesidad?" *" ¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la obesidad?"* *"Tengo obesidad, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre dieta para diabetes mellítus tipo 2:* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la diabetes mellitus tipo 2?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la diabetes mellitus tipo 2?"* *"Tengo diabetes* mellitus *tipo 2, ¿qué debería comer?"*

(Continúa en página siguiente)

Tabla II (cont.). Ejemplos de *prompts* utilizados en la literatura, referencias 23, 32 y 33

Prompt *sobre dieta para enfermedad del hígado graso no alcohólico:* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar NAFLD?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para NAFLD?"* *"Tengo NAFLD, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre dieta para enfermedad renal crónica:* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la enfermedad renal crónica?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la enfermedad renal crónica?"* *"Tengo enfermedad renal crónica, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre dieta para sarcopenia:* *"¿Puedes proporcionar orientación sobre cómo planificar una dieta óptima para manejar la sarcopenia?"* *"¿Cuáles son las recomendaciones dietéticas para la sarcopenia?"* *"Tengo sarcopenia, ¿qué debería comer?"*
Prompt *sobre caso complejo (diabetes tipo 2, obesidad y enfermedad renal crónica):* *"Tengo diabetes mellitus tipo 2, obesidad y enfermedad renal crónica. ¿Puedes darme consejos nutricionales?"*

en 5 de 18 casos, pero Bard no mencionó esta necesidad. Y con respecto a los minerales, los niveles de hierro fueron adecuados en las dietas vegetarianas y veganas pero insuficientes en los planes omnívoros generados con *prompts* avanzados Y el flúor estuvo significativamente por debajo de los DRI en todos los planes, un hallazgo esperado dado su baja presencia en los alimentos no fortificados. Con respecto a la hidratación, ChatGPT mencionó la necesidad de hidratación en 21 de 54 planes, mientras que Bard no abordó este aspecto en ninguno de sus planes. Ambas herramientas generaron una variedad similar de comidas y aperitivos (ChatGPT: 41, Bard: 35). Aunque ChatGPT ofreció algunas sugerencias exclusivas (p. ej., curry de vegetales, pudín de chía vegano), no hubo diferencias significativas en la diversidad generada por ambas herramientas. Los autores concluyen que ChatGPT y Bard pueden generar planes de comidas razonablemente alineados con los DRI pero presentan limitaciones importantes, especialmente en dietas restrictivas como, por ejemplo: los planes estuvieron por debajo del objetivo calórico, lo que podría conducir a deficiencias energéticas si se adoptan de manera estricta; existían deficiencias de micronutrientes; la baja ingesta de vitamina D, B12 y flúor podría representar riesgos significativos, especialmente para las poblaciones veganas, y contrariamente a lo esperado, los *prompts* avanzados no mejoraron significativamente la precisión de los planes, lo que plantea dudas sobre la capacidad de las herramientas para interpretar las solicitudes complejas.

En otro trabajo, Papastratis y cols. (33) evaluaron la capacidad de ChatGPT, específicamente las versiones GPT-3.5 y GPT-4, para generar planes de comidas personalizados, dirigidos a pacientes con ENT como obesidad, enfermedades cardiovasculares (ECV) y DM2. Se compararon estos resultados con un sistema basado en el conocimiento (*Knowledge-Based*, KB) validado por expertos (34), utilizando métricas de precisión nutricional y variabilidad de las comidas generadas. El estudio analizó 15 perfiles de usuarios divididos en tres grupos de patologías: obesidad, ECV y DM2. Se utilizó ChatGPT para generar planes de comidas semanales de seis comidas al día, incorporando datos de perfil como peso, altura, nivel de actividad física y tasa metabólica basal. Se emplearon dos tipos de *prompts*: unos básicos y otros que incluían valores energéticos personalizados. El sistema KB mostró la mayor precisión, con una desviación promedio del 0,8 % respecto al objetivo energético. Por el contrario, ChatGPT presentó desviaciones del 19 % de media cuando no se incluía la energía personalizada en el *prompt*; al incluirla, la desviación se redujo al 3 % en GPT-4. El sistema KB tuvo una precisión del 91 % en macronutrientes, superando a GPT-3.5 y GPT-4, que alcanzaron un 82 % y 86 %, respectivamente, al usar *prompts* personalizados. GPT-3.5 mostró la mayor variedad, con un promedio de 6,58 comidas únicas por tipo de comida semanal, mientras que GPT-4 tuvo una media de 6,40. En comparación, el sistema KB generó menos diversidad debido a su base de datos limitada, con un promedio de 4,89 comidas únicas. Los autores concluyen que integrar los sistemas KB y ChatGPT podría combinar la precisión de las reglas ya validadas con la capacidad de procesamiento y flexibilidad de los modelos de lenguaje (34).

Por último, Kim y cols. (35) compararon planes de dieta para pacientes con obesidad generados por ChatGPT-4 con dos planes de control utilizados en centros médicos terciarios. Los participantes incluyeron médicos, dietistas registrados y enfermeros especialistas, quienes evaluaron los planes en términos de efectividad, balance nutricional, flexibilidad y aplicabilidad clínica. La evaluación incluyó 67 especialistas, que puntuaron los planes en una escala Likert de 0 a 10. También se generaron planes personalizados para pacientes hipotéticos con situaciones complejas como insuficiencia renal crónica, preferencia por la cocina española y alergias alimentarias. En el trabajo no se encontraron diferencias significativas entre los planes de ChatGPT y los planes de control en términos de eficacia, balance y aplicabilidad. De los 67 expertos, el 79,1 % no pudieron identificar correctamente el plan generado por IA. Se señalaron problemas de especificidad en las recomendaciones, como la falta de tamaños de las porciones exactas y la inclusión de ingredientes costosos o inapropiados para ciertos perfiles de pacientes. Los planes personalizados generados por la IA obtuvieron una puntuación promedio de 6,53 en seguridad, pero tuvieron una menor intención de uso clínico (5,40) debido a inconsistencias, como la inclusión de alimentos no recomendados (p. ej., tomates en los pacientes con insuficiencia renal y reflujo ácido) (36). Los especialistas destacaron que la calidad del plan dependía de la claridad y especificidad del *prompt* inicial, lo que subraya la necesidad de mejorar las entradas para optimizar los resultados generados por la IA.

UTILIDAD DE ChatGPT EN PACIENTES CON OBESIDAD

Arslan y cols. (7) analizan en un interesante trabajo el potencial de ChatGPT como herramienta de inteligencia artificial (IA) para el tratamiento personalizado de la obesidad, indicando que esta IA puede analizar el historial médico, las características físicas y el estilo de vida de un paciente para ofrecer recomendaciones específicas sobre planes nutricionales, programas de ejercicios y apoyo psicológico (37). Además, ChatGPT tiene el potencial de analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones relacionados con enfermedades asociadas a la obesidad, como la DM2, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares. Esto podría facilitar la creación de planes preventivos adaptados a pacientes con alto riesgo de desarrollar estas comorbilidades (38).

En el área del tratamiento del paciente obeso, debemos tener en cuenta la atención al paciente con cirugía bariátrica. En esta área, esta tecnología puede actuar como asistente virtual, ayudando en la comunicación preoperatoria, la recopilación de datos médicos y el análisis de las complicaciones relacionadas con la obesidad (39). Sin embargo, su implementación requiere abordar cuestiones éticas y legales, como la privacidad de los datos y la precisión de la toma de decisiones clínicas (40,41). A pesar de ello esta herramienta podría implementarse en los siguientes puntos del proceso asistencial del paciente con cirugía bariátrica:

1. *Accesibilidad:* proporciona información médica y recomendaciones dietéticas sin necesidad de citas presenciales, lo que lo convierte en una herramienta útil para los pacientes con acceso limitado a los servicios de salud (42).
2. *Gestión preoperatoria y posoperatoria:* facilita la recopilación de historiales médicos, la planificación quirúrgica y la predicción de las complicaciones posoperatorias con alta precisión (98 %) (43).
3. *Educación y soporte emocional:* ayuda a los pacientes a comprender los procedimientos bariátricos, fortaleciendo su confianza y motivación hacia el tratamiento (44).
4. *Optimización de procesos:* puede integrarse en los sistemas de historia clínica electrónica para generar resúmenes de alta y simplificar la toma de decisiones médicas (45).

A pesar de estas posibilidades, el uso de ChatGPT en la atención bariátrica presenta limitaciones significativas, como puede ser la falta de comprensión del contexto. Aunque puede generar respuestas precisas, su dependencia de patrones estadísticos puede llevar a recomendaciones inadecuadas en situaciones complejas. Existen también limitaciones técnicas, ya que la tecnología requiere recursos computacionales elevados, lo que podría limitar su acceso en áreas con infraestructura tecnológica deficiente. Además, hay problemas éticos y legales: la privacidad de los datos de los pacientes y la responsabilidad en caso de errores son áreas críticas que requieren regulación estricta (40,41).

Por último, el paciente con obesidad, con frecuencia tiene complicaciones como el síndrome metabólico o la diabetes mellitus de tipo 2 (DM2). Naja y cols. (46) evaluaron el uso de ChatGPT como herramienta de inteligencia artificial en la gestión nutricional de estas dos entidades. Estos autores analizaron la capacidad del *chatbot* para proporcionar recomendaciones dietéticas precisas y su acuerdo con las guías de la Academy of Nutrition and Dietetics. A través de 63 preguntas específicas, el estudio evalúa tres dominios clave: manejo dietético, proceso de atención nutricional (*Nutrition Care Process*, NCP) y planificación de menús de 1500 kcal. El estudio utilizó *prompts* específicamente diseñados para evaluar la capacidad de ChatGPT en esas 3 áreas y los resultados generados por el *chatbot* fueron evaluados por dos dietistas clínicos licenciados, quienes compararon las respuestas con las guías oficiales, calificándolas en una escala de 1 a 4 para medir la concordancia. En general, las recomendaciones relacionadas con el manejo dietético eran claras, pero faltaban detalles críticos como los ajustes calóricos específicos y la orientación sobre el recuento de carbohidratos para la DM2 (47). También detectaron falta de recomendaciones sobre nutrientes clave como los ácidos grasos omega-3, la fibra y las fuentes de proteínas magras. Con respecto a la evaluación nutricional, las respuestas del *chatbot* omitieron parámetros importantes, como los datos bioquímicos y antropométricos relevantes para evaluar el estado de salud de estos pacientes. Algunos enunciados de diagnóstico eran incompletos y carecían de la terminología técnica adecuada, lo que limita su utilidad en un entorno clínico. Por último, aunque se ofrecieron recomendaciones generales, faltaron detalles específicos sobre la distribución de macronutrientes, la actividad física y las estrategias personalizadas para mantener el progreso del paciente.

Con respecto a los menús generados por ChatGPT, estos mostraron discrepancias con los objetivos establecidos; por ejemplo: desviaciones calóricas de hasta +361 kcal en las dietas para la hipertrigliceridemia; desequilibrios en la proporción de carbohidratos y grasas, con niveles de grasa alcanzando hasta el 43 % del total energético en algunos casos; y deficiencias significativas en calcio y vitamina D, nutrientes clave para la salud metabólica. Los autores concluyen que los hallazgos reflejan el potencial de ChatGPT para apoyar la educación y el manejo nutricional, pero también destacan sus limitaciones. El modelo tiende a proporcionar respuestas genéricas, omitiendo las adaptaciones personalizadas necesarias para abordar condiciones metabólicas complejas. Aunque su claridad y practicidad fueron calificadas como “buenas” o “excelentes”, los expertos subrayan la importancia de la supervisión humana en la interpretación de sus recomendaciones (48).

UTILIDAD DE ChatGPT EN UNA CONSULTA CON PACIENTES QUE PRESENTAN DESNUTRICIÓN

La desnutrición energético-proteica (DEP) es un trastorno nutricional caracterizado por un consumo insuficiente de proteínas y calorías. La DEP es un problema complejo que requiere un enfoque multidimensional. Esto incluye intervenciones nutricionales dirigidas a mejorar la ingesta calórica y proteica, el suministro de alimentos fortificados y programas educativos comunitarios que promuevan prácticas agrícolas sostenibles (49); en nuestro medio

se relaciona fundamentalmente con enfermedades, lo que conocemos como desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE).

En este sentido, ChatGPT se presenta como una herramienta interesante en el manejo de la DEP gracias a su capacidad para procesar grandes cantidades de datos, generar respuestas contextuales y adaptarse a diferentes necesidades. Sus aplicaciones incluyen el campo del diagnóstico y la educación nutricional. De este modo, ChatGPT puede proporcionar información accesible y detallada sobre las causas, los síntomas y las estrategias preventivas de la DEP, lo que lo convierte en un recurso útil tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud (49). También puede sugerir alimentos ricos en proteínas y diseñar planes de comidas personalizados según las necesidades del individuo (50). Estas funciones facilitan la educación nutricional en comunidades con recursos limitados, ayudando a reducir las tasas de malnutrición. Por otra parte, puede facilitar apoyo emocional, además de abordar las necesidades físicas. La malnutrición suele estar acompañada de estrés y aislamiento social, especialmente en los niños y sus cuidadores. ChatGPT, mediante respuestas empáticas, puede proporcionar motivación y dirigir a los usuarios hacia recursos tales como servicios de consejería o grupos de apoyo comunitario. También nos puede facilitar el seguimiento y evaluación de los pacientes. ChatGPT puede asistir en la monitorización de los parámetros antropométricos, como peso y altura, y en la interpretación de los resultados de laboratorio, lo que permite ajustes oportunos de los planes de intervención. En esta área, lo más habitual es encontrar trabajos sobre recomendaciones de alimentos ricos en proteínas como, por ejemplo, un estudio que indicó que ChatGPT era altamente efectivo al sugerir alimentos adecuados para prevenir la PEM (51). ChatGPT demostró ser capaz de generar planes centrados en proteínas con niveles aceptables de precisión, aunque con ciertas deficiencias en términos de micronutrientes y equilibrio calórico (52). Y también las interacciones con ChatGPT se consideraron efectivas para fomentar los cambios de comportamiento en los hábitos alimenticios (53).

Una de las áreas en las que se ha investigado la aplicación de ChatGPT en la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) es la enfermedad renal crónica (ERC). De este modo, Achraya y cols. (54) utilizaron, además de Chat GPT, Bard AI y Bing AI en la educación de pacientes con enfermedad renal crónica (ERC). Estos sistemas se evaluaron por su capacidad de responder preguntas sobre las modificaciones del estilo de vida y el manejo nutricional basándose en guías clínicas reconocidas, como las KDIGO (*Kidney Disease: Improving Global Outcomes*) y KDOQI (*Kidney Disease Outcomes Quality Initiative*). Se diseñaron 35 preguntas: 15 basadas en las guías KDIGO y 20 de las guías KDOQI. Dos nefrólogos independientes revisaron las respuestas según los siguientes criterios: precisión clínica, riesgo potencial, claridad y relevancia, y por último, consistencia con las guías. Estos autores fueron cuidadosos al indicar el acceso temporal a las herramientas; de ese modo, ChatGPT 3.5 (marzo y septiembre 2023) mostró respuestas precisas en el 87 % de las preguntas basadas en las KDIGO. Algunas respuestas fueron consideradas engañosas, como sugerencias no probadas sobre el impacto de ciertos medicamentos y una alta ingesta proteica. La versión de septiembre de 2023 destacó por su claridad, aunque admitía una actualización limitada hasta 2021 y carecía de referencias específicas. Por otra parte, ChatGPT 4 (septiembre y noviembre de 2023) mostró mejoras en la presentación, con respuestas más detalladas y estructuradas en puntos; proporcionó referencias más relevantes, aunque no siempre directamente aplicables al contexto de las preguntas, y respuestas consistentes con las guías en el 100 % de las preguntas basadas en las KDIGO y KDOQI. Con respecto a Bard AI (septiembre y noviembre de 2023), esta mostró respuestas precisas en el 87 % de las preguntas KDIGO en septiembre, pero con errores significativos como confundir antiácidos con agentes reductores del ácido en el contexto de la ERC. La versión de noviembre mejoró significativamente en precisión y claridad, con representaciones visuales útiles. Por último, Bing AI (noviembre de 2023) presentó respuestas precisas pero extremadamente breves, limitando por tanto su utilidad práctica.

En este estudio (54) se mostró que las variaciones en la formulación de preguntas no afectaron significativamente la precisión de las respuestas en los modelos más avanzados (ChatGPT 4 y Bard AI de noviembre). Las recomendaciones nutricionales para la ingesta proteica mostraron discrepancias con las guías KDOQI en todos los modelos, aunque Bard AI destacó por su claridad y detalle.

DESAFÍOS Y LIMITACIONES DE ChatGPT EN NUTRICIÓN CLÍNICA

ChatGPT presenta un gran potencial como herramienta complementaria en el ámbito de la nutrición clínica pero también enfrenta limitaciones y desafíos significativos que restringen su efectividad en escenarios complejos (Tabla III). Su comprensión se basa en patrones estadísticos, lo que puede resultar en recomendaciones inexactas o inapropiadas al carecer de una verdadera interpretación del contexto. Además, aunque genera respuestas que parecen empáticas, no puede ofrecer el apoyo emocional genuino esencial para la atención personalizada, especialmente en el manejo de las enfermedades crónicas y los trastornos nutricionales. La protección de datos personales es otro desafío crítico ya que cualquier brecha en la seguridad podría comprometer información sensible, preocupación especialmente relevante en el cumplimiento de las regulaciones de privacidad. Asimismo, su dependencia de importantes recursos computacionales limita su accesibilidad en regiones con infraestructura tecnológica insuficiente. Otra barrera importante es la ausencia de responsabilidad ética en caso de errores, ya que no existe un marco normativo que regule el uso de modelos de inteligencia artificial en el ámbito de la salud.

En el contexto especifico de la nutrición clínica, las deficiencias incluyen respuestas inexactas o desactualizadas, falta de monitorización en tiempo real y la incapacidad de realizar evaluaciones físicas o interpretar señales no verbales, elementos esenciales de la atención clínica personalizada. Los planes

Tabla III. Desafíos, limitaciones y potencial de ChatGPT en nutrición clínica

Categoría	Descripción	Implicaciones
Desafíos técnicos	Comprensión limitada del contexto	Recomendaciones inexactas o inapropiadas en escenarios clínicos complejos
	Necesidad de recursos computacionales significativos	Accesibilidad restringida en entornos con infraestructura limitada
	Falta de monitorización en tiempo real	Reducción de la capacidad de proporcionar ajustes dinámicos o personalizados
Limitaciones funcionales	Incapacidad de realizar evaluaciones físicas o interpretar señales no verbales	Evaluaciones nutricionales incompletas; dependencia de datos proporcionados por el usuario
	Respuestas a veces incompletas o incorrectas	Peligro de errores en el manejo de casos clínicos sin supervisión profesional
	Conocimiento limitado en guías nutricionales especializadas o actualizaciones recientes	Dificultad para alinearse con recomendaciones clínicas actualizadas
Aspectos éticos	Preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos	Situaciones de violación de la confidencialidad del paciente y falta de regulación ética
	Falta de un marco normativo para la responsabilidad de las recomendaciones de la IA	Ausencia de estándares que supervisen el impacto y el uso clínico de ChatGPT
Fortalezas	Acceso inmediato y multilingüe 24/7	Mejora en la educación y en el alcance de las recomendaciones nutricionales, especialmente en remoto
	Capacidad de personalización según los datos ingresados	Promueve planes adaptados al perfil del paciente y mejora la adherencia terapéutica
Potencial futuro	Actualización continua de sus bases de datos y algoritmos	Mayor precisión y relevancia en sus recomendaciones
	Integración con sistemas de salud y supervisión profesionales	Optimización del manejo clínico y educación nutricional bajo supervisión médica
	Colaboración con expertos y desarrolladores para mejorar las capacidades	Progreso en la atención nutricional personalizada y en el uso seguro de la inteligencia artificial

alimenticios generados a menudo presentan desviaciones calóricas y desequilibrios de micronutrientes clave como la vitamina D y la B12, especialmente en caso de dietas restrictivas como la vegana. Sin embargo, ChatGPT es accesible, gratuito y fomenta la educación y el compromiso del paciente al ofrecer información en tiempo real y en múltiples plataformas, lo que puede ser particularmente útil en la educación nutricional. Para maximizar su utilidad es crucial fortalecer sus capacidades de personalización, actualizar sus bases de datos regularmente y abordar los problemas relacionados con la privacidad y la seguridad. Aunque no puede reemplazar a los especialistas en nutrición clínica ni sustituir la experiencia clínica, su integración bajo supervisión de los profesionales y su combinación con herramientas basadas en el conocimiento validado podrían optimizar el manejo nutricional. Esto permitiría que ChatGPT se convirtiera en un recurso valioso para ampliar el acceso a la atención nutricional, mejorar la precisión de las recomendaciones y fomentar un enfoque más personalizado y responsable en la gestión de trastornos relacionados con la nutrición.

CONCLUSIONES

ChatGPT constituye una herramienta prometedora en el campo de la nutrición, con un gran potencial para complementar las consultas clínicas al proporcionar asesoramiento dietético, planes de alimentación personalizados y educación a los pacientes. Sin embargo, enfrenta varios desafíos y limitaciones que deben abordarse para maximizar su efectividad e integrarlo de manera segura y confiable en los entornos de atención nutricional clínica. En primer lugar, ChatGPT opera en base a patrones estadísticos y carece de una verdadera comprensión contextual, lo que puede dar lugar a recomendaciones inexactas o inapropiadas. Además, aunque puede generar respuestas que suenen empáticas, no puede ofrecer apoyo emocional genuino, un componente crítico de la atención centrada en el paciente. Las preocupaciones sobre privacidad y seguridad son fundamentales, ya que las brechas de datos podrían comprometer información sensible de los pacientes. Asimismo, su dependencia de recursos computacionales podría limitar su accesibilidad y generalización. También

surgen consideraciones éticas que deben ser reguladas. A pesar de sus capacidades, ChatGPT tiene dificultades para realizar evaluaciones físicas o interpretar señales no verbales, aspectos esenciales de la evaluación nutricional integral. Su dependencia de la entrada de datos por parte del usuario puede llevar a variaciones en la calidad de las respuestas. Además, estudios han identificado deficiencias en la precisión de los planes nutricionales. Estas limitaciones subrayan la necesidad de supervisión experta para validar y ajustar los consejos generados por la IA antes de su aplicación clínica.

De cara al futuro, abordar estas limitaciones requiere actualizaciones regulares de la base de conocimientos de ChatGPT, su integración con los sistemas de salud y la mejora de su capacidad para interpretar datos clínicos complejos. Una implementación efectiva bajo la supervisión de profesionales capacitados podría transformar la gestión nutricional, ofreciendo una atención más personalizada, accesible y eficiente. La investigación continua y la colaboración entre desarrolladores de IA y actores interesados en el ámbito sanitario serán cruciales para optimizar su papel en la nutrición clínica.

Para finalizar, utilizaremos el mito de Prometeo y el fuego como epílogo de este artículo. Prometeo, un titán astuto, robó el fuego de los dioses para entregárselo a la humanidad, otorgándoles el conocimiento y la capacidad de transformar su mundo. Este acto de generosidad permitió a los humanos progresar, pero también trajo consecuencias, ya que Prometeo fue castigado por Zeus, quien temía que los mortales abusaran de este poder y no supieran usarlo cabalmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tan SS, Goonawardene N. Internet Health Information Seeking and the Patient-Physician Relationship: A Systematic Review. J Med Internet Res 2017;19(1):e9. DOI: 10.2196/jmir.5729
2. Introducing ChatGPT. ChatGPT 101: What Is Generative AI (and How to Use It). (Acceso 30 diciembre 2024). Disponible en: https://www.coursera.org/articles/chatgpt
3. Sallam M. ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. Healthcare (Basel) 2023;11(6):887. DOI: 10.3390/healthcare11060887
4. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. Future Healthc J 2019;6(2):94-8. DOI: 10.7861/futurehosp.6-2-94
5. Sharma S, Pajai S, Prasad R, Wanjari MB, Munjewar PK, Sharma R, et al. A Critical Review of ChatGPT as a Potential Substitute for Diabetes Educators. Cureus 2023;15(5):e38380. DOI: 10.7759/cureus.38380
6. Garcia MB. ChatGPT as a virtual dietitian: Exploring its potential as a tool for improving nutrition knowledge. Appl Syst Innov 2023;6:96. DOI: 10.3390/asi6050096
7. Arslan S. Exploring the Potential of Chat GPT in Personalized Obesity Treatment. Ann Biomed Eng 2023;51(9):1887-8. DOI: 10.1007/s10439-023-03227-9
8. Kirk D, van Eijnatten E, Camps G. Comparison of Answers between ChatGPT and Human Dieticians to Common Nutrition Questions. J Nutr Metab 2023;2023:5548684. DOI: 10.1155/2023/5548684
9. Papastratis I, Stergioulas A, Konstantinidis D, Daras P, Dimitropoulos K. Can ChatGPT provide appropriate meal plans for NCD patients? Nutrition 2024;121:112291. DOI: 10.1016/j.nut.2023.112291. Erratum in: Nutrition 2024;128:112532. DOI: 10.1016/j.nut.2024.112532
10. Chatelan A, Clerc A, Fonta PA. ChatGPT and Future Artificial Intelligence Chatbots: What may be the Influence on Credentialed Nutrition and Dietetics Practitioners? J Acad Nutr Diet 2023;123(11):1525-31. DOI: 10.1016/j.jand.2023.08.001
11. Niszczota P, Rybicka I. The credibility of dietary advice formulated by ChatGPT: Robo-diets for people with food allergies. Nutrition 2023;112:112076. DOI: 10.1016/j.nut.2023.112076
12. Spronk I, Kullen C, Burdon C, O'Connor H. Relationship between nutrition knowledge and dietary intake. Br J Nutr 2014;111(10):1713-26. DOI: 10.1017/S0007114514000087
13. Vrkatić A, Grujičić M, Jovičić-Bata J, Novaković B. Nutritional Knowledge, Confidence, Attitudes towards Nutritional Care and Nutrition Counselling Practice among General Practitioners. Healthcare (Basel) 2022;10(11):2222. DOI: 10.3390/healthcare10112222
14. Aggarwal M, Devries S, Freeman AM, Ostfeld R, Gaggin H, Taub P, et al. The Deficit of Nutrition Education of Physicians. Am J Med 2018;131(4):339-45. DOI: 10.1016/j.amjmed.2017.11.036
15. Barua R, Sarkar A, Datta S. Emerging Advancement of 3D Bioprinting Technology in Modern Medical Science and Vascular Tissue Engineering Education. En: Handbook of Research on Instructional Technologies in Health Education and Allied Disciplines; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2023; pp. 153-75
16. Seetharaman R. Revolutionizing Medical Education: Can ChatGPT Boost Subjective Learning and Expression? J Med Syst 2023;47(1):61. DOI: 10.1007/s10916-023-01957-w
17. Mueller C, Compher C, Ellen DM; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors. A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2011;35(1):16-24. DOI: 10.1177/0148607110389335
18. Eliot KA, L'Horset AM, Gibson K, Petrosky S. Interprofessional Education and Collaborative Practice in Nutrition and Dietetics 2020: An Update. J Acad Nutr Diet 2021;121(4):637-46. DOI: 10.1016/j.jand.2020.08.010
19. Tappenden KA, Quatrara B, Parkhurst ML, Malone AM, Fanjiang G, Ziegler TR. Critical role of nutrition in improving quality of care: an interdisciplinary call to action to address adult hospital malnutrition. J Acad Nutr Diet 2013;113(9):1219-37. DOI: 10.1016/j.jand.2013.05.015
20. Hummell AC, Cummings M. Role of the nutrition-focused physical examination in identifying malnutrition and its effectiveness. Nutr Clin Pract 2022;37(1):41-9. DOI: 10.1002/ncp.10797
21. https://calcdieta.ienva.org/?lang=es
22. Niszczota P, Rybicka I. The credibility of dietary advice formulated by ChatGPT: Robo-diets for people with food allergies. Nutrition 2023;112:112076. DOI: 10.1016/j.nut.2023.112076
23. Ponzo V, Goitre I, Favaro E, Merlo FD, Mancino MV, Riso S, et al. Is ChatGPT an Effective Tool for Providing Dietary Advice? Nutrients 2024;16(4):469. DOI: 10.3390/nu16040469
24. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. Eur Heart J 2020;41(1):111-88. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz455. Erratum in: Eur Heart J 2020;41(44):4255. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz826
25. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). J Hypertens 2023;41(12):1874-2071. DOI: 10.1097/HJH.0000000000003480. Erratum in: J Hypertens 2024;42(1):194. DOI: 10.1097/HJH.0000000000003621
26. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, Schindler K, Busetto L, Micic D, et al. European Guidelines for Obesity Management in Adults. Obes Facts 2015;8(6):402-24. DOI: 10.1159/000442721. Erratum in: Obes Facts 2016;9(1):64. DOI: 10.1159/000444869
27. Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Evidence-based European recommendations for the dietary management of diabetes. Diabetologia 2023;66(6):965-85. DOI: 10.1007/s00125-023-05894-8
28. Rinella ME, Neuschwander-Tetri BA, Siddiqui MS, Abdelmalek MF, Caldwell S, Barb D, et al. AASLD Practice Guidance on the clinical assessment and management of nonalcoholic fatty liver disease. Hepatology 2023;77(5):1797-835. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000323
29. Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, Campbell KL, Carrero JJ, Chan W, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. Am J Kidney Dis 2020;76(3 Suppl 1):S1-S107. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.05.006. Erratum in: Am J Kidney Dis 2021;77(2):308. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.11.004
30. Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. Clin Nutr 2014;33(6):929-36. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.04.007

31. Chatelan A, Clerc A, Fonta PA. ChatGPT and future artificial intelligence chatbots: What may be the influence on credentialed nutrition and dietetics practitioners? J Acad Nutr Diet 2023;123:1525-31 DOI: 10.1016/j.jand.2023.08.001
32. Hieronimus B, Hammann S, Podszun MC. Can the AI tools ChatGPT and Bard generate energy, macro- and micro-nutrient sufficient meal plans for different dietary patterns? Nutr Res 2024;128:105-14. DOI: 10.1016/j.nutres.2024.07.002
33. Papastratis I, Stergioulas A, Konstantinidis D, Daras P, Dimitropoulos K. Can ChatGPT provide appropriate meal plans for NCD patients? Nutrition 2024;121:112291. DOI: 10.1016/j.nut.2023.112291. Erratum in: Nutrition 2024;128:112532. DOI: 10.1016/j.nut.2024
34. Stefanidis K, Tsatsou D, Konstantinidis D, Gymnopoulos L, Daras P, Wilson-Barnes S, et al. PROTEIN AI Advisor: A Knowledge-Based Recommendation Framework Using Expert-Validated Meals for Healthy Diets. Nutrients 2022;14(20):4435. DOI: 10.3390/nu14204435
35. Kim DW, Park JS, Sharma K, Velazquez A, Li L, Ostrominski JW, et al. Qualitative evaluation of artificial intelligence-generated weight management diet plans. Front Nutr 2024;11:1374834. DOI: 10.3389/fnut.2024.1374834
36. Salehi B, Sharifi-Rad R, Sharopov F, Namiesnik J, Roointan A, Kamle M, et al. Beneficial effects and potential risks of tomato consumption for human health: An overview. Nutrition 2019;62:201-8. DOI: 10.1016/j.nut.2019.01.012
37. Biswas SS. Role of Chat GPT in Public Health. Ann Biomed Eng 2023;51(5):868-9. DOI: 10.1007/s10439-023-03172-7
38. Ray PS, Sa A, Dutta S. Role of chatbot in obesity treatment. In: 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). IEEE 2019;1:1-6.
39. Law S, Oldfield B, Yang W; Global Obesity Collaborative. ChatGPT/GPT-4 (large language models): Opportunities and challenges of perspective in bariatric healthcare professionals. Obes Rev 2024;25(7):e13746. DOI: 10.1111/obr.13746
40. Eloundou TMS, Mishkinl P, Manning S, Mishkin P, Rock D. GPTs are GPTs: an early look at the labor market impact potential of large language models. arXiv:2303.10130 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2303.10130
41. Mijwil M, Aljanabi M, Ali A. Chatgpt: Exploring the role of cybersecurity in the protection of medical information. Mesopotamian Journal of CyberSecurity 2023:18-21. DOI: 10.58496/MJCS/2023/004
42. Panch T, Pearson-Stuttard J, Greaves F, Atun R. Artificial intelligence: opportunities and risks for public health. Lancet Digit Health 2019;1(1):e13-14. DOI: 10.1016/S2589-7500(19)30002-0. Erratum in: Lancet Digit Health 2019 Jul;1(3):e113. DOI: 10.1016/S2589-7500(19)30066-4
43. Scheetz J, Rothschild P, McGuinness M, Hadoux X, Soyer HP, Janda M, et al. A survey of clinicians on the use of artificial intelligence in ophthalmology, dermatology, radiology and radiation oncology. Sci Rep 2021;11(1):5193. DOI: 10.1038/s41598-021-84698-5
44. Rahmanti AR, Yang HC, Bintoro BS, Nursetyo AA, Muhtar MS, Syed-Abdul S, Li YJ. SlimMe, a Chatbot With Artificial Empathy for Personal Weight Management: System Design and Finding. Front Nutr 2022;9:870775. DOI 10.3389/fnut.2022.870775
45. Solbrig L, Jones R, Kavanagh D, May J, Parkin T, Andrade J. People trying to lose weight dislike calorie counting apps and want motivational support to help them achieve their goals. Internet Interv 2017;7:23-31. DOI: 10.1016/j.invent.2016.12.003
46. Naja F, Taktouk M, Matbouli D, Khaleel S, Maher A, Uzun B, et al. Artificial intelligence chatbots for the nutrition management of diabetes and the metabolic syndrome. Eur J Clin Nutr 2024;78(10):887-96. DOI: 10.1038/s41430-024-01476-y
47. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2023. Diabetes Care 2023;46(Suppl 1):S19-40. DOI: 10.2337/dc23-S002. Erratum in: Diabetes Care 2023;46(5):1106. DOI: 10.2337/dc23-er05. Erratum in: Diabetes Care 2023;46(9):1715. DOI: 10.2337/dc23-ad08
48. Javaid M, Haleem A, Singh RP. ChatGPT for healthcare services: an emerging stage for an innovative perspective. TBench 2023;3:100105. DOI: 10.1016/j.tbench.2023.100105
49. Scholes G. Protein-energy malnutrition in older Australians: A narrative review of the prevalence, causes and consequences of malnutrition, and strategies for prevention. Health Promot J Austr 2022;33(1):187-93. DOI: 10.1002/hpja.489
50. Agarwal M, Sharma P, Goswami A. Analysing the Applicability of ChatGPT, Bard, and Bing to Generate Reasoning-Based Multiple-Choice Questions in Medical Physiology. Cureus 2023;15(6):e40977. DOI: 10.7759/cureus.40977
51. Khan U. Revolutionizing Personalized Protein Energy Malnutrition Treatment: Harnessing the Power of Chat GPT. Ann Biomed Eng 2024;52(5):1125-7. DOI: 10.1007/s10439-023-03331-w
52. Johnson D, Goodman R, Patrinely J, Stone C, Zimmerman E, Donald R, et al. Assessing the Accuracy and Reliability of AI-Generated Medical Responses: An Evaluation of the Chat-GPT Model. Res Sq (Preprint) 2023:rs.3.rs-2566942. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2566942/v1
53. Xie Y, Seth I, Hunter-Smith DJ, Rozen WM, Ross R, Lee M. Aesthetic Surgery Advice and Counseling from Artificial Intelligence: A Rhinoplasty Consultation with ChatGPT. Aesthetic Plast Surg 2023;47(5):1985-1993. DOI: 10.1007/s00266-023-03338-7
54. Acharya PC, Alba R, Krisanapan P, Acharya CM, Suppadungsuk S, Csongradi E, et al. AI-Driven Patient Education in Chronic Kidney Disease: Evaluating Chatbot Responses against Clinical Guidelines. Diseases 2024;12(8):185. DOI: 10.3390/diseases12080185

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Revisión

Efecto de la percepción del gusto sobre el estado nutricio en pacientes con cáncer de mama: revisión sistemática

Effect of taste perception on nutritional status in patients with breast cancer — A systematic review

Harumi Rivas-Acosta[1], Fernand Vedrenne-Gutiérrez[1,2], Fernanda Ramírez Monroy[1], Mariana Berenice Alejandro-Treviño[1], Vanessa Fuchs-Tarlovsky[2,3]

[1]Departamento de Salud. Universidad Iberoamericana. Ciudad de México, México. [2]Escuela de Ciencias de la Salud. Universidad Anáhuac Campus Norte. Huixquilucan, Estado de México. México. [3]Departamento de Nutrición Clínica. Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga". Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: el cáncer de mama es una de las principales causas de muerte en mujeres mayores de 30 años. Tratamientos como la quimioterapia y la radioterapia pueden alterar el gusto y el olfato, lo que reduce el apetito y puede causar pérdida de peso, desnutrición y menor calidad de vida. Estas alteraciones también pueden afectar la respuesta al tratamiento.

Objetivo: explicar cómo los cambios en el gusto causados por la quimioterapia afectan la alimentación y el estado nutricional de las mujeres con cáncer de mama.

Metodología: se revisaron artículos científicos confiables en bases de datos como SciELO, PubMed, Scopus y Web of Science. Se tomaron en cuenta estudios médicos y de nutrición con base científica.

Resultados: de los 19 artículos analizados, el 58 % reportaron la prevalencia de alteraciones del gusto en pacientes con cáncer de mama tras la quimioterapia, con cifras que oscilan entre el 44 % y el 93 %. El 68 % de las pacientes tratadas con trastuzumab presentaron disgeusia, mientras que con epirubicina y ciclofosfamida se observó en el 53 %, y con taxanos en hasta el 80 %. La mayoría de los estudios utilizaron cuestionarios validados para evaluar estas alteraciones, aunque no existe un método único aceptado. Algunos trabajos también señalaron cambios en las preferencias alimentarias, pérdida de apetito y peso, y evaluaron intervenciones como el automonitoreo, sesiones educativas y fotobiomodulación, con resultados positivos en la reducción de síntomas y mejora de la calidad de vida.

Conclusiones: la quimioterapia puede alterar el gusto de las pacientes con cáncer de mama, y esto afecta negativamente su nutrición y calidad de vida. Detectar y atender este problema puede ayudar a que las pacientes se alimenten mejor y tengan mejores resultados con su tratamiento.

Palabras clave:

Cáncer de mama.
Disgeusia. Disosmia.
Quimioterapia.

Recibido: 16/01/2025 • Aceptado: 02/04/2025

Declaración de autoría: V. Fuchs-Tarlovsky y F. Vedrenne-Gutiérrez contribuyeron igualmente a la concepción y diseño de la investigación, así como a la revisión de los contenidos. El resto de los autores contribuyeron por igual al desarrollo, lectura y síntesis de los artículos.

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

Uso de inteligencia artificial: en la elaboración de este artículo se ha utilizado inteligencia artificial (IA), específicamente ChatGPT, como apoyo en la redacción, edición y organización de ideas. Sin embargo, los autores son responsables de todo el contenido presentado, incluyendo la revisión y corrección final de la información para garantizar su precisión y coherencia. La IA fue utilizada únicamente como una herramienta para facilitar el proceso de escritura y no para la generación autónoma de contenido científico o de investigación.

Rivas-Acosta H, Vedrenne-Gutiérrez F, Ramírez Monroy F, Alejandro-Treviño MB, Fuchs-Tarlovsky V. Efecto de la percepción del gusto sobre el estado nutricio en pacientes con cáncer de mama: revisión sistemática. Nutr Hosp 2025;42(4):807-819

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05722

Correspondencia:
Vanessa Fuchs-Tarlovsky. Departamento de Nutrición Clínica. Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga. Dr. Balmis 148, Doctores, Cuauhtémoc. 06720 Ciudad de México, México
e-mail: dravanessafuchs@gmail.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Abstract

Introduction: breast cancer is one of the leading causes of death among women over 30 years of age. Treatments such as chemotherapy and radiotherapy can alter taste and smell, reducing appetite and potentially leading to weight loss, malnutrition, and decreased quality of life. These sensory changes may also affect treatment response.

Objective: to explain how chemotherapy-induced taste changes impact the diet and nutritional status of women with breast cancer.

Methodology: a review of reliable scientific articles was conducted using databases such as SciELO, PubMed, Scopus, and Web of Science. Evidence-based studies in medicine and nutrition were included.

Results: out of 19 articles analyzed, 58 % reported the prevalence of taste alterations in breast cancer patients undergoing chemotherapy, with rates ranging from 44 % to 93 %. Dysgeusia was reported in 68 % of patients treated with trastuzumab, 53 % with epirubicin and cyclophosphamide, and up to 80 % with taxanes. Most studies used validated questionnaires to assess taste changes, although no standard method exists. Some studies also reported changes in food preferences, appetite, and weight and evaluated interventions such as self-monitoring, educational sessions, and photobiomodulation, which showed positive effects in reducing symptoms and improving quality of life.

Conclusions: chemotherapy can alter taste perception in breast cancer patients, negatively affecting their nutrition and quality of life. Identifying and addressing these issues can help improve patients' food intake and treatment outcomes.

Keywords:

Breast cancer. Dysgeusia. Dysosmia. Chemotherapy.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el cáncer de mama es el tipo de cáncer más comúnmente diagnosticado, representando uno de cada ocho diagnósticos de cáncer. En 2020 se reportaron más de 2,3 millones de casos nuevos y 685.000 muertes. Este tipo de cáncer constituye una cuarta parte de todos los casos de cáncer en mujeres. La carga ha aumentado considerablemente, especialmente en los países en transición. El riesgo de cáncer de mama se duplica cada década hasta la menopausia aunque, después de esta etapa, el incremento del riesgo es más lento, siendo aún un tipo de cáncer frecuente (1,2).

En México, el cáncer de mama es un problema de salud pública significativo para las mujeres de entre 20 y 59 años, grupo que representa poco más de un cuarto de la población total del país, según el Censo General de Población y Vivienda. En este grupo, la incidencia de la enfermedad ha aumentado en un corto período de tiempo (3). El objetivo de los tratamientos es erradicar la enfermedad. Aunque el tratamiento quirúrgico puede ser curativo en muchos casos, no siempre es factible. Otros tratamientos, como radioterapia, quimioterapia e inmunoterapia, se utilizan para reducir el tamaño del tumor, mejorar la calidad de vida y prolongar la supervivencia. El enfoque del tratamiento depende de la estadificación de la neoplasia y la evolución de la enfermedad (4-6).

Entre los tratamientos más empleados está la quimioterapia, que puede administrarse antes de la cirugía (neoadyuvante) o después de esta (adyuvante). Además, se utilizan medicamentos como los taxanos (paclitaxel y docetaxel), las antraciclinas (doxorubicina), la ciclofosfamida y el carboplatino (5,6). Durante la quimioterapia, muchos pacientes oncológicos experimentan alteraciones de la percepción del gusto y del olfato, lo que puede afectar a su estado de salud. Estas alteraciones, conocidas como ageusia, hipogeusia y disgeusia, se agrupan bajo el término "percepción del gusto alterada". Estas alteraciones se describen como cambios desagradables en la percepción del gusto, siendo los sabores amargos, dulces o salados los más afectados. Aunque no existe una definición específica para la disgeusia inducida por la quimioterapia, se ha sugerido que puede ser un factor de riesgo de desnutrición (5-9).

La calidad de vida de los pacientes en quimioterapia se ve afectada por estas alteraciones sensoriales, que también pueden influir en su estado nutricio. La desnutrición en los pacientes con cáncer es un predictor importante de morbilidad, mortalidad, respuesta al tratamiento y toxicidad. Los cambios en la percepción de los sabores, especialmente de los sabores salados y umami, varían según el estadio de la enfermedad y el tipo de quimioterapia. En algunos casos, estos cambios desaparecen al finalizar o suspender el tratamiento (8-12).

Es fundamental monitorear a los pacientes con disgeusia ya que esta puede influir en su ingestión dietética y su estado nutricio, lo que a su vez está asociado con un peor pronóstico de la enfermedad, reducción de la calidad de vida y mayor tiempo de hospitalización (8). Algunas estrategias que se han sugerido para mitigar los cambios de sabor durante la quimioterapia son añadir especias, evitar carnes que generen sabor metálico, optar por alimentos fríos y utilizar utensilios de materiales no metálicos (9).

Este análisis tiene como objetivo identificar los métodos de medición de los cambios del gusto y el olfato en pacientes con cáncer de mama que están en tratamiento con quimioterapia, determinar la prevalencia de estas alteraciones y evaluar las intervenciones destinadas a mejorar la Ingestión nutricia en esta población. Además, busca sintetizar las recomendaciones de la literatura para estas intervenciones. El trabajo proporciona una base para consolidar la metodología de medición en futuras investigaciones y facilita la identificación de las mujeres en riesgo de sufrir desnutrición debido a estas alteraciones sensoriales.

Con una síntesis del conocimiento disponible sobre los cambios en el gusto y sus posibles intervenciones, este análisis puede contribuir a mejorar la costo-efectividad de los tratamientos disponibles. La implementación de intervenciones nutricias adecuadas no solo fortalecerá el estado de salud de las pacientes sino que también mejorará su calidad de vida.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura biomédica y de nutrición basada en evidencia siguiendo los lineamientos PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). La búsqueda se centró en identificar artículos donde la variable dependiente incluyera el estado nutricio en pacientes con cáncer de mama sometidas a quimioterapia, y la variable independiente fuera la intervención con quimioterapia (13).

La búsqueda en línea se realizó utilizando bases de datos como SciELO, PubMed, Scopus y Web of Science. Se empleó la siguiente cadena de búsqueda, (("women" OR "female" OR "females" OR "woman") AND ("breast cancer" OR "mammary carcinoma" OR "breast carcinoma" OR "breast neoplasm" OR "breast malignancy" OR "breast tumor")) AND ("chemotherapy" OR "anticancer therapy" OR "antineoplastic therapy" OR "cytotoxic therapy" OR "chemotherapeutic agents" OR "adjuvant chemotherapy" OR "neoadjuvant chemotherapy" OR "systemic therapy" OR "immunotherapy" OR "immune checkpoint inhibitors" OR "immune-based therapy" OR "biological therapy") AND (("taste" OR "gustatory" OR "flavor" OR "chemosensory" OR "oral sensory") AND ("alterations" OR "changes" OR "disorders" OR "dysfunction" OR "dysgeusia" OR "abnormalities" OR "disturbances" OR "impairment" OR "loss" OR "distortion" OR "adaptation" OR "modification" OR "sensitivity changes")). Los artículos seleccionados debían cumplir los siguientes criterios: 1) pacientes con cáncer de mama en tratamiento de quimioterapia con alteraciones de la percepción del gusto; 2) estudios sobre el estado nutricio de estas pacientes; 3) pacientes que hubieran reducido su ingesta de alimentos debido a alteraciones del gusto; y 4) estudios sobre tipos de quimioterapia que afecten al gusto o al olfato.

Los criterios de inclusión abarcaron las publicaciones entre 2016 y 2024, artículos semanales, estudios en inglés y español, y pacientes con cáncer de mama bajo quimioterapia. Por otro lado, se excluyeron los estudios fuera del rango de años, en otros idiomas, de fuentes no oficiales, de pacientes con otros tipos de cáncer, con tratamientos sin quimioterapia y sin seguimiento de los indicadores del estado nutricio. Para la identificación de los estudios relevantes se empleó un diagrama de flujo (Fig. 1).

La evaluación de los estudios se basó en la evidencia de los métodos de valoración de la disgeusia, los cuales mostraron gran variabilidad debido a la falta de un estándar de oro. Los estudios incluyeron tanto pruebas subjetivas como objetivas de la disgeusia, lo que introdujo posibles sesgos. Para la evaluación del estado nutricio se consideraron el cambio de peso y la composición corporal.

RESULTADOS

De SciELO se obtuvieron 0 resultados, Scopus arrojó 117 resultados, PubMed arrojó 31 resultados y Web of Science dio 30 resultados. Después de integrarlos, seleccionarlos por títulos y eliminar los duplicados, se obtuvieron 33 artículos. Después del primer tamizaje, en el que se leyó el *abstract* para verificar que se cumplían los criterios de inclusión, quedaron 21 artículos. La razón por la que se excluyeron esos 11 artículos fue que la muestra no era de mujeres con cáncer de mama. Posteriormente se leyeron los 21 artículos y se excluyeron 3 más al no estar relacionados con la percepción gustativa. La muestra final incluyó 19 artículos seleccionados que permitieron identificar varios aspectos clave: 1) las alteraciones del gusto más frecuentes en pacientes con cáncer de mama que reciben diferentes tipos de quimioterapia; 2) la temporalidad en la que ocurren dichas alteraciones; y 3) los métodos utilizados para evaluar los cambios del gusto. Aunque no se encontró un estándar oro para llevar a cabo estas mediciones, se identificaron diversos métodos que evalúan las alteraciones en el gusto de forma cualitativa. Además, los artículos destacan las preferencias alimentarias de las pacientes sometidas a tratamiento, algunas estrategias para mejorar dichas alteraciones y su impacto en el cambio de peso y la calidad de vida.

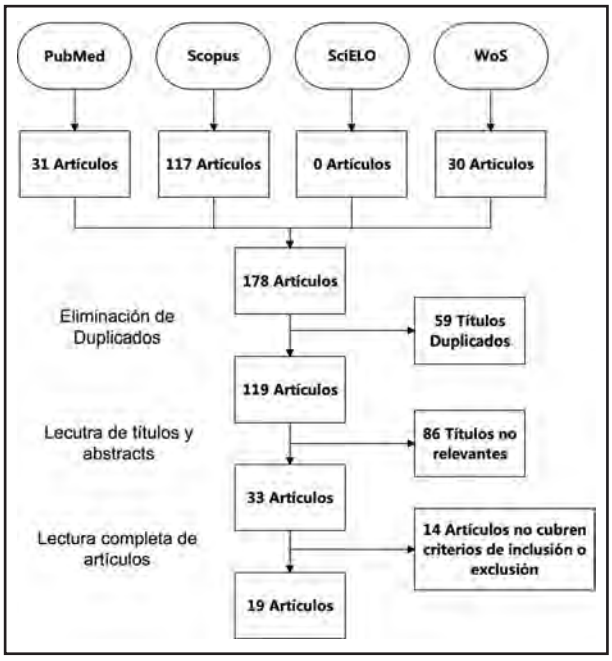


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

Del total, 11 (57,9 %) artículos reportaron la prevalencia de alteraciones en la percepción del gusto tras la quimioterapia en pacientes con cáncer de mama (11,12,14-22). En ese sentido, la prevalencia de los desórdenes del gusto se reporta entre el 44 y el 93 %. De los 19 artículos, 5 (26.3 %) evaluaban la efectividad de intervenciones para mitigar los efectos de la alteración del gusto en la salud (14,15,23-25); en 9 (47,4 %) se evaluaba la asociación entre las alteraciones del gusto, el peso, los síntomas orales y la calidad de vida o los efectos adversos (15,18,20,21,23,25-28), y 2 (10,5 %) artículos describían las estrategias de afrontamiento de las pacientes con cáncer de mama (14,24). Finalmente, 5 (26,3 %) artículos analizaban los cambios de las preferencias alimenticias durante el tratamiento (15,18,21,27,28). Todos estos estudios se encuentran resumidos en la tabla I.

Tabla I. Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Autores	Año	Tipo de estudio	Revista	Tamaño de la muestra	Tratamiento usado	Método de evaluación de CFPS
Omega-6 polyunsaturated fatty acids in red blood cell membrane are associated with xerostomia and taste loss in patients with breast cancer	Amézaga J y cols.	2021	Cohorte prospectiva	*Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*	*n* = 44 mujeres con cancer de mama, 64 % con xerostomía	Doxorubicina + Ciclofosfamida (AC) Docetaxel + AC (ACT) Epirubicina + Ciclofosfamida (EC) Pertuzumab / Trastuzumab + Taxol	Cuestionario validado de 23 ítems indagando quejas y cambios gustativos y olfatorios Entrevistas
Taste Disorders: Effect of education in patients with breast cancer receiving chemotherapy	Asano S y cols.	2020	Experimental, multicéntrico aleatorizado	*Clinical Journal of Oncology Nursing*	*n* = 53, 28 recibieron una intervención educative sobre trastornos del gusto y nutrición, el resto fue control	EC AC 5-FU +EC (FEC) 5-FU + AC (FAC) Paclitaxel o Docetaxel	Se hizo una intervención educativa sobre trastornos del gusto en pacientes con quimioterapia. Escala visual análoga con puntuación de 0-00 para satisfacción de comidas y percepción de deterioro en el sentido del gusto
Eating Experiences, Sweet Preference, and Weight Gain in Women During Chemotherapy for Breast Cancer: A Mixed Methods Study	Carlucci-Palazzo C y cols.	2018	Métodos mixtos, concurrente, paralelo, parte cuantitativa es un diseño pre-post	*Nutrition and Cancer*	*n* = 31, 15 mujeres estaban con quimioterapia neoadyuvante y 16 con terapia adyuvante	Adyuvantes: FAC EC o EC + Docetaxel (ECT) FEC AC o ACT Neoadyuvantes: AC o ACT EC o ECT	Pruebas de comparación forzada de muestras de jugo de nuez de la india con concentraciones crecientes sucesivas de sacarosa (3, 6, 12, 24 y 36 %) Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos dulces (SFFQ)
Differences in dietary intake during chemotherapy in breast cancer patients compared to women without cancer	De Vries YC y cols.	2017	Casos y controles: comparativo, observacional multicéntrico	*Supportive Care in Cancer*	117 pacientes 88 controles *n* = 200	Taxanos, antraciclinas o una mezcla de ambos	Cuestionario AHSP (Appetite, hunger, and sensory perception) Cuestionarios sobre el gusto, olfato, calidad de vida
Taste and smell perception and quality of life during and after systemic therapy for breast cancer	De Vries YC y cols.	2018	Casos y controles: comparativo, observacional multicéntrico	*Breast Cancer Research and Treatment*	135 pacientes 114 controles *n* = 249	Trastuzumab	Cuestionarios sobre el gusto, olfato, calidad de vida
Altered food preferences and chemosensory perception during chemotherapy in breast cancer patients: A longitudinal comparison with healthy controls	De Vries YC y cols.	2018	Casos y controles	*Food Quality and Preference*	*n* = 28	Taxanos	La función objetiva de gusto y olfato se evaluó mediante Taste Strips and Sniffin' Sticks

(Continúa en página siguiente)

[Nutr Hosp 2025;42(4):807-819]

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Autores	Año	Tipo de estudio	Revista	Tamaño de la muestra	Tratamiento usado	Método de evaluación de CFPS
Taste alterations in patients with breast cancer following chemotherapy: a cohort study.	Denda Y y cols.	2020	Cohorte prospectiva	*Breast Cancer*	*n* = 41	Epirubicina y ciclofosfamida	Evaluación subjetiva (cuestionario) y objetiva (método del disco de papel de filtro), para 5 sabores básicos, además una evaluación olfativa y un examen oral
Hypoglossal acupuncture for acute chemotherapy-induced dysgeusia in patients with breast cancer: study protocol of a randomized, sham-controlled trial	Haller HT y cols.	2019	Ensayo controlado aleatorizado	*Trials*	*n* = 75	Taxanos	Escala de calificación numérica (NRS) de 11 puntos
Characteristics of taste alterations in people receiving taxane-based chemotherapy and their association with appetite, weight, and quality of life	Kaizu M y cols.	2021	Observacional, transversal	*Supportive Care in Cancer*	*n* = 100	Taxanos	Mediante umbrales de reconocimiento del gusto y escalas de severidad y síntomas
Changes in taste and food preferences in breast cancer patients receiving chemotherapy: a pilot study	Kim YH y cols.	2020	Observacional longitudinal	*Supportive Care in Cancer*	59 pacientes con cáncer de mama y 49 controles	AC, ACT o Ciclofosfamida + Metotrexato + 5-FU (CMF)	Pruebas de umbrales de detección y reconocimiento de gustos dulces, amargos, salados y agrios
Effects of a self-monitoring intervention in breast cancer patients suffering from taste alterations induced by chemotherapy: A randomized, parallel-group controlled trial	Kinjo T y cols.	2021	Estudio experimental aleatorizado controlado y en paralelo	*European Journal of Oncology Nursing*	34 participantes con cáncer de mama aleatorizadas en dos grupos de 17. Uno recibiría una intervención de automonitoreo.	FEC, Docetaxel + Ciclofosfamida (DC), docetaxel solo o paclitaxel solo.	Escala de alteraciones al gusto inducidas por quimioterapia (CiTAS) (18 items validados) y escalas visuales análogas de control emocional para consumir alimentos, satisfacción con las comidas y sensación de saciedad y diario de automonitoreo
Assessment of dysgeusia and taste identification in patients undergoing chemotherapy for breast cancer.	Kuba S y cols.	2017	Observacional longitudinal comparativo	*Journal of Clinical Oncology*	*n* = 43	Taxanos	2 pruebas gustativas, con 4 estímulos gustativos básicos (dulce, salado, ácido y amargo)
Awareness of dysgeusia and gustatory tests in patients undergoing chemotherapy for breast cancer.	Kuba S y cols.	2018	Observacional de Casos y controles	*Supportive Care in Cancer*	Pacientes con quimioterapia *n* = 43 Pacientes sin quimioterapia *n* = 38	Taxanos	Pruebas gustativas como electrogustometría

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Autores	Año	Tipo de estudio	Revista	Tamaño de la muestra	Tratamiento usado	Método de evaluación de CFPS
Photobiomodulation Therapy Prevents Dysgeusia Chemotherapy-Induced in Breast Cancer Women Treated with Doxorubicin Plus Cyclophosphamide: A Triple-Blinded, Randomized, Placebo-Controlled Clinical Trial	Malta CEN y cols.	2021	Ensayo clínico aleatorizado triple ciego controlado con placebo	*Research Square*	112 pacientes, 56 en cada grupo	AC	Se aplicó láser rojo e infrarrojo en 14 puntos simétricos de la lengua como intervención en los días 0 y 21 de la quimioterapia durante 14 ciclos. Se midieron pruebas de umbral de gustos dulce, salado, ácido y amargo en concentraciones crecientes y escala visual análoga para cambios del gusto y criterios de efectos adversos de quimioterapia
Impact of chemotherapy on perceptions related to food intake in women with breast cancer: A prospective study	Marinho EDC y cols.	2017	Observacional longitudinal prospectivo	*PLoS ONE*	55 mujeres con cáncer de mama	ACT (Paclitaxel o Docetaxel) FAC CMF	Escala visual análoga de hambre, disfrute de las comidas, apetito por comidas diferentes (salados, dulces, amargos, ácidos y grupos de alimentos). Se hicieron mediciones, antes de la quimioterapia (T0), después del primer ciclo (T1) y después del segundo ciclo (T2)
Taste Alterations Do Not Affect Change in Food Habits and Body Weight in Breast Cancer Patients.	Pedresini R y cols.	2022	Observacional longitudinal prospectivo	*In vivo*	182 pacientes con cáncer de mama	TA Antraciclinas solo Taxanos solo	Versión italana del CiTAS Cuestionario validado de efectos adversos a la quimioterapia
Taste alterations during neo/adjuvant chemotherapy and subsequent follow-up in breast cancer patients: a prospective single-center clinical study	PedresiniR y cols.	2022	Observacional longitudinal prospectivo	*Supportive Care in Cancer*	182 pacientes con cáncer de mama	TA Antraciclinas solo Taxanos solo	Versión italana del CiTAS Cuestionario validado de efectos adversos a la quimioterapia
Taste alteration in breast cancer patients treated with taxane chemotherapy: experience, effect, and coping strategies	Speck R y cols.	2012	Observacional de Casos y controles	*Supportive Care in Cancer*	$n = 25$	Taxanos	Entrevistas semi estructuradas y datos a nivel de pacientes para el estudio descriptivo exploratorio, los datos a nivel paciente se extrajeron de la historia clínica electrónica

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Efectos encontrados	Fortalezas	Limitaciones
Omega-6 polyunsaturated fatty acids in red blood cell membrane are associated with xerostomia and taste loss in patients with breast cancer	Xerostomía se asoció a: 1) mal sabor de boca (OR = 4,64, $p = 0,027$); 2) cambios en sabores amargo (OR = 9,71, $p = 0,039$), ácido y dulce (OR = 13,00, $p = 0,020$), 3) cambios en sabor salado (OR = 6,33, $p = 0,009$), 4) pérdida del gusto (OR = 6,60, $p = 0,007$) y 5) náusea (OR = 5,33, $p = 0,012$). Concentraciones altas de C18:2n-6 en la membrana de los eritrocitos disminuyen el riesgo de xerostomía (OR = 0,58, $p = 0,024$) pero las de C20:4n-6 aumentan el riesgo de cambios en sabor salado (OR = 1,80, $p = 0,024$). No se encontraron diferencias significativas según el régimen de quimioterapia	Objetivo de estudio innovador que busca relacionar estado de ácidos grasos con desórdenes sensoriales. Estudio prospectivo que permite dar temporalidad a la aparición de los desórdenes sensoriales. Análisis estadísticos robustos	Tamaño de la muestra pequeño. No hay una evaluación dietética a profundidad
Taste Disorders: Effect of education in patients with breast cancer receiving chemotherapy	Pacientes que recibieron la intervención nutricia recuperaron el gusto a los dos meses, mostrando una satisfacción de comidas estadísticamente mayor que en el grupo control. La prevalencia de trastornos del gusto fue del 93 %	Se trata de un estudio con un diseño experimental multicéntrico	El tamaño de la muestra es reducido y usan mediciones subjetivas que pueden introducir sesgo
Eating Experiences, Sweet Preference, and Weight Gain in Women During Chemotherapy for Breast Cancer: A Mixed Methods Study	El 47 % de las participantes disminuyó su preferencia por los alimentos dulces en el cuarto ciclo de la quimioterapia, mientras que el 21 % de ellas tuvo un aumento en la preferencia (medido con las pruebas de comparación forzada) Hubo un aumento en el consumo de frutas de 9,3 veces a la semana al inicio de la quimioterapia a 17,5 veces por semana en el cuarto ciclo ($p = 0,010$). También aumento el consumo de jugos naturales de 2,3 a 7,1 ($p = 0,004$). En lo cualitativo, se observan 2 perfiles: uno que busca mejorar su calidad dietética aumentando el consumo de verduras y frutas y otro que tiene temor a perder el control con lo que come y siente culpa al comerlo. Esto impacta las elecciones alimentarias y el estado nutricio	Es un estudio de métodos mixtos que permite ligar experiencias y percepciones a los cambios cuantitativos observados. Aborda el impacto de las emociones en el estado nutricio de las pacientes con cáncer de mama	Es un estudio pequeño sin una evaluación dietética formal que permita objetivar ingestión energética y consumo de proteína que son de gran importancia en este grupo pacientes
Differences in dietary intake during chemotherapy in breast cancer patients compared to women without cancer	Las pacientes con quimioterapia consumen en promedio 214 kcal/d menos que las pacientes en el grupo control (IC 95 % 76 a 353 kcal/d). Las pacientes con quimioterapia consumen en promedio 10,8 g de proteína menos que las pacientes en el grupo control (IC 95 % 5,3 a 16 g/d). En general se observa una disminución en el consumo de todos los grupos de alimentos. Los síntomas que se asocian con la disminución en la ingesta son: xerostomía (b = -47,1 kcal), cansancio (b = -55,5 kcal), náusea (b = -77,7 kcal) y dificultad para masticar (b = -102,6 kcal), todos $p < 0,05$	Es un estudio en el que hay un grupo control para comparar con un diseño prospectivo y recolección de datos en tiempo real y una evaluación dietética	Es difícil validar la estimación de la ingestión energética. Los datos en una población holandesa quizás no sean generalizables a otras poblaciones

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Efectos encontrados	Fortalezas	Limitaciones
Taste and smell perception and quality of life during and after systemic therapy for breast cancer	La prevalencia de desórdenes en la percepción del gusto fue de 68 % y de alteraciones de olfato de 35 %. La percepción de gusto y olfato fue menor en pacientes con trastuzumab	Primer estudio en mostrar cambios en olfato y gusto en terapia con trastuzumab. El estudio hace evaluación al inicio y a los 6 meses por lo que habla de la recuperación de los sentidos del gusto tras este tiempo sin quimioterapia	Es necesario complementar con pruebas objetivas para soportar los resultados de las pruebas subjetivas
Altered food preferences and chemosensory perception during chemotherapy in breast cancer patients: A longitudinal comparison with healthy controls	Las pacientes con cáncer mama en quimioterapia, disminuyen consumo de los alimentos ricos en proteína, altos de grasa, dulces y de salados, estos gustos, vuelven a los seis meses de terminar la quimioterapia, grupo control no tuvo diferencias de alimentación.	Se identifica las preferencias alimentarias de macronutrientes en estudios anteriores solo se evaluó aversión de alimentos.	Diferencias en el grupo control y pacientes, el nivel de estudios que podría tener importancia para las pruebas subjetivas
Taste alterations in patients with breast cancer following chemotherapy: a cohort study.	La prevalencia de alteración del gusto fue de 53 % al cuarto día de la aplicación de la quimioterapia epirubicina y ciclofosfamida (EC) y cerca del 9 % al siguiente día de la aplicación	Se realizaron pruebas subjetivas y objetivas para evaluación de los sentidos	La edad e índice de masa corporal demostraron ser una variante que influía en las alteraciones y resultados de las pruebas
Hypoglossal acupuncture for acute chemotherapy-induced dysgeusia in patients with breast cancer: study protocol of a randomized, sham-controlled trial	Los pacientes del estudio fueron pacientes en quimioterapia basada en taxanos. Los resultados mostraron que en 25 de los 75 pacientes con hipergeusia, hipogeusia, parageusia, xerostomía, disgeusia tuvieron mejora en 4 puntos o más en una escala de calificación numérica (NRS).	Genera evidencia de eficacia y efectividad de la acupuntura hipoglosa en pacientes con disgeusia inducida por quimioterapia	La acupuntura hipoglosa podría ser invasiva para algunos de los pacientes
Characteristics of taste alterations in people receiving taxane-based chemotherapy and their association with appetite, weight, and quality of life	De los 100 pacientes, 59 % reportaron alteraciones del gusto. Los umbrales de reconocimiento del gusto significativamente elevados (hipogeusia) para sabores dulce, ácido y amargo en el grupo de alteración del gusto que recibió nab-paclitaxel ($p = 0,022$, 0,020 y 0,039, respectivamente)	Se evalúa la asociación de los trastornos del gusto con apetito, peso, calidad de vida, mediante pruebas subjetivas y objetivas, haciéndolo uno de los estudios más completos en metodología	No establece relación causal entre los trastornos del gusto debido a que no se analizó la evaluación del gusto al inicio. Al ser transversal se desconoce si hubo cambios de peso, calidad de vida
Changes in taste and food preferences in breast cancer patients receiving chemotherapy: a pilot study	Entre un 81 y un 90 % de las pacientes presentaron alteraciones en el gusto o disminución en el apetito. Pacientes con cáncer de mama tienen: 1) Menores umbrales de detección (mayor sensibilidad) al gusto dulce ($p < 0,01$) y al salado ($p < 0,01$), 2) Mayores umbrales de detección al gusto agrio ($p < 0,05$), 3) No hay cambios en el gusto amargo, 4) La quimioterapia disminuye el umbral de detección al gusto dulce ($p < 0,01$), 5) Aumentan las preferencias por alimentos suaves, blandos, 6) Aumenta el rechazo por platos grasosos, dulces y picantes, 7)	El estudio tiene un diseño longitudinal con controles que permiten hacer comparaciones con una gran diversidad de mediciones	No se reportan tamaños de efecto como eta cuadrada o d de Cohen. La muestra es pequeña. No se reportan datos de salud oral ni se hace una evaluación dietética formal

(Continúa en página siguiente)

[Nutr Hosp 2025;42(4):807-819]

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Efectos encontrados	Fortalezas	Limitaciones
Effects of a self-monitoring intervention in breast cancer patients suffering from taste alterations induced by chemotherapy: A randomized, parallel-group controlled trial	Con respecto al puntaje de CiTAS, el grupo de automonitoreo mostró menor percepción de cambios desagradables que el grupo control (F (3, 30) = 4,60, p = 0,009, η^2 = 0,68) asi como una menor tasa de preocupaciones gustativas asociadas a la quimioterapia (F(3, 30) = 4,07, p = 0,015, η^2 = 0,64) el resto de las variables medidas no mostraron cambios	Se trata de una intervención innovadora con un diseño robusto que muestra efectos significativos	El tamaño de la muestra es pequeño que no permite ver diferencias en variables como la autoeficacia quizás por bajo poder estadístico
Assessment of dysgeusia and taste identification in patients undergoing chemotherapy for breast cancer.	Casi la mitad de los pacientes refirieron disgeusia, pero pudieron identificar los sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo)	Se encontró que los pacientes identifican los 4 sabores básicos, salado, dulce, agrio y amargo. Esto puede formar parte del tratamiento para disgeusia	No se cuenta con la comparación de la prueba gustativa con los resultados iniciales obtenidos antes de la quimioterapia
Awareness of dysgeusia and gustatory tests in patients undergoing chemotherapy for breast cancer.	Del grupo con quimioterapia, 19 pacientes (44 %) eran conscientes de disgeusia y 8 (19 %) tenían hipogeusia, mientras 35 (81 %) de ellos, pudieron identificar los 4 sabores básicos utilizando el método de instalación	Se identifico la prevalencia de paciente son conciencia de trastornos del gusto y su impacto en la calidad de vida	Los resultados de las pruebas gustativas podrían subestimarse debido a que las pruebas re se realizaron antes de recibir terapia
Photobiomodulation Therapy Prevents Dysgeusia Chemotherapy-Induced in Breast Cancer Women Treated with Doxorubicin Plus Cyclophosphamide: A Triple-Blinded, Randomized, Placebo-Controlled Clinical Trial	El grupo con fotobiomodulación laser no tuvo cambios durante los ciclos de quimioterapia, mientras que en el grupo placebo disminuyó el gusto. La diferencia entre los grupos fue significativa (p < 0,001) Existe un aumento significativo en la insatisfacción gustativa en ambos grupos (p < 0,001). La fotobiomodulación disminuye la anorexia (RR = 0,43; IC 95 % 0,35 a 0,53), diarrea (RR = 0,63, IC 95 % 0,41 a 0,97), mucositis oral (RR = 0,57, IC 95 % 0,36 a 0,92) y vómito (RR = 0,75, 0,61 a 0,93). Sin efecto en la náusea	Se trata de un experimento con un diseño muy riguroso en el que se da seguimiento a diferentes variables que dan resultados relevantes y aplicables a la práctica	Es un estudio monocéntrico que sólo aplica para un régimen de quimioterapia
Impact of chemotherapy on perceptions related to food intake in women with breast cancer: A prospective study	La prevalencia de las alteraciones gustativas fue mayor en T1 que en T0 o T2 (p = 0,04). La frecuencia e intensidad de náusea fue mayor en T2 (p = 0,018 para frecuencia y p = 0,01 para intensidad). Hay una disminución en el disfrute de las comidas entre T1 y T0 (p = 0,021) que se recupera en T2. Incremento de apetito por alimentos salados a lo largo de la quimioterapia (p = 0,004) y picantes (p=0.036). Hacia el final de la quimioterapia hay un aumento de peso significativo de 1 kg (p = 0,008)	Es un diseño longitudinal con instrumentos validados. Se hacen mediciones antropométricas	No se consideran efectos secundarios de la quimioterapia y el tamaño de la muestra es pequeño para generalizar los resultados. No hay medición dietética formal
Taste Alterations Do Not Affect Change in Food Habits and Body Weight in Breast Cancer Patients.	La prevalencia de alteraciones gustativas pasa de un 11 % al inicio del estudio a cerca del 70 % en el primer ciclo de la quimioterapia y se mantiene así hasta el final. Vuelve a su basal 1 año después. Independientemente de la presencia de alteraciones gustativas, las pacientes disminuyeron el consumo de pan y sucedáneos, carnes rojas, embutidos, leche y bebidas alcohólicas (p < 0,001 para la mayoría de los alimentos)	Se presenta un estudio con un diseño longitudinal con variedad de mediciones con cuestionarios validados	La evaluación gustativa no usa herramientas objetivas sin o cuestionarios. Hay una pérdida de pacientes durante el seguimiento

(Continúa en página siguiente)

Tabla I (cont.). Resumen de artículos seleccionados

Titulo	Efectos encontrados	Fortalezas	Limitaciones
Taste alterations during neo/adjuvant chemotherapy and subsequent follow-up in breast cancer patients: a prospective single-center clinical study	La prevalencia de las alteraciones de gusto en el primer ciclo de quimioterapia es de casi el 70 %. La alteración más común es en el sabor salado. Las alteraciones disminuyen y vuelven a su basal 1 año después. Las alteraciones en la percepción de gustos salado, dulce y amargo se asociaron con náusea y mucositis. En cuanto al gusto dulce, se asociaron con diarrea. La presencia del sabor metálico se asoció a diarrea	Se presenta un estudio con un diseño longitudinal con variedad de mediciones con cuestionarios validados	La evaluación gustativa no usa herramientas objetivas sin o cuestionarios. Hay una pérdida de pacientes durante el seguimiento. No se reportan tamaños de efecto
Taste alteration in breast cancer patients treated with taxane chemotherapy: experience, effect, and coping strategies	De todos los efectos secundarios notificados por los taxanos, el más común fue la alteración del gusto (8 de 10 pacientes con docetaxel, 3 de 15 pacientes con paclitaxel). Las mujeres que experimentan alteraciones del gusto optaron por no comer tanto, comieron en horarios irregulares y / o perdieron el interés en preparar comidas para ellas y/o su familia	Se encuentran recomendaciones y estrategias de manejo de los efectos de pérdida o disminución de los sentidos	Hace muy poca mención de los efectos de la quimioterapia en calidad de vida

MÉTODOS MÁS UTILIZADOS PARA DETECTAR ALTERACIONES SENSORIALES EN PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA

Los métodos más utilizados para evaluar las alteraciones sensoriales en pacientes son los cuestionarios administrados a los mismos. Actualmente no existe un estándar de oro para esta evaluación, lo que ha resultado en una amplia variedad de cuestionarios. Algunos ejemplos incluyen la Escala de Calificación Numérica (NRS), con 4 o más puntos en una escala de 11, y cuestionarios relacionados con el gusto, el olfato y la calidad de vida, que no siempre se describen detalladamente. Otros métodos incluyen el uso del disco de papel filtro, umbrales de reconocimiento del gusto, escalas de gravedad y síntomas, entrevistas semiestructuradas y la electrogustometría, que mide el umbral de percepción mediante estimulación eléctrica. También se emplea la prueba de producción de saliva, como la prueba de Saxon, donde se mide el peso de la saliva recogida en una gasa masticada por el paciente durante dos minutos. La sensibilidad gustativa de los cuatro sabores básicos (dulce, salado, agrio y amargo) también se evalúa con la prueba del disco de sabor. Según un estudio de casos y controles, la función objetiva del gusto y el olfato fue evaluada mediante Taste Strips y Sniffin' Sticks (16,17,19,29).

Un total de 11 artículos (57,9 %) hicieron mediciones con cuestionarios validados y escalas visuales análogas (EVA) (14-17,20-22,24-27). Por ejemplo, en un ensayo clínico controlado, el grupo de control registró variables como cognición, estado de ánimo y síntomas gustativos, trabajando junto con los investigadores para establecer objetivos y proporcionar retroalimentación en intervalos de tres semanas. Este estudio, con un periodo de implementación de 9 semanas, mostró que este método fue efectivo para detectar alteraciones del gusto inducidas por la quimioterapia. Además, se evaluaron los ítems de mejoría de los síntomas, calidad de vida y autoeficacia entre los grupos (24). Otro estudio clínico controlado similar por Asano y cols. (14) usó una EVA para evaluar la satisfacción con los alimentos y los cambios en la percepción gustativa. Las evaluaciones se llevaron a cabo a la mitad de cada ciclo de quimioterapia y en los 2 meses posteriores al tratamiento. En este estudio se demuestra la efectividad de las sesiones educativas provistas por personal de enfermería. Estas sesiones tenían como objetivo ayudar a detectar y resolver problemas en la percepción gustativa. Destaca que, a través de dicha técnica de evaluación, se detectan mejoras en la satisfacción con los alimentos y la recuperación parcial de la percepción gustativa con respecto al grupo control.

Para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud se utilizó la escala EORTC QLQ-C30, que mide el funcionamiento social, de roles y emocional, así como la calidad de vida global. Las preguntas se administraron en una escala Likert de 4 puntos y se transformaron en una escala de 0 a 100, donde una puntuación alta se asocia con mejor calidad de vida o mayor nivel de funcionamiento (16).

EFECTO DEL TIPO DE QUIMIOTERAPIA EN LAS ALTERACIONES DEL GUSTO

Las quimioterapias más utilizadas en los estudios encontrados fueron las antraciclinas (epirubicina y doxorubicina), la ciclofosfamida y los taxanos (paclitaxel y docetaxel). En varios estudios también se incluyeron pacientes con terapia biológica como trastuzumab o pertuzumab (anti-Her2/neu). Según la literatura, la disgeusia tiene una prevalencia del 68 % en los pacientes tratados con trastuzumab. En el caso de la epirubicina y la ciclofosfamida, el 53 % de los pacientes reportaron alteración del gusto al cuarto día de tratamiento, y cerca del 9 % al día siguiente (6,16). Desafortunadamente, los estudios en los que se tenían participantes con regímenes de quimioterapia variables no estratificaron el análisis para poder separar el efecto del agente antineoplásico sobre las variables gustativas (14,15,17,18,20-22,24,26,27).

Entre los efectos secundarios más comunes de los taxanos, la alteración del gusto es predominante. De los estudios revisados, en 6 (31,6 %) se utilizan taxanos de forma exclusiva (11,12,19,25,28,29). En Kaizu y cols. (11) se muestra que el 59 % de los pacientes tratados con paclitaxel presentaron alteraciones del gusto, principalmente hipogeusia para los sabores dulces, ácidos y amargos. En estos pacientes se observó una disminución del gusto básico y del apetito. En un estudio comparativo, al menos el 50 % de los pacientes tratados con taxanos refirieron disgeusia (19), mientras que en otro estudio el 80 % de los pacientes con docetaxel y el 20 % de los pacientes con paclitaxel presentaron alteraciones del gusto. En este estudio, las alteraciones del gusto fueron suficientes para que las pacientes disminuyeran su ingesta o incluso cambiaran la frecuencia y horarios de comidas a lo largo del día (29). Además, otro estudio muestra que al menos el 20 % de los pacientes que reciben algún régimen con taxanos presenta al menos una disminución en la percepción gustativa y que 44 % tienen una franca disgeusia (12).

Por otro lado, en solo un estudio se usó trastuzumab de forma exclusiva (16). Este artículo muestra que el 35 % de las pacientes tratadas con trastuzumab presentaban anomalías en el olfato y el 65 % trastornos del gusto. Aunque la mayoría recuperó los sentidos del gusto y el olfato seis meses después de finalizar la quimioterapia, las pacientes tratadas con trastuzumab no experimentaron esta recuperación completa.

Los efectos adversos de la quimioterapia en pacientes con cáncer de mama, como las alteraciones del gusto y el olfato, afectan tanto al estado nutricio como a la calidad de vida. La quimioterapia también modifica las preferencias alimentarias, llevando a una reducción del consumo de alimentos ricos en proteínas, grasas, dulces y salados. Aunque las pacientes suelen recuperar la percepción normal de los sabores a los seis meses de finalizar la quimioterapia, el período en que la Ingestión alimentaria se ve comprometida puede llevar a desnutrición o caquexia (28).

El mecanismo por medio del cual los agentes quimioterapéuticos citotóxicos y citostáticos inducen disgeusia se ha relacionado con el daño a los receptores gustativos y olfativos. Además, algunos agentes antineoplásicos contienen compuestos amargos o metálicos que pueden permear a la cavidad oral a través de los capilares y cambiar la composición de la saliva y la percepción gustativa. Los cambios en la percepción de los sabores (CFPS), especialmente de los sabores salado y dulce, son comunes entre las mujeres en tratamiento con quimioterapia (26).

INTERVENCIONES QUE PODRÍAN MEJORAR LA ALTERACIÓN DEL GUSTO

Se encontraron pocos estudios en los que se describieran intervenciones para mejorar las alteraciones del gusto. Haller y cols. describen las implicaciones de la acupuntura en este grupo de pacientes, por lo cual esta podría ser una alternativa para aliviar los síntomas relacionados con alteraciones del gusto, como náuseas, vómitos y fatiga (25). Otro estudio mostró que la intervención de automonitoreo disminuye los comportamientos negativos asociados a la disgeusia, lo que sugiere que puede ser una herramienta eficaz para el automanejo de las pacientes (24).

El automonitoreo es una forma de terapia cognitivo-conductual (TCC) que incluye estrategias estructuradas para recopilar información y proporcionar retroalimentación. En este caso, las intervenciones de automonitoreo consisten en la observación de estado de ánimo y los comportamientos relacionados con las alteraciones del gusto, estableciendo objetivos y recibiendo retroalimentación del investigador. Las intervenciones de automonitoreo, en las que las pacientes observan su estado de ánimo y sus comportamientos relacionados con los cambios en el gusto, han demostrado ser efectivas para mejorar síntomas como la depresión, la fatiga y la autoeficacia, además de reducir las alteraciones del gusto inducidas por la quimioterapia (24).

Por otra parte, un estudio de Asano y cols. (14) demuestra la utilidad de una sesión psicoeducativa para disminuir el impacto de los síntomas gustativos de la quimioterapia. En esta intervención, los pacientes recibían una sesión educativa y un cuadernillo de consejos nutricios a la mitad de sus ciclos de quimioterapia, para que pudieran identificar los síntomas y tomar decisiones para mitigar el malestar. Esta intervención fue efectiva para aumentar la satisfacción con las comidas y disminuir el impacto de las alteraciones gustativas.

Finalmente se encontró que la fotobiomodulación con láser es efectiva para reducir los síntomas orales asociados a la quimioterapia. En un estudio clínico aleatorizado se aplicó láser rojo e infrarrojo en distintos puntos de la lengua de mujeres con cáncer de mama tratadas con antraciclinas + ciclofosfamida en los días 0 y 21 durante 14 ciclos de quimioterapia. La tasa de anorexia, de mucositis oral, de vómitos y de diarrea disminuyó en las pacientes del grupo experimental (23).

DISCUSIÓN

Aunque la disgeusia es un efecto secundario poco destacado en la quimioterapia, tiene un impacto considerable en la calidad de vida de los pacientes, afectando principalmente el apetito y el disfrute de los alimentos. En los artículos revisados se observó

una relación entre la pérdida o disminución del gusto y el tratamiento con quimioterapias como trastuzumab, epirubicina, ciclofosfamida y taxanos (11,16). En el caso del trastuzumab, las alteraciones de la percepción del olfato fueron menos comunes que las del gusto, aunque se requieren más estudios para confirmar que este tratamiento tiene menor impacto en los sentidos (11,16).

Los métodos utilizados para evaluar la pérdida del gusto varían entre estudios, desde cuestionarios hasta pruebas con alimentos que evalúan diferentes sabores. Sin embargo, no siempre se menciona si los instrumentos utilizados han sido validados, lo que subraya la necesidad de un estándar de oro para evaluar las alteraciones sensoriales. Esto ayudaría a reducir el sesgo y permitiría comparar de manera más precisa los diferentes tipos de quimioterapia (11,16,17,19,29).

En cuanto a las implicaciones de la disgeusia en el estado nutricio, la literatura es escasa. Se ha encontrado una relación entre la pérdida del gusto y una menor calidad de vida, así como entre la preservación del olfato y una vida social más activa. Las dificultades para percibir el estado de los alimentos se asocian con problemas para cocinar, lo que afecta directamente a la alimentación de las pacientes (11,28).

Las pacientes con cáncer de mama sometidas a quimioterapia tienden a reducir su ingestión de energía total, alimentos ricos en proteínas, grasas, sabores dulces y salados. Aunque las percepciones de estos sabores suelen regresar seis meses después de finalizar la quimioterapia, el periodo de disminución en la Ingestión alimentaria puede llevar a desnutrición o caquexia (28). Para los profesionales de la nutrición en entornos hospitalarios, las implicaciones prácticas incluyen la implementación de estrategias dirigidas a los pacientes, como probar nuevas recetas, consumir alimentos con sabores intensos, usar condimentos, marinar carnes, pollo o pescado, agregar limón a los alimentos, utilizar utensilios no metálicos y cepillarse los dientes antes de las comidas, entre otras (28,29). Sin embargo, dado que no se ha determinado si estas intervenciones tienen un impacto positivo en el estado nutricio, es recomendable aplicar métodos de tamizaje nutricional con el fin de intervenir oportunamente en las pacientes bajo tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia con los medicamentos mencionados previamente. La evidencia sugiere que estos tratamientos pueden alterar la percepción del gusto, por lo que dichas estrategias ayudarían a minimizar la pérdida de masa muscular, a cubrir los requerimientos energéticos y a optimizar la ingesta oral de los pacientes.

El tratamiento con taxanos es el que tiene mayor incidencia en la alteración del gusto, afectando el placer de comer y ocasionando problemas nutricios. Este tratamiento se asocia a mucositis oral, reflujo gastroesofágico e infecciones. La intervención nutricia desde el inicio del tratamiento quimioterapéutico es esencial para corregir las conductas alimentarias problemáticas, prevenir las aversiones y preservar el estado nutricio (11,12,16,25).

Finalmente, la falta de tratamientos o métodos de prevención específicos para la disgeusia pone en manifiesto el importante papel que deben desempeñar los profesionales de la salud en el manejo de estos efectos adversos de la quimioterapia (11,12). Este estudio presenta algunas limitaciones, como la restricción de la búsqueda a artículos en inglés y español, lo que podría excluir información relevante en otros idiomas. Sin embargo, se utilizó una metodología rigurosa para minimizar el sesgo de selección. Se requiere mayor investigación sobre los efectos de la disgeusia en el estado nutricia de los pacientes, así como el desarrollo de mejores herramientas para su evaluación. Asimismo, algunas de las intervenciones sugeridas no han sido suficientemente estudiadas para determinar con certeza su impacto positivo en el estado nutricional, por lo que de igual manera se requiere mayor investigación al respecto. (11,16,17,19,29).

Al concluir esta investigación, se identifican tres recomendaciones clave que deberán ser evaluados en investigaciones futuras:

1. Es crucial enfocarse en la calidad de la dieta de las pacientes, ya que aquellas con pérdida del gusto tienden a consumir o evitar alimentos extremadamente dulces o salados, mientras reducen la ingesta de fuentes proteicas de alto valor biológico. Esto puede llevar a pérdida muscular y aumentar el riesgo de desnutrición y caquexia. Es importante diseñar estrategias nutricionales que compensen estas alteraciones gustativas y ayuden a prevenir la desnutrición.
2. Se sugiere estudiar sistemáticamente el impacto de intervenciones realistas y el asesoramiento sobre alteraciones del gusto y las estrategias de afrontamiento. Algunas recomendaciones útiles para las pacientes en quimioterapia incluyen añadir limón a los alimentos, usar especias, beber agua carbonatada o cerveza sin alcohol, y agregar texturas como nueces o cereales a las comidas. También se recomienda el uso de cubiertos de plástico, beber con popote, cepillarse los dientes y la lengua antes de las comidas, y enjuagarse con bicarbonato de sodio, sal o un enjuague bucal antibacteriano.
3. Dado que hay poca información sobre las implicaciones de la disgeusia en el estado nutricio, como cambios en el peso o la composición corporal, sería recomendable llevar a cabo más estudios que exploren la relación entre los trastornos del gusto y los indicadores del estado nutricional. Este enfoque podría ofrecer una visión más clara de cómo las alteraciones sensoriales afectan la nutrición y, en consecuencia, la calidad de vida de las pacientes en tratamiento con quimioterapia.

Estas recomendaciones tienen como objetivo no solo mejorar la atención nutricional de las pacientes sino también optimizar los resultados de los tratamientos a través de un enfoque más integral y personalizado.

CONCLUSIÓN

La literatura muestra que existe una clara asociación entre las alteraciones de la percepción del gusto y los tratamientos de quimioterapia en las pacientes con cáncer de mama. Cerca de dos terceras partes de las pacientes tratadas con trastuzumab presentaron disgeusia, mientras que el 53 % de las que recibieron

epirubicina y ciclofosfamida experimentaron alteraciones del gusto. Por su parte, los taxanos provocaron disgeusia en el 52 % de las pacientes tratadas con este agente.

Estas alteraciones del gusto afectan la vida diaria de las pacientes, quienes desarrollan diversas estrategias para manejar este efecto. Aunque algunas de estas estrategias de autocuidado pueden ser beneficiosas, otras pueden llevar a un aumento en el consumo calórico y a conductas alimentarias deficientes, lo que podría agravar el estado nutricio de las pacientes. Es necesario realizar más estudios para comprender mejor la carga total de este síntoma y su impacto tanto en el cáncer como en las consecuencias no relacionadas con la enfermedad.

Independientemente del enfoque, se recomienda una intervención nutricia oportuna para cubrir los requerimientos energéticos, minimizar la pérdida de masa muscular y optimizar la ingestión oral de las pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Cancer Research Fund. Breast Cancer 2025 [cited 2025]. Available from: https://www.wcrf.org/preventing-cancer/cancer-types/breast-cancer/.
2. Arnold M, Morgan E, Rumgay H, Mafra A, Singh D, Laversanne M, et al. Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040. Breast 2022;66:15-23. DOI: 10.1016/j.breast.2022.08.010
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas a propósito del día mundial contra el Cáncer; 2021.
4. Herrera Pastrana IL, Albavera Hernández C, Morales Jaimes R, Ávila Jiménez L. Características clínicas y epidemiológicas de cáncer de mama en un hospital general de zona de Cuernavaca, México. Atención Familiar 2021;28(2):101-5. DOI: 10.22201/fm.14058871p.2021.2.78798
5. Espinosa Ramírez M. Cáncer de mama. Revista Medica Sinergia 2017;2(1):8-12.
6. Eroles P, Bosch A, Pérez-Fidalgo JA, Lluch A. Molecular biology in breast cancer: intrinsic subtypes and signaling pathways. Cancer Treat Rev 2012;38(6):698-707. DOI: 10.1016/j.ctrv.2011.11.005
7. Salas-Rivas P, Pousa-Benavente J, Astudillo-Astudillo J. Relación entre satisfacción usuaria y calidad de vida en mujeres con cáncer de mama en quimioterapia. Revista chilena de obstetricia y ginecología 2019;84:277-87. DOI: 10.4067/S0717-75262019000400277
8. Molina-Villaverde R. Alteraciones del sentido del gusto y del olfato con el tratamiento quimioterápico. Psicooncología 2013;10(1):155-61. DOI: 10.5209/rev_PSIC.2013.v10.41954
9. Dellafiore F, Bascapè B, Caruso R, Conte G, Udugampolage NS, Carenzi L, et al. What is the relations between dysgeusia and alterations of the nutritional status? A metanarrative analysis of integrative review. Acta Biomedica Atenei Parmensis 2021;92(S2):e2021023. DOI: 10.23750/abm.v92iS2.11015
10. Abuchacra Lara D, Alvarado GJ, Ferretti CN, Gómez AL, Hernández Paz AP, Sánchez N, et al. Relación entre la clasificación según tipos histológicos y subtipos moleculares más frecuentes de carcinoma mamario entre los años 2007 y 2012 en San Miguel de Tucumán, Argentina. CIMEL Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana. 2012;17(2):76-81.
11. Kaizu M, Komatsu H, Yamauchi H, Yamauchi T, Sumitani M, Doorenbos AZ. Characteristics of taste alterations in people receiving taxane-based chemotherapy and their association with appetite, weight, and quality of life. Supportive Care in Cancer 2021;29(9):5103-14. DOI: 10.1007/s00520-021-06066-3
12. Kuba S, Fujiyama R, Yamanouchi K, Morita M, Sakimura C, Hatachi T, et al. Awareness of dysgeusia and gustatory tests in patients undergoing chemotherapy for breast cancer. Support Care Cancer 2018;26(11):3883-9. DOI: 10.1007/s00520-018-4256-4
13. Urrútia G, Bonfill X. PRISMA declaration: a proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses]. Med Clin (Barc) 2010;135(11):507-11. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.01.015
14. Asano S, Sawatari H, Mentani H, Shimada Y, Takahashi M, Fudano K, et al. Taste Disorders: Effect of Education in Patients With Breast Cancer Receiving Chemotherapy. Clin J Oncol Nurs 2020;24(3):265-71. DOI: 10.1188/20.CJON.265-271
15. Carlucci Palazzo C, Cremonezi Japur C, Borges de Araújo L, Diez-Garcia RW. Eating Experiences, Sweet Preference, and Weight Gain in Women During Chemotherapy for Breast Cancer: A Mixed Methods Study. Nutrition and Cancer 2019;71(4):594-604. DOI: 10.1080/01635581.2018.1529249
16. de Vries YC, Boesveldt S, Kelfkens CS, Posthuma EE, van den Berg M, de Kruif J, et al. Taste and smell perception and quality of life during and after systemic therapy for breast cancer. Breast Cancer Res Treat 2018;170(1):27-34. DOI: 10.1007/s10549-018-4720-3
17. Denda Y, Niikura N, Satoh-Kuriwada S, Yokoyama K, Terao M, Morioka T, et al. Taste alterations in patients with breast cancer following chemotherapy: a cohort study. Breast Cancer 2020;27(5):954-62. DOI: 10.1007/s12282-020-01089-w
18. Kim Y-h, Kim GM, Son S, Song M, Park S, Chung HC, et al. Changes in taste and food preferences in breast cancer patients receiving chemotherapy: a pilot study. Supportive Care in Cancer 2020;28(3):1265-75. DOI: 10.1007/s00520-019-04924-9
19. Kuba S, Fujiyama R, Yamanouchi K, Sakimura C, Hatachi T, Matsumoto M, et al. Assessment of dysgeusia and taste identification in patients undergoing chemotherapy for breast cancer. Journal of Clinical Oncology 2017;35:e21668-e. DOI: 10.1007/s00520-018-4256-4
20. Marinho EDC, Custódio IDD, Ferreira IB, Crispim CA, Paiva CE, Maia YCDP. Impact of chemotherapy on perceptions related to food intake in women with breast cancer: A prospective study. PLoS ONE 2017;12(11). DOI: 10.1371/journal.pone.0187573
21. Pedersini R, Di Mauro P, Zamparini M, Bosio S, Zanini B, Amoroso V, et al. Taste Alterations Do Not Affect Change in Food Habits and Body Weight in Breast Cancer Patients. In Vivo 2022;36(4):1860-7. DOI: 10.21873/invivo.12904
22. Pedersini R, Zamparini M, Bosio S, di Mauro P, Turla A, Monteverdi S, et al. Taste alterations during neo/adjuvant chemotherapy and subsequent follow-up in breast cancer patients: a prospective single-center clinical study. Support Care Cancer 2022;30(8):6955-61. DOI: 10.1007/s00520-022-07091-6
23. Malta CEN, Carlos ACAM, de Alencar MCM, Alves e Silva EF, Nogueira VBC, Alves APNN, et al. Photobiomodulation therapy prevents dysgeusia chemotherapy induced in breast cancer women treated with doxorubicin plus cyclophosphamide: a triple-blinded, randomized, placebo-controlled clinical trial. Supportive Care in Cancer 2022;30(3):2569-80. DOI: 10.1007/s00520-021-06642-7
24. Kinjo T, Kanda K, Fujimoto K. Effects of a self-monitoring intervention in breast cancer patients suffering from taste alterations induced by chemotherapy: A randomized, parallel-group controlled trial. Eur J Oncol Nurs 2021;52:101956. DOI: 10.1016/j.ejon.2021.101956
25. Haller H, Wang T, Lauche R, Choi K-E, Voiss P, Felber S, et al. Hypoglossal acupuncture for acute chemotherapy-induced dysgeusia in patients with breast cancer: study protocol of a randomized, sham-controlled trial. Trials 2019;20. DOI: 10.1186/s13063-019-3525-y
26. Amézaga J, Ugartemendia G, Larraioz A, Bretaña N, Iruretagoyena A, Camba J, et al. Omega 6 polyunsaturated fatty acids in red blood cell membrane are associated with xerostomia and taste loss in patients with breast cancer. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 2021;173:102336. DOI: 10.1016/j.plefa.2021.102336
27. de Vries YC, van den Berg MMGA, de Vries JHM, Boesveldt S, de Kruif JTCM, Buist N, et al. Differences in dietary intake during chemotherapy in breast cancer patients compared to women without cancer. Supportive Care in Cancer 2017;25(8):2581-91. DOI: 10.1007/s00520-017-3668-x
28. de Vries YC, Winkels RM, van den Berg MMGA, de Graaf C, Kelfkens CS, de Kruif JTCM, et al. Altered food preferences and chemosensory perception during chemotherapy in breast cancer patients: A longitudinal comparison with healthy controls. Food Quality and Preference 2018;63:135-43. DOI: 10.1016/j.foodqual.2017.09.003
29. Speck RM, DeMichele A, Farrar JT, Hennessy S, Mao JJ, Stineman MG, et al. Taste alteration in breast cancer patients treated with taxane chemotherapy: experience, effect, and coping strategies. Support Care Cancer 2013;21(2):549-55. DOI: 10.1007/s00520-012-1551-3

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

Artículo Especial

De los servicios de higiene de la alimentación al Centro Nacional de Alimentación y Nutrición: la evolución de la nutrición comunitaria en España (1933-1974)

From food hygiene services to the National Food and Nutrition Center: the evolution of community nutrition in Spain (1933-1974)

Anna Díaz Poveda[1], María Tormo-Santamaría[2]

[1]Máster en Salud Pública. Universidad de Alicante-Universidad Miguel Hernández. Sant Vicent del Raspeig, Alicante. [2]Universidad de Alicante. Grupo Balmis de Investigación en Historia de la Ciencia, Cuidados en Salud y Alimentación. Grupo de Investigación en Dietética Aplicada, Nutrición y Composición. Sant Vicent del Raspeig, Alicante

Resumen

Los problemas de malnutrición que mostraba la población española a principios del siglo XX representaban uno de los principales retos socio-sanitarios que tenía que afrontar el país. Fue en la década de 1930, tras la llegada de la Segunda República, cuando se produjeron los avances más significativos en materia de nutrición comunitaria. El trabajo analiza el grado de desarrollo que alcanzaron los servicios de higiene de la alimentación que impulsaron las autoridades republicanas y cuál fue su recorrido a lo largo del siglo XX. Aunque, en sus inicios, sus funciones respondían a una clara vocación preventiva, social y comunitaria, con la llegada de la dictadura franquista se limitaron al desarrollo de una higiene alimenticia centrada en su vertiente más bromatológica. Esta circunstancia condicionó las sucesivas iniciativas de institucionalización de la nutrición comunitaria que tuvieron lugar a lo largo de las décadas finales de la pasada centuria y que pretendían dar continuidad a los servicios de higiene de la alimentación o a organismos como el Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición. La dimensión comunitaria y las acciones centradas en la población estuvieron ausentes o fueron limitadas. Los resultados obtenidos permiten explicar muchas de las deficiencias que siguen mostrando las políticas de nutrición comunitaria y las dificultades para abordar los retos epidemiológico-nutricionales de la sociedad española en las primeras décadas del siglo XXI.

Palabras clave:

Políticas de salud. Seguridad alimentaria. Nutrición comunitaria. Salud pública. España. Historia del siglo XX.

Abstract

The malnutrition problems that the Spanish population was undergoing at the beginning of the 20th century represented one of the main social and health challenges that the country had to face. It was in the 1930s, after the arrival of the Second Republic, when the most significant advances in community nutrition occurred. The work analyses the degree of development reached by the food hygiene services promoted by the republican authorities and what their journey was throughout the 20th century. Although in its beginnings its functions responded to a clear preventive, social and community vocation, with the arrival of the Franco dictatorship they were limited to the development of food hygiene focused on its most bromatological aspect. This circumstance conditioned the successive initiatives of institutionalization of community nutrition that took place throughout the final decades of the last century and that aimed to give continuity to food hygiene services or to organizations such as the National Institute of Food Hygiene and Nutrition. The community dimension, and population-focused actions, were absent or limited. The results obtained allow us to explain many of the deficiencies that community nutrition policies continue to show and the difficulties in addressing the epidemiological- nutritional challenges of Spanish society in the first decades of the 21st century.

Keywords:

Health policy. Food security. Community nutrition. Public health. Spain. History of the 20th century.

Recibido: 14/11/2024 • Aceptado: 11/05/2025

Agradecimientos: a Josep Bernabeu Mestre, Doctor en Medicina y Catedrático de Historia de la Ciencia.

Conflictos de intereses: las autoras declaran que no tienen conflictos de intereses.

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Díaz Poveda A, Tormo-Santamaría M. De los servicios de higiene de la alimentación al Centro Nacional de Alimentación y Nutrición: la evolución de la nutrición comunitaria en España (1933-1974). Nutr Hosp 2025;42(4):820-827

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05610

Correspondencia:

María Tormo Santamaría. Universitat d'Alacant. Ctra. de San Vicente, s/n. 03690 Sant Vicent del Raspeig, Alacant

e-mail: maria.tormo@ua.es

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INTRODUCCIÓN

Los problemas relacionados con la alimentación y la nutrición representaban uno de los principales retos que configuraban el conocido como 'problema sanitario de España' y su retraso con respecto al proceso de modernización sanitaria que estaban experimentando los países occidentales desde las décadas centrales del siglo XIX (1-3). Aunque a lo largo de las dos primeras décadas del siglo XX se produjeron algunos logros con la promulgación, en 1904, de la Instrucción General de Sanidad o los avances que experimentaron la administración sanitaria periférica y los servicios centrales de la Dirección General de Sanidad (DGS) en la década de 1920, fue en el marco de las reformas sanitarias que impulsó la Segunda República cuando se produjeron los cambios más significativos y, en particular, en el ámbito de las políticas de nutrición comunitaria (2,4-7).

Entre las iniciativas institucionales encaminadas a solucionar las deficiencias alimentarias y nutricionales que mostraba la población española en el primer tercio del siglo XX, destaca la creación en 1930 de la Cátedra de Higiene de la Alimentación y de la Nutrición de la Escuela Nacional de Sanidad. Bajo la dirección del profesor Enrique Carrasco Cadenas (1895-1959) (1) se desarrolló entre 1930 y 1936 una intensa labor docente, investigadora y asistencial que permitió establecer el diagnóstico del estado nutricional de la población española y avanzar en la solución de los problemas de malnutrición (8-11).

Para conocer el tipo de alimentación que seguía la población española, el grupo de Carrasco Cadenas realizó varios estudios siguiendo las recomendaciones del Comité de Higiene de la Sociedad de Naciones. Aunque existía un aporte suficiente de hidratos de carbono, gracias al consumo de pan, no ocurría lo mismo con el resto de nutrientes y micronutrientes, al observarse un déficit de proteínas y algunas carencias en vitaminas y minerales debido, entre otros factores, al escaso consumo de carne y leche (9).

Todas aquellas deficiencias justificaban las palabras del profesor Gregorio Marañón Posadillo (1887-1960) cuando afirmaba en 1932 que "En España no se muere nadie de hambre, aun cuando muchos la padecen […] pero cada año desaparecen antes de tiempo […] miles y miles de individuos por comer de un modo contrario a las leyes de la naturaleza […]", al mismo tiempo que insistía en la importancia de avanzar en la institucionalización de las ciencias de la nutrición y en trabajos como los que se habían empezado a realizar desde la Cátedra de Higiene de la Alimentación y la Nutrición de la Escuela Nacional de Sanidad (10): "Por todo ello es preciso, ante todo, una ciencia de la alimentación española, que no se enseña en ninguna parte (no hay que decir que en las cátedras de Higiene, tampoco) y que ahora trata de sistematizar, con loable esfuerzo, la Escuela Nacional de Sanidad […] esta ignorancia de las modalidades españolas de la alimentación nos afecta también a los médicos, que cuando tratamos de establecer regímenes a nuestros enfermos, tropezamos con el desconocimiento del valor nutritivo de los recursos españoles."

Este fue otro de los objetivos de la Escuela Nacional de Sanidad, estudiar mediante su Laboratorio de Higiene de la Alimentación la composición química de los alimentos españoles con el propósito de construir tablas con la composición química de los mismos y analizar las modificaciones que podían sufrir los alimentos tras las acciones culinarias a las que se sometían los platos más típicos y de mayor consumo (11). Además, junto a todas estas actividades, desde la Cátedra de Higiene de la Alimentación y Nutrición también se implementaron estrategias de atención a grupos de riesgo, tal como ocurrió con los comedores-dispensarios gratuitos para diabéticos (10). Con todo, para los responsables de la sanidad republicana, la labor que en materia de higiene de la alimentación y la nutrición llevó a cabo la Escuela Nacional de Sanidad tenía que completarse desde la administración sanitaria con políticas y programas de nutrición aplicada a través de la creación de los servicios de higiene de la alimentación y la puesta en marcha de un Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición (7,9).

En este sentido, frente a la atención historiográfica que se ha prestado a las actividades de la Cátedra de Higiene de la Alimentación y la Nutrición de la Escuela Nacional de Sanidad (10-13), no se ha realizado una investigación sistemática de lo que representaron los servicios de higiene de la alimentación o la propia creación y evolución del Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición. Hay que recordar que la creación de estos servicios tenía una clara vocación preventiva, social y comunitaria, por lo que representan un destacado antecedente de las iniciativas y políticas de nutrición comunitaria implementadas en España a lo largo del siglo XX (5).

Con el fin de corregir este vacío historiográfico, el presente trabajo tiene como principal objetivo analizar el grado de desarrollo que alcanzaron tanto los servicios de higiene de la alimentación que se pusieron en marcha en España durante la Segunda República como el Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición que se creó en 1937; la continuidad que tuvieron ambas iniciativas durante el franquismo, así como los cambios que se produjeron en su filosofía y organización; y las consecuencias de toda esta evolución en el proceso de institucionalización de la nutrición comunitaria española y sus actuales retos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la investigación se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Web of Science, Dialnet, Scopus, PubMed y Google Scholar, utilizando las palabras clave y los descriptores de la literatura secundaria relacionada con las temáticas objeto de estudio: "España, siglo XX", "Malnutrición", "Políticas alimentarias y nutricionales", "Ciencias de la Nutrición", "Higiene Alimentaria", "Nutrición Comunitaria". Además, se han localizado las fuentes primarias que pudieran aportar información sobre los servicios de higiene de la alimentación y el Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición, las actividades desarrolladas y su evolución, desactivación y transformación. Para ello se han consultado los catálogos de la Biblioteca Nacional de España, la Biblioteca de Cataluña, la Biblioteca de la Real Academia Nacional de Medicina, los fondos

históricos de la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud y el Catálogo Colectivo de la Red de Bibliotecas Universitarias Españolas (REBIUN). También se ha realizado un vaciado sistemático de la *Revista de Sanidad e Higiene Pública* (en la actualidad, *Revista Española de Salud Pública* y con anterioridad a 1932, *Boletín Técnico de la Dirección General de Sanidad* 23) (Fig. 1), así como de la legislación relacionada con dichos organismos e instituciones y su evolución mediante la revisión de la Gaceta de Madrid, a partir de 1934, Gaceta de Madrid: Diario Oficial de la República y el Boletín Oficial del Estado, a partir de 1939.

Figura 1. Foto de los ejemplares consultados de la *Revista de Sanidad e Higiene Pública* en la Universitat de València.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la búsqueda bibliográfica se ha podido disponer de las fuentes —básicamente informes, monografías, artículos y disposiciones legislativas y normativas—, que han podido ser analizadas (17,19,21,22,24,25,29,31,32).

El abordaje y la resolución de los problemas de malnutrición estuvieron entre los objetivos que marcaron las reformas de la administración sanitaria que se llevaron a cabo durante el primer bienio de la Segunda República (1931-1933). Dentro del organigrama de la DGS, las competencias de Higiene de la Alimentación dependían de la Inspección General de Sanidad Interior que dirigía un destacado colaborador de Pascua, el doctor Santiago Ruesta Marco (14). La reorganización de la estructura sanitaria respondía a las directrices y recomendaciones que estableció el Comité de Higiene de la Sociedad de Naciones a partir de las conclusiones alcanzadas en la Conferencia Internacional de Higiene Rural que tuvo lugar en Ginebra en 1931 (15). Junto a la creación en noviembre de 1931 de una Comisión Permanente de Investigaciones Sanitarias, que impulsó entre otros temas de investigación los relacionados con el estudio de la composición química de los alimentos españoles, el estudio geográfico del bocio y sus relaciones con la composición química de aguas, terrenos y la alimentación, o los aspectos sanitarios de la vitaminas (16), se puso en marcha el nuevo organigrama de secciones técnicas, entre las que se incluyó la de Higiene de la Alimentación en marzo de 1933 (17).

La justificación y la necesidad de crear una Sección de Higiene de la Alimentación en los servicios centrales de la DGS y los correspondientes servicios de higiene de la alimentación en los centros secundarios de higiene y los institutos provinciales de sanidad (18), aparecía recogida en el artículo que publicó en 1934, en la *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, el sanitarista Juan Moroder Muedra (1905-1965) con el título de "Los puntos de vista sanitarios de la alimentación humana" (19). En su opinión, su puesta en marcha respondía a una clara vocación preventiva y a la necesidad de unificar los servicios existentes, básicamente de carácter municipal, relacionados con la vigilancia de las sustancias alimenticias. Las actividades a desarrollar se agrupaban en dos grandes grupos: las destinadas a los alimentos y las destinadas a la población (19). Respecto a los alimentos, se trataba de controlarlos desde el punto de vista del estudio de sus contenidos y cualidades, de su condición de posibles portadores de enfermedad, de su dimensión económica (precios) y del control de su producción y manipulación. En realidad, señalaba Moroder, esta era la principal actividad que se había llevado a cabo en materia de higiene y seguridad alimentaria, pero resultaba insuficiente. Era necesario formar tanto a los productores como a los manipuladores de alimentos para así mejorar sus hábitos higiénicos y su sentido de la responsabilidad social (19). En cuanto a la población, las actividades estaban encaminadas a valorar las necesidades alimenticias de la misma y a su educación en materia de alimentación y nutrición (19).

En relación con esta última cuestión, en opinión de Moroder (19), en el caso español, el principal problema referente a la alimentación no era de naturaleza económica. Las clases sociales más desfavorecidas se alimentaban mal, más por calidad que por cantidad. Las clases más pudientes se alimentaban erróneamente al consumir en exceso y provocar "enfermedades y trastornos digestivos y de la nutrición que acortan su vida media". Por otra parte, existían alimentos accesibles económicamente de gran valor nutritivo que la población despreciaba por ignorancia o por no emplearlos debidamente, con el quebranto económico que ello provocaba en los presupuestos que destinaba cada familia a la alimentación. Por todas estas razones, los Servicios de Higiene de la Alimentación debían contemplar la labor educativa no de forma uniforme sino tomando en consideración las particularidades de cada clase y grupo social, "puesto que la alimentación era completamente distinta según los hábitos y las posibilidades económicas" (19).

En las clases menos acomodadas, la educación debía estar orientada a promover los regímenes económicos pero saludables, a corregir los errores dietéticos, sobre todo en lo relativo a la carencia de micronutrientes, o a promover cooperativas, entre otras iniciativas. Se recomendaba la preparación de "gráficas de valor nutritivo comparado" y de campañas de desprestigio de aquellos productos que resultaban excesivamente caros para el valor nutritivo que aportaban pero que gozaban de prestigio alimenticio entre la población (19).

Entre las clases más acomodadas, uno de los primeros objetivos educacionales era demostrar los peligros de una alimentación desproporcionada y abusiva (sobre todo en proteínas de origen animal) y su relación con las enfermedades digestivas y de la nutrición. Como ocurría con las iniciativas educativas dirigidas a las clases más desfavorecidas, en este caso también se recomendaba la preparación de gráficas y cuadros estadísticos que demostrasen el futuro que les esperaba a quienes seguían una alimentación racional y a quienes no la seguían. Dentro de este grupo social, Moroder (19), aun reconociendo una incidencia menor en el caso español, también llamaba la atención sobre la necesidad de vigilar aquellos grupos de población que se dejaban influenciar por "propagandas" como el vegetarianismo o el naturismo, que incurrían en una alimentación inadecuada: "esta clase de personas se creen con un bagaje suficiente de conocimientos sobre alimentación que les permite despreciar los consejos médicos; con ellos deberían emprenderse campañas intensas para contrarrestar tales propagandas en lo que tienen de erróneo".

La educación sanitaria, por último, debía completar actuaciones específicas encaminadas a garantizar una alimentación racional en instituciones de diversa naturaleza (colegios, cuarteles, conventos, cárceles, etc.) e iniciativas encaminadas a conseguir la divulgación de una cocina dietética que tenía como público diana a las mujeres, y que contemplase lecciones culinarias prácticas y nociones de economía doméstica (20). Como indicaba el propio Moroder (19):

"No es cuestión de que el pueblo coma más, se trata de que el pueblo coma mejor, y esto en ocasiones se puede hacer sin necesidad de realizar un mayor desembolso económico. Con el mismo desembolso se puede realizar una alimentación más perfecta e higiénica, y aquí debe entrar la función sanitaria, estudiando y descubriendo los trastornos relacionados seguramente con faltas alimenticias, enseñando al mismo tiempo la manera de corregirlos y compensarlos […] no puede haber mejor profilaxis contra la mortalidad infantil y la senectud precoz que la higiene alimenticia [...] he aquí un amplio y fructífero campo de estudio y actuación de nuestra higiene y sanidad: buscar el porqué de esas tallas miserables en algunos de nuestros pueblos, donde también las mujeres de treinta años tienen la apariencia de más de cincuenta, arrugadas y sin turgencia".

Para alcanzar todos estos objetivos, Moroder defendía, por un lado, la incorporación a los servicios de higiene de la alimentación de un equipo de profesionales de carácter pluridisciplinar: expertos en salud pública, químicos, bacteriólogos, nutriólogos e inspectores sanitarios, además de integrar los servicios municipales de vigilancia de los alimentos, la única labor que se venía realizando con cierta regularidad. Por otro, la necesidad de contar con encuestas y estudios encaminados a determinar las necesidades alimenticias de la población, poniendo atención en el grado de nutrición que tenían las diferentes clases sociales y determinando qué enfermedades se podían acabar desarrollando a causa de las carencias vitamínicas o de minerales, o las que se producían por el exceso de alimentación (19).

En opinión de Moroder, el estudio de la prevalencia de las enfermedades de la nutrición y digestivas debía contemplar su valoración por grupos socioeconómicos (sectores acomodados y no acomodados), por localización geográfica y hábitat (mundo rural y urbano) y por tipo de alimentación. Las enfermedades a considerar eran principalmente: diabetes, gota, obesidad, reumatismo crónico deformante, cáncer y úlcera de estómago, enteritis y colitis crónica, procesos congestivos, degenerativos y escleróticos del hígado, discrasia de la cincuentena y arterioesclerosis (19).

Uno de los estudios más reveladores y completos sobre el tipo de alimentación que seguía la población española en la década de 1930, fue el que se llevó a cabo en la provincia de Jaén bajo la dirección del médico Francisco Jiménez y el farmacéutico Manuel Jiménez. Consistió en una encuesta de presupuestos familiares dirigida a grupos socioeconómicos diferenciados: clase acomodada, clase media y clase baja (21) (Tabla I).

Los resultados de la encuesta corroboraban las desigualdades sociales y económicas que mostraba la población, en este caso la jienense, en materia de alimentación y nutrición. La clase acomodada seguía una dieta hiperproteica y la base de su alimentación eran la carne, los huevos y la leche. La clase media tenía una dieta más higiénica, al realizar un consumo de proteínas menor que el de la clase alta. Por el contrario, la clase obrera adulta era la que presentaba una alimentación más deficiente: no consumían ni carne, ni huevos, ni leche. En cuanto a los niños, los únicos que cumplían una dieta higiénica eran los de clase acomodada, al contrario que los niños de clase media y clase obrera, que corrían el riesgo de mostrar problemas de crecimiento y desarrollo a causa de los déficits nutricionales (21).

El grado de desarrollo que alcanzaron los servicios de higiene de la alimentación en los términos que proponía Moroder en su artículo de 1934 (19), con el fin de dar respuesta a la situación nutricional que describían estudios como el que se llevó a cabo en la provincia de Jaén, fue evaluado por el propio autor en el capítulo que dedicó a la higiene de la alimentación en su tratado de "Teoría y práctica de Sanidad Pública", publicado en 1941 (22). En el mismo, se exponía que "la dificultad de organizar un servicio de higiene de la alimentación está en la imposibilidad práctica de que sus actividades puedan estar concentradas en una sola mano, ya que corresponden a varias competencias" (22). En su opinión persistían las deficiencias en materia de inspección de sustancias alimenticias, sobre todo cuando se trataba de descubrir fraudes, ya que afectaban sobre todo a las clases más necesitadas. Moroder defendía que la inspección de industrias de preparación de alimentos y de los puntos de venta y consumo debían tener mucho más peso en este servicio, poniendo el máximo interés en la industria de la leche, que se encontraba "en

Tabla I. Resultados de la Encuesta de Alimentación en la provincia de Jaén

Número de casos*	Proteínas en gramos por kilo y día	Promedio de 120 casos de nitrógeno en orina de 24 horas	Porcentaje de individuos que toman a diario carne	Porcentaje de individuos que toman a diario huevos	Porcentaje de individuos que toman a diario leche
Adultos, clase acomodada (335)	2- 2,5 g	21,3	90	95	98
Adultos, clase media (416)	1-1,50 g	12,5	88	80	60
Adultos, clase obrera (591)	0,50-1,50 g	9	15	22	12
Niños, clase acomodada (405)	3,50-5 g	9,4	98	91	95
Niños, clase media (495)	2,50-4 g	9	50	62	65
Niños, clase obrera (1350)	2-3,50 g	7,2	10	15	6

*Elaboración propia a partir de los datos recogidos en: Jiménez F, Jiménez M. "La alimentación en la provincia de Jaén. Deducciones sanitarias"; 1934 (21). *Total de casos estudiados: 3.592 en 70 pueblos. Adultos de ambos sexos: 1.342. Niños de ambos sexos: 2.250 de 8 a 14 años.*

estado primitivo" en España, una circunstancia que contribuía a su bajo consumo. En lo referente a las actuaciones dirigidas a la población, Moroder se limitaba a recordar en su capítulo la importancia que tenían los estudios dirigidos a conocer el estado nutricional de la misma y destacaba los principales objetivos de la propaganda sanitaria en materia alimenticia y nutricional (22).

La imagen de escaso desarrollo que alcanzaron los servicios de higiene de la alimentación y que se refleja en el testimonio que se acaba de transcribir, tuvo su correlato en la desactivación que experimentó la Sección de Higiene de la Alimentación de la Escuela Nacional de Sanidad en la década de 1940 (9) y en la escasa presencia de trabajos relacionados con dicha materia en la *Revista de Sanidad e Higiene Pública* (23) (Fig. 2).

Como se puede comprobar en la figura 2, el interés por la higiene de la alimentación se retomó en las décadas de 1950 y 1960, cuando desde la dictadura franquista se pusieron en marcha iniciativas como el Servicio Escolar de Alimentación y Nutrición (SEAN) con el objetivo de distribuir el complemento alimenticio (leche y derivados lácteos) que procedía de la Ayuda Social Americana, o posteriormente el Programa de Educación en Alimentación y Nutrición (Edalnu), que inició sus actividades en 1961 con el objetivo de difundir conocimientos sobre alimentación y nutrición para que los niños y las familias tuvieran mejores hábitos alimentarios y pudieran aprovechar los recursos que tenían a su alcance con el fin de alcanzar una dieta óptima (9).

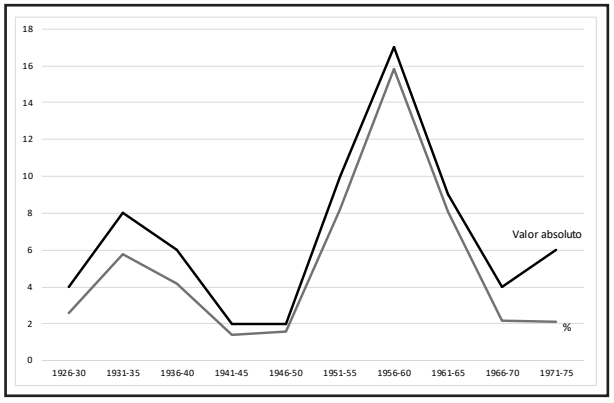


Figura 2. Evolución de las publicaciones referidas al Subtema de Higiene de los Alimentos aparecidas en la *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Evolución del INHAN y del CCIC hasta la AECOSAN. Elaboración propia por los datos recogidos en el trabajo "Cincuenta años de la *Revista de Sanidad e Higiene Pública* (1926-1975). Análisis bibliométrico de su producción científica (23).

Con anterioridad a todas estas iniciativas, la higiene de la alimentación fue objeto de desarrollo normativo con la promulgación de la Ley de Sanidad del 25 de noviembre de 1944 (24). En su Base Vigesimosexta se hacía mención a la misma, pero con una perspectiva más propia de la higiene bromatológica: "Las características sanitarias que deben reunir los alimentos y bebidas: la determinación del mínimo de condiciones que deben tener aquellos para considerarse como tales y fijar también la de los utensilios relacionados con la preparación y envase de los mismos: fijación del mínimo de condiciones higiénicas de locales, fábricas y almacenes destinados a la elaboración, manipulación, envase, almacenamiento, transporte y venta de los productos alimenticios, condimentos y sus derivados". Para cumplir con todos estos objetivos, las autoridades franquistas recuperaron el proyecto del Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación y la Nutrición (INHAN) que había puesto en marcha la Segunda República en 1937 (9). El organigrama del nuevo Instituto contemplaba laboratorios de investigación, policlínicas para atender a los enfermos y un departamento de estadística y económico para el estudio social del coste de la producción (24).

Las funciones que tenía asignada el INHAN se vieron ampliadas con la promulgación del decreto de 6 de junio de 1947, por el que se creaba un Patronato para el Estudio de la Higiene de la Alimentación y de la Nutrición, con el objetivo de promover el estudio de la composición de los alimentos, realizar informes y análisis para el registro de productos dietéticos y alimenticios, y estudiar el estado de nutrición de diferentes sectores sociales del

país, para corregir las deficiencias además de resolver problemas relacionados con la producción, la distribución y la vigilancia de las condiciones higiénicas de los alimentos y su autorización (25). A pesar de formular semejantes objetivos, no se ha podido constatar el grado de desarrollo que alcanzó el INHAN, más allá de su colaboración con las encuestas de alimentación y nutrición que llevó a cabo el Programa Edalnu (26).

En realidad, durante las primeras décadas del franquismo predominó la vertiente bromatológica y los mayores esfuerzos se centraron en conseguir la promulgación de un código alimentario (27). La dimensión comunitaria y las actividades de higiene de la alimentación dirigidas a la población eran escasas o estaban ausentes. Desde el ámbito sanitario y en concreto el de los farmacéuticos, además de denunciar la ausencia de técnicos especializados, destacaba la necesidad de promover la educación alimentaria de la población, al mismo tiempo que se señalaba que debía empezar en la escuela primaria para evitar así muchas carencias en el futuro (28), tal como se propuso realizar en el Programa Edalnu (29-38).

Finalmente, el INHAN y las funciones que tenía asignada fueron asumidas por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CeNAN) que creó en 1974 el Ministerio de Comercio (39) con el fin de dar continuidad a las políticas alimentarias que habían empezado a implementarse en la década de 1960 en el marco de los planes de desarrollo (27). En 1986, el CeNAN se integró en el Instituto de Salud Carlos III y en 2002 pasó a formar parte de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), al consolidarse como el laboratorio nacional de referencia en contaminantes biológicos y químicos en alimentos (40). Aunque inicialmente la estructura del CeNAN contemplaba tres áreas de trabajo relacionadas con la alimentación (con el objeto de desarrollar, básicamente, actividades relacionadas con la seguridad alimentaria, en términos de asegurar la inocuidad de los alimentos y garantizar su salubridad para el consumidor), la nutrición (con el desarrollo de actividades relacionadas con el estudio del estado nutricional de la población, el estudio de la dieta media de los diferentes grupos de población, los estudios de epidemiología nutricional y la investigación aplicada en nutrición mediante estudios nutricionales experimentales) y la información (labor asesora e informativa a diversos niveles), como se recogía en el documento en el que se hacía balance de sus cuarenta y cinco años de actividad, solo se desarrolló la primera de las áreas y sin ningún tipo de actividad en el ámbito más comunitario (40).

Tres años antes de la creación del CeNAN, en 1971, también desde el ámbito del Ministerio de Comercio, se creó el Consejo de Comercio Interior y de los Consumidores (CCIC) (41), que tenía funciones de asesoramiento y defensa de los mismos (42). Tuvo un desarrollo efímero, al integrase en el Instituto Nacional de Consumo (INC) tras la creación de este último en 1975. El INC estuvo activo hasta 2014, cuando se creó la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Una integración que ha sido criticada, al considerarse que, con la desaparición del INC, los consumidores han quedado desprotegidos (43) (Fig. 3).

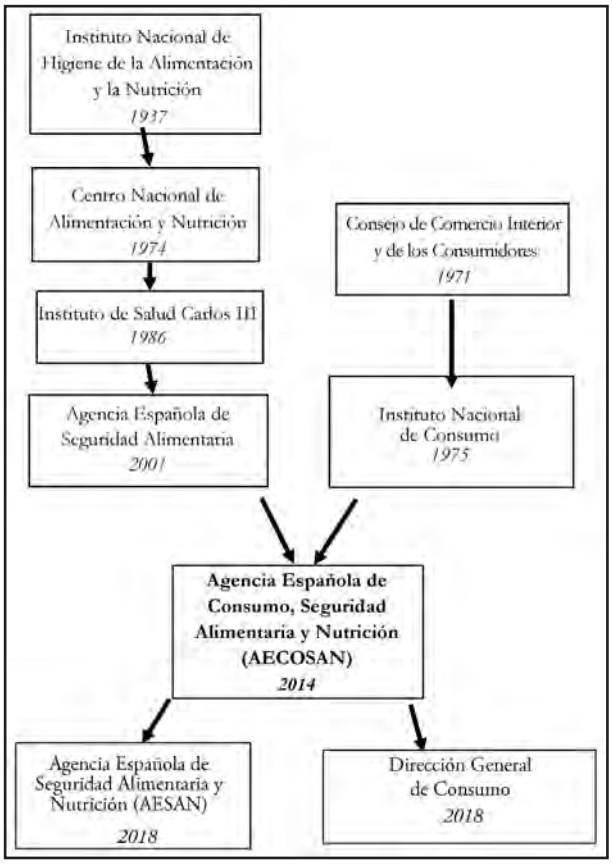


Figura 3. Evolución del INHAN y del CCIC hasta la AECOSAN.

A todos estos cambios hay que sumar la desactivación, en las décadas finales del siglo XX, del programa Edalnu, la mayor iniciativa que se había desarrollado en materia de programas de nutrición aplicada (9). Aunque en 2005 se ponía en marcha la Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad (NAOS), con la finalidad de "mejorar los hábitos alimentarios e impulsar la práctica regular de la actividad física de todos los ciudadanos, poniendo especial atención en la prevención durante la etapa infantil", las cifras de sobrepeso y obesidad han seguido creciendo (44), al mismo tiempo que se constata la falta de una mayor coordinación entre las diferentes administraciones, tal como ocurre, por ejemplo, con las políticas nutricionales escolares (45,46).

CONCLUSIONES

La creación de los servicios de higiene de la alimentación por parte de la Segunda República marcó un precedente en materia de nutrición comunitaria y en su proceso de institucionalización al destacar el enfoque social y preventivo que guio su diseño. Sin embargo, a pesar del énfasis que se puso en la educación de la población y en la necesidad de abordar la problemática nutricional desde la perspectiva de las desigualdades, tras la

Guerra Civil, las políticas de salud implementadas durante el primer franquismo no permitieron su desarrollo. Como se ha podido observar en el apartado previo, fue la vertiente más bromatológica de la seguridad alimentaria la que acabó adquiriendo un mayor protagonismo. Esta circunstancia, unida a la dispersión administrativa de las competencias relacionadas con la nutrición comunitaria y la ausencia de una investigación sistemática de los retos epidemiológico-nutricionales que tiene planteados la población española, explican el escaso desarrollo que han alcanzado las políticas y los programas de nutrición aplicada. Aunque en las primeras décadas del siglo XXI, el sobrepeso y la obesidad dominan el panorama epidemiológico en materia de nutrición, siguen compartiendo muchos de los determinantes que estaban detrás de los retos nutricionales que afectaban a la población española de la década de 1930, y en particular la cuestión de las desigualdades socioeconómicas y territoriales. Estas resultan agravantes de la malnutrición en cualquiera de sus formas, de ahí la importancia de articular políticas de salud, en nuestro caso aplicadas al ámbito de la nutrición, que sirvan para corregir estos determinantes. Sin embargo, para que resulten efectivas debe considerar no solo garantizar el acceso de toda la población a una alimentación de calidad, saludable y sostenible sino también la voluntad de los ciudadanos. Al poder se tienen que sumar el saber y el querer. Dos cuestiones que necesitan de la educación en alimentación y nutrición, así como de iniciativas divulgativas para concienciar al conjunto de la sociedad sobre la importancia del acto alimentario y las repercusiones sanitarias, sociales y económicas que lo acompañan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Galiana-Sánchez ME, Bernabeu-Mestre J. El problema sanitario de España: saneamiento y medio rural en los primeros decenios del siglo XX. Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y la Ciencia 2006;58(2):139-64. DOI: 10.3989/asclepio.2006.v58.i2.12
2. Barona-Villar JL, Bernabeu-Mestre J. Las reformas sanitarias durante la Segunda República (1931-1939). En: La salud y el Estado. El movimiento sanitario internacional y la administración española (1851-1945). València, Publicacions de la Universitat de València; 2008. *p.* 231-62.
3. Pérez V, Reher DS, Sanz A. La conquista de la salud. Mortalidad y modernización en la España contemporánea. Madrid: Marcial Pons; 2015.
4. Bernabeu-Mestre J. La salut pública que no va poder ser: José Estellés Salarich (1896-1990): una aportació valenciana a la sanitat española contemporània. València: Consell Valencià de Cultura; 2007.
5. Bernabeu-Mestre J, Esplugues JX, Galiana-Sánchez ME, Moncho J. Nutrición y salud pública en España, 1900-1936. En. Bernabeu-Mestre, J, Barona Villar J.L. (eds) Nutrición, salud y sociedad. España y Europa. Siglos XIX y XX. València, Publicacions de la Universitat de València; 2011. *p.* 185-208.
6. Barona-Villar JL, Bernabeu-Mestre J, Galiana ME. La urban penalty y el deterioro de la salud nutricional de la población: la respuesta higiénico-sanitaria. Historia Social 2014;80:59-75.
7. Tormo-Santamaria M, Bernabeu-Mestre J, Ruiz-García A, Trescastro-López EM, Martínez-García A, Bernabeu-Peiró A, et al. Promoción de una gastronomía sostenible: el programa El setrill de radio UA. Rev Esp Nutr Comunitaria 2020;27(2):138-45. DOI: 10.14642/RENC.2021.27.2.5367
8. Carrasco E. Lo que se come en España. Interés sanitario de este problema. En: Contribución al I Congreso Nacional de Sanidad del laboratorio de Higiene de la Alimentación y de la Nutrición y Técnica Bromatológica. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad; 1934. *p.* 5-24.
9. Bernabeu-Mestre J, Esplugues JX, Galiana-Sánchez ME, Trescastro-López EM. Pasado y Presente de la nutrición en España. ANS 2016;23(2):27-38.
10. Bernabeu-Mestre J, Esplugues JX, Galiana-Sánchez ME, Antecedentes históricos de la nutrición comunitaria en España: Los Trabajos de la escuela nacional de sanidad, 1930-36. Rev Esp Salud Publica 2007;81:451-9.
11. Hernandez JS, Bernabeu-Mestre J. Antecedentes históricos de la actividad dietética en España: los trabajos del Laboratorio de Higiene de la Alimentación de la Escuela Nacional de Sanidad (1932-1936). Act Diet 2010;14(1):32-8.
12. Bernabeu-Mestre J. El papel de la Escuela Nacional de Sanidad en el desarrollo de la Salud Pública en España. Rev San Hig Púb 1994;68:65-89.
13. Bernabeu-Mestre J. La Escuela Nacional de Sanidad. Eidon: revista de la fundación de ciencias de la salud 2009-2010;32:74-80.
14. Bernabeu-Mestre J. La contribución del exilio científico español al desarrollo de la salud pública venezolana Santiago Ruesta Marco (1938-1960). En: Barona, Josep Lluís. Ciencia, salud pública y exilio (España 1875-1939). València, Seminari d'Estudis sobre la Ciència; 2003. *p.* 223-256.
15. Ruesta S, Bécares F, Ruiz F. Organización de los servicios de Higiene rural. Normas que aconseja la experiencia adquirida para su total desenvolvimiento. En: Nájera Angulo L. (coord.) Primer Congreso Nacional de Sanidad, Madrid, 6-12 de mayo de 1934, Madrid, Ministerio de la Gobernación, Tomo I. 235-79.
16. Martinez F. La comisión permanente de Investigaciones sanitarias. Rev San Hig Púb 1933:645-52.
17. Boletín Oficial del Estado. Decreto de 24 de marzo, por el que se crea un nuevo organigrama de secciones técnicas. BOE número 83, de 24-03-1933.
18. Atenza J, Martínez J. (eds). El Centro Secundario de Higiene Rural de Talavera de la Reina y la sanidad española de su tiempo. Toledo, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; 2001.
19. Moroder J. Los puntos de vista sanitarios de la alimentación humana. Rev San Hig Púb 1936;167-75.
20. Bernabeu-Mestre J, Tormo-Santamaria M. La irrupción de las mujeres como autoras de textos de cocina y gastronomía o el inicio del final de una invisibilidad histórica. En: Alimentación, gastronomía y nutrición en el camino de la sostenibilidad. Historia de una convergencia. Alicante, Servei de Publicacions de la Universidad d'Alacant; 2021. p. 89
21. Jiménez F, Jiménez M. La alimentación en la provincia de Jaén. Deducciones sanitarias. En: Carrasco Cadenas, Enrique (coord.) Contribución al I Congreso Nacional de Sanidad del laboratorio de Higiene de la Alimentación y de la Nutrición y Técnica Bromatológica. Madrid, Publicaciones de la Escuela Nacional de Sanidad (Número 15); 1934. *p.* 25-33.
22. Moroder J. Teoría y Práctica de Sanidad Pública para médicos y sanitarios. Salvat Editores, S.A. 1ºed. Barcelona- Buenos Aires; 1941.
23. Parra P, Marset P, Ramos E, De San Eustaquio F. Cincuenta años de la Revista de Sanidad e Higiene Pública (1926-1975). Análisis bibliométrico de su producción científica. Rev San Hig Púb 1983;57:969-1038.
24. Boletín Oficial del Estado. Ley de Sanidad 25 de noviembre, de servicios Sanitarios diversos. Base Vigesimosexto Higiene de la Alimentación. BOE núm. 331, de 25-11-1944.
25. Boletín Oficial del Estado. Decreto de 6 de junio, por el que se crea el Patronato para el estudio de la Higiene de la Alimentación y de la nutrición. BOE núm 186, de 5-07-1947.
26. Tormo-Santamaria M, Trescastro-López EM, Galiana-Sánchez ME, Pascual-Artiaga M, Bernabeu-Mestre J. Malnutrición y desigualdades en la España del desarrollismo: las encuestas rurales de alimentación y nutrición. Nutr Hosp 2018;35:116-22. DOI: 10.20960/nh.2093
27. Trescastro-López EM, Galiana-Sánchez ME, Bernabeu-Mestre J. Políticas de seguridad alimentaria en la España del desarrollismo. Ayer 2019;113:247-74. DOI: 10.55509/ayer/113-2019-10
28. Martínez M, Clavera JM, García M, Vieco L, García A. El cuerpo nacional farmacéutico en el problema "Higiene de la Alimentación". García J, editor. Los farmacéuticos en los problemas de la alimentación. Madrid. Dirección General de Sanidad. Inspección General de Farmacia; 1955. *p.* 7-28.
29. Trescastro-López EM, Bernabeu-Mestre J, Galiana-Sánchez ME. Nutrición y Salud Pública: políticas de alimentación escolar en la España contemporánea (1931-1978). Asclepio 2013;65(2):26.
30. Esplugues Pellicer JX, Trescastro-López EM. El Programa de Educación en Alimentación y Nutrición: cuando la alimentación española era satisfactoria (1961-1972). En: Gracia M, ed. Alimentación, salud y cultura: encuentros interdisciplinares. Tarragona: Publicacions URV; 2012. *p.* 423-40.
31. Bernabeu-Mestre J, Galiana-Sánchez ME, Trescastro-López EM, Castelló-Botía I. El contexto histórico de la transición nutricional en España. En: Bernabeu Mestre J, Barona J, eds. Nutrición, salud y sociedad. España y Europa en los siglos XIX y XX. València: Seminari d'Estudis sobre la Ciència/ Publicaciones de la Universidad de València; 2011. *p.* 185-208.
32. Trescastro-López EM, Galiana-Sánchez ME, Bernabeu-Mestre J. El programa de Educación en Alimentación y Nutrición (1961-1982) y la capacitación

de las amas de casa como responsables del bienestar familiar. Nutr Hosp 2012;27(4):955-63. DOI: 10.3305/nh.2012.27.4.5815
33. Trescastro-López EM, Trescastro-López S. La educación en alimentación y nutrición en el medio escolar: el ejemplo del Programa EDALNU. Rev Esp Nutr Hum Diet 2013;17(2):84-90. DOI: 10.14306/renhyd.17.2.11
34. Tormo-Santamaria M, Trescastro-López EM, Pereyra Zamora P, Galiana-Sánchez ME, Bernabeu-Mestre J. La red de promotores de salud como estrategia de educación alimentaria: el ejemplo del Programa EDALNU (1963-1994). Nutr Hosp 2017;34(3):738-44. DOI: 10.20960/nh.513
35. Tormo-Santamaria M, Trescastro-López EM, Galiana-Sánchez ME, Pascual-Artiaga M, Bernabeu-Mestre J. Malnutrición y desigualdades en la España del desarrollismo: las encuestas rurales de alimentación y nutrición. Nutr Hosp 2018;35(5):116-22. DOI: 10.20960/nh.2093
36. Tormo-Santamaria M, Bernabeu-Peiró A, Trescastro-López EM. Divulgación científica y transición alimentaria en la España del desarrollismo: el ejemplo del cortometraje 'Alimentarse mejor' (1972). Rev Esp Nutr Comunitaria 2018;24(2).
37. Tormo-Santamaria M, Bernabeu-Mestre J, Galiana-Sánchez ME, Trescastro-López EM. El recurso didáctico de los huertos y las granjas escolares del Programa Edalnu y sus antecedentes (1958-1972). Asclepio 2019;71(1):256. DOI: 10.3989/asclepio.2019.08
38. Tormo-Santamaria M, Bernabeu-Mestre J. Food Education, Cookery Books and School Canteens in the Fight against Malnutrition: The Case of the Spanish Edalnu Programme (1961-1986). Int J Environ Res Public Health 2022;19(9):5427. DOI: 10.3390/ijerph19095427
39. Boletín Oficial del Estado. Decreto 252, de 8 de febrero, sobre estructura, organización y régimen de funcionamiento del Organismo autónomo «Administración Institucional de la Sanidad Nacional. BOE núm 34, de 08-02-1974.
40. 45 años en imágenes del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, 1975-2019, Madrid, Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutricional; 2020.
41. Boletín Oficial del Estado. Decreto, de 29 de mayo, por el que se crea el Consejo de Comercio Interior y de los Consumidores. BOE núm 128, de 29-05-1991.
42. Boletín Oficial del Estado. Orden de 14 de diciembre, por la que se regula el funcionamiento orgánico del Consejo de Comercio Interior y de los Consumidores. BOE núm 305, de 21-12-1972.
43. García L. Adiós al Instituto Nacional de Consumo, un paso más hacia la desprotección de los consumidores. Centro de Estudios de Consumo; 2014 Disponible en: http://centrodeestudiosdeconsumo.com/index.php/por-tematica/comentarios-y-analisis-de-la-normativa-de-consumo/2197-adi %C3 %B3s-al-instituto-nacional-de-consumo,-un-paso-m %C3 %A1s-hacia-la-desprotecci %C3 %B3n-de-los-consumidores
44. Hernáez A, Zomeño MD, Dégano I, Pérez-Fernández S, Goday A, Vila J, et al. Exceso de peso en España: situación actual, proyecciones para 2030 y sobrecoste directo estimado para el Sistema Nacional de Salud. Rev Esp Cardiol 2019;72(11):916-24. DOI: 10.1016/j.recesp.2018.07.009
45. Monroy-Parada DX, Prieto-Castillo L, Ordaz-Castillo E, Bosqued MJ, Rodríguez-Artalejo F, Royo-Bordonada MA. Mapa de las políticas nutricionales escolares en España. Gac Sanitaria 2021;35(2):123-9. DOI: 10.1016/j.gaceta.2019.10.005
46. San José MA, Blesa LC, Moreno-Villares JM. Comedores preescolares y escolares. Guías, recomendaciones y normativa en España. An Pediatr 2021;95(1):55. DOI: 10.1016/j.anpedi.2021.01.010

ISSN (electrónico): 1699-5198–ISSN (papel): 0212-1611–CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

ARÁN

Nutrición Hospitalaria

Nota Clínica

Hiperfosfatemia asintomática en la realimentación tardía de un trastorno de la conducta alimentaria

Asymptomatic hyperphosphatemia in late refeeding of an eating disorder

Elena Carrillo-López[1], Sara Jiménez-Blanco[1], Itziar Leal-Leturia[2], Begoña Molina-Baena[1]

[1]Servicio de Endocrinología y Nutrición; [2]Servicio de Psiquiatría. Hospital Universitario de La Princesa. Madrid

Resumen

El síndrome de realimentación es una complicación grave tras la reintroducción de la nutrición en pacientes severamente desnutridos. Se acompaña de alteraciones metabólicas, siendo la hipofosfatemia un hallazgo habitualmente precoz. Sin embargo, la aparición de hiperfosfatemia en etapas tardías de la realimentación es un hallazgo inusual y escasamente estudiado. El aumento de la reabsorción tubular de fósforo (RTP) parece ser el mecanismo implicado. Esto podría explicarse por la activación del sistema GH/IGF-1, asociado a la realimentación, que inhibe la secreción de FGF-23 y provoca una disminución de la RTP. Contradictoriamente, los niveles de FGF-23 se encuentran elevados, por lo que se plantea una resistencia a su acción. Este fenómeno impresiona de adaptativo y es frecuentemente transitorio y asintomático.

Palabras clave:

Hiperfosfatemia. Realimentación. Anorexia.

Abstract

Refeeding syndrome is a serious complication following the reintroduction of nutrition in severely malnourished patients. It is accompanied by metabolic disturbances, with hypophosphatemia being an early and common finding. However, the occurrence of hyperphosphatemia in the later stages of refeeding is an unusual and poorly studied finding. Increased tubular reabsorption of phosphate (TRP) seems to be the underlying mechanism. This could be explained by the activation of the GH/IGF-1 system, associated with refeeding, which inhibits FGF-23 secretion and leads to a reduction in TRP. Contradictorily, FGF-23 levels are elevated, suggesting a resistance to its action. This phenomenon appears to be adaptive and is frequently transient and asymptomatic.

Keywords:

Hyperphosphatemia. Refeeding. Anorexia.

Recibido: 29/01/2025 • Aceptado: 06/04/2025

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Carrillo-López E, Jiménez-Blanco S, Leal-Leturia I, Molina-Baena B. Hiperfosfatemia asintomática en la realimentación tardía de un trastorno de la conducta alimentaria. Nutr Hosp 2025;42(4):828-833

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05737

Correspondencia:

Elena Carrillo-López. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario de La Princesa. C/ Diego de León, 62. 28006 Madrid
e-mail: elenacar96.ec@gmail.com

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INTRODUCCIÓN

El aumento de los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) refleja una preocupación creciente en la medicina moderna. Entre ellos se encuentra la anorexia nerviosa (AN), caracterizada por una restricción persistente de la ingesta calórica, un miedo intenso a ganar peso y una percepción distorsionada del propio cuerpo. Se estima que esta enfermedad tiene una prevalencia a lo largo de la vida en la población adulta del 0,8 % (1), siendo más frecuente en las mujeres (2), siendo la edad media de aparición a los 17 años (1). La recuperación ponderal es uno de los pilares del tratamiento, presentando estos pacientes un riesgo aumentado de síndrome de realimentación (SR), complicación potencialmente mortal. El SR consiste en la aparición de alteraciones hidroelectrolíticas por la introducción o el aumento de la ingesta calórica después de un período de disminución o ausencia de ingesta. La hipofosfatemia nos alerta de la aparición de este síndrome y se presenta hasta en un 14 % de los pacientes con AN (3). Sin embargo, la aparición de hiperfosfatemia durante el proceso de realimentaciones un hallazgo inusual y escasamente estudiado.

En población sana, las concentraciones de fósforo se mantienen en un rango estrecho (2,5 a 4,5 mg/dl) (4) gracias a cambios interrelacionados en la absorción intestinal, la redistribución entre compartimentos (intracelular, extracelular y óseo) y la reabsorción tubular renal. En su regulación intervienen diferentes hormonas, como la vitamina D, la hormona paratiroidea (PTH) y el factor de crecimiento fibroblástico 23 (FGF-23) (5).

CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de una paciente mujer de 43 años, sin hábitos tóxicos ni factores de riesgo vascular, cuya enfermedad principal era un TCA de tipo AN restrictivo-purgativo desde los 14 años, en seguimiento compartido por Psiquiatría y Nutrición desde 2021, sin historia de ingresos previos. Presentaba como complicaciones principales derivadas de la AN amenorrea secundaria, osteoporosis lumbar, estreñimiento crónico e hiponatremia moderada crónica, esta última en probable relación con su consumo habitual de laxantes. Se encontraba también en seguimiento por Reumatología debido a una enfermedad del tejido conectivo que cursaba con Raynaud, leucopenia y elevación moderada de la creatina-kinasa (CK). Como tratamiento habitual tomaba suplementos de calcio y vitamina D, fluoxetina, distintos procinéticos y laxantes (prucaloprida y linaclotida).

Consulta en Urgencias en enero de 2024 por edemas con fóvea en miembros inferiores, astenia, oliguria y estreñimiento tras una infección respiratoria reciente por SARS-CoV-2 de carácter leve. Se objetivaba, además, una pérdida ponderal de 4 kg con respecto al último peso registrado a nivel ambulatorio, presentando un peso en ese momento de 31,2 kg, con un índice de masa corporal (IMC) de 11,7 kg/m^2, motivo por el cual se decide su ingreso involuntario en la Planta de Psiquiatría con soporte por parte del equipo de Nutrición.

Al ingreso, la paciente se encontraba eupneica, consciente, orientada y sin focalidad en la exploración neurológica. Tendencia a la hipotensión, sin hipotermia; aspecto caquéctico, con pérdida marcada de grasa subcutánea, piel seca y pálida, lanugo en brazos y acrocianosis periférica. Tanto la auscultación cardiopulmonar como la abdominal resultaron anodinas, pero destacaba la presencia de edemas con fóvea en los miembros inferiores hasta el tercio distal. La paciente reconocía realizar una sobreingesta hídrica de unos 3-4 litros/día, así como conductas purgativas con laxantes para conseguir la deposición diaria, pero no vómitos autoinducidos ni consumo de diuréticos. Además, refería también realizar ejercicio físico diario, predominantemente aeróbico (60 minutos/día de bicicleta elíptica).

En lo que respecta a las pruebas complementarias, se realiza un electrocardiograma (ECG) donde se objetiva una bradicardia sinusal a 50 latidos por minuto, sin otros cambios respecto a ECG previos. En la radiografía de tórax no se observa derrame pleural. Analíticamente, presenta un proBNP dentro de la normalidad, una CK elevada (crónica y estable, en relación con patología autoinflamatoria de base), hipoglucemia e hiponatremia de 124 mEq/L, con cifras previas de 127-130 mEq/L. En el ecocardiograma transtorácico realizado únicamente se aprecia una insuficiencia tricuspídea trivial y un ligero derrame pericárdico que no produce disturbio hemodinámico.

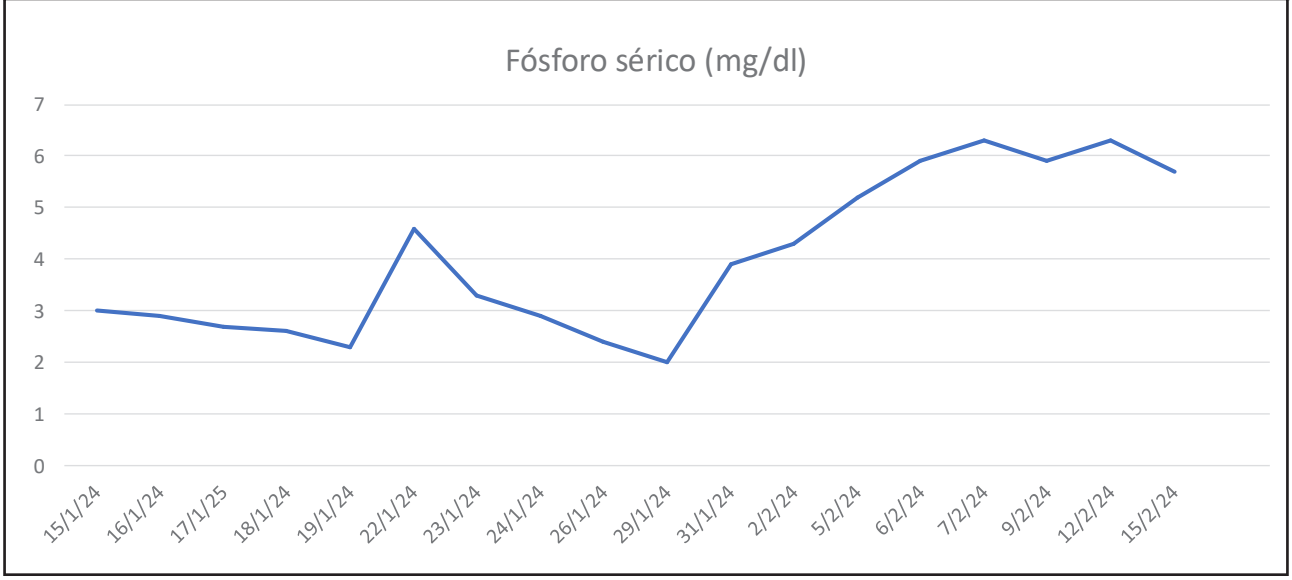
En la planta de hospitalización se realiza una monitorización analítica estrecha durante los primeros días. En la tabla I se compara la analítica de ingreso con la analítica previa al alta hospitalaria y se recoge la evolución de los niveles de fósforo.

La paciente presentaba un elevado riesgo de desarrollar un SR, por lo que los primeros días de ingreso se prescribe dieta oral a razón de 15 kcal/kg (aproximadamente, 500 kcal/día), suplementándose de forma profiláctica con potasio (BoiK, 3 comprimidos al día), fósforo (fosfato NM, un sobre al día al inicio y tres sobres al tercer día del ingreso), y tiamina (Benerva intramuscular durante 5 días, Hidroxil B1-B6-B12 oral durante el ingreso), insistiéndose en la restricción de fluidos. Dado que presenta hipoglucemias, se coloca de forma precoz una sonda nasogástrica (SNG) para nutrición enteral (NE) complementaria en pauta continua, optándose por una fórmula normocalórica y normoproteica de inicio. Progresivamente se incrementa el aporte de kcal por vía oral y se reajusta la pauta de NE al horario nocturno, transicionándose también el tipo de fórmula a una hipercalórica e hiperproteica con fibra. Tras constatar durante varios días una buena adherencia a la dieta oral y a los suplementos nutricionales orales (SNO) pautados, y habiéndose alcanzado ya el IMC objetivo, se decide retirar la SNG.

Durante la fase tardía de la realimentación, en el día 25 de ingreso, se objetiva en analíticas repetidas la presencia de hiperfosfatemia, con un pico máximo de 6,3 mg/dl, sin deterioro asociado de la función renal ni otras alteraciones iónicas, encontrándose la paciente completamente asintomática. Se realiza de forma transitoria una adaptación de la dieta y de la suplementación oral para disminuir los aportes orales de fósforo. Dada la persistencia de ligeros edemas en MMII, aunque en mejoría con respecto a la situación de ingreso, se decide asociar durante 5 días acetazolamida para favorecer la excreción renal de fósforo.

Tabla I. Evolución analítica durante el ingreso incluyendo niveles detallados de fósforo sérico

Determinación	Al ingreso	Al alta	Unidades	Valor de referencia
Glucosa	46	79	mg/dl	74-106
Sodio	131	143	mEq/L	136-145
Potasio	4,3	4,1	mEq/L	3,5-4,5
Urea	49	44	mg/dl	16,6-48,5
Albúmina	3,6	3,7	g/dl	3,5-4,2
Prealbúmina	13	26	mg/dl	20-40
Filtrado glomerular	106	112	ml/min/1,73 m^2	> 60
Fosforo inorgánico	3	5,4	mg/dl	2,5-4,5
Calcio corregido	8	9,2	mg/dl	8,6-10,2
Magnesio	2	2,1	mg/dl	1,6-2,6
PTH	--	53	pg/ml	15-83
Fosfatasa alcalina	96	129	U/L	35-105
Vitamina D	18		ng/ml	18-50
LDH	930	344	U/L	135-214
CK	1214	117	U/L	20-180
IGF-1		96	ng/ml	93-224
GH basal		0,5	ng/ml	0,2-2
Eliminación fósforo orina 24 h		486	mg/24 h	400-1300
Aclaramiento de fosfato		5,7	ml/min	6-19
Reabsorción tubular de fosfato		93,7	%	79-89
FGF23		1427	RU/ml	< 180



En el momento del alta, la paciente se encontraba euvolémica, había alcanzado un peso de 40 kg (IMC: 15,05 kg/m^2) y continuaba presentando una hiperfosfatemia leve que en todo momento fue asintomática y no empeoró pese a la retirada de las restricciones dietéticas. En los controles posteriores en la consulta ambulatoria se confirma la normalización de los niveles de fosforo y la transitoriedad de los mismos.

DISCUSIÓN

El SR en una complicación potencialmente mortal que ocurre tras la reintroducción de la nutrición en pacientes de riesgo, independientemente de la vía utilizada (6). Suele manifestarse con hipofosfatemia, hipomagnesemia, hipocalemia, alteraciones hidrocarbonadas y déficit de vitaminas, principalmente de tiamina (6). La hipofosfatemia es uno de los datos principales que nos alerta de la aparición de este síndrome, llegando a presentarse incluso en un 14 % de los pacientes con AN en algunos estudios (3). Algunos autores proponen una suplementación profiláctica de iones como fósforo, magnesio o potasio para evitar la aparición del SR (7,8). Además, se han descrito una serie de factores predictores de la aparición de hipofosfatemia durante el SR a los que debemos prestar atención (9), como son un IMC llamativamente bajo, hemoglobina aumentada, prealbúmina o potasio bajos, y edad avanzada (10).

El SR puede provocar alteraciones respiratorias, cardiovasculares, del sistema nervioso, del sistema musculoesquelético, metabólicas y hematológicas. En la figura 1 se describen las principales alteraciones de este síndrome.

Como se ha mencionado, la hipofosfatemia resulta ser uno de los signos más frecuentes durante el proceso de realimentación de una paciente con AN. Sin embargo, la hiperfosfatemia resulta un evento anecdótico y merece un estudio pormenorizado.

La hiperfosfatemia puede ser inducida por tres condiciones principales: un aumento agudo del fosfato, un desplazamiento extracelular agudo del fosfato o un aclaramiento renal disminuido. Existen, además, situaciones que cursan con pseudohiperfosfatemia. Las causas más frecuentes de hiperfosfatemia se resumen en la tabla II.

En el caso expuesto se descartan causas medicamentosas (se consigue la retirada de los laxantes durante el ingreso y la suplementación con fósforo ya había finalizado cuando se presentó la hiperfosfatemia), endógenas (lisis celular y rabdomiólisis) y situaciones favorecedoras de un desplazamiento extracelular de fosfato, como la acidosis láctica o la cetoacidosis. Tampoco se sospecha una pseudohiperfosfatemia, ni se objetiva una reducción del filtrado glomerular, por lo que un exceso de fósforo debería

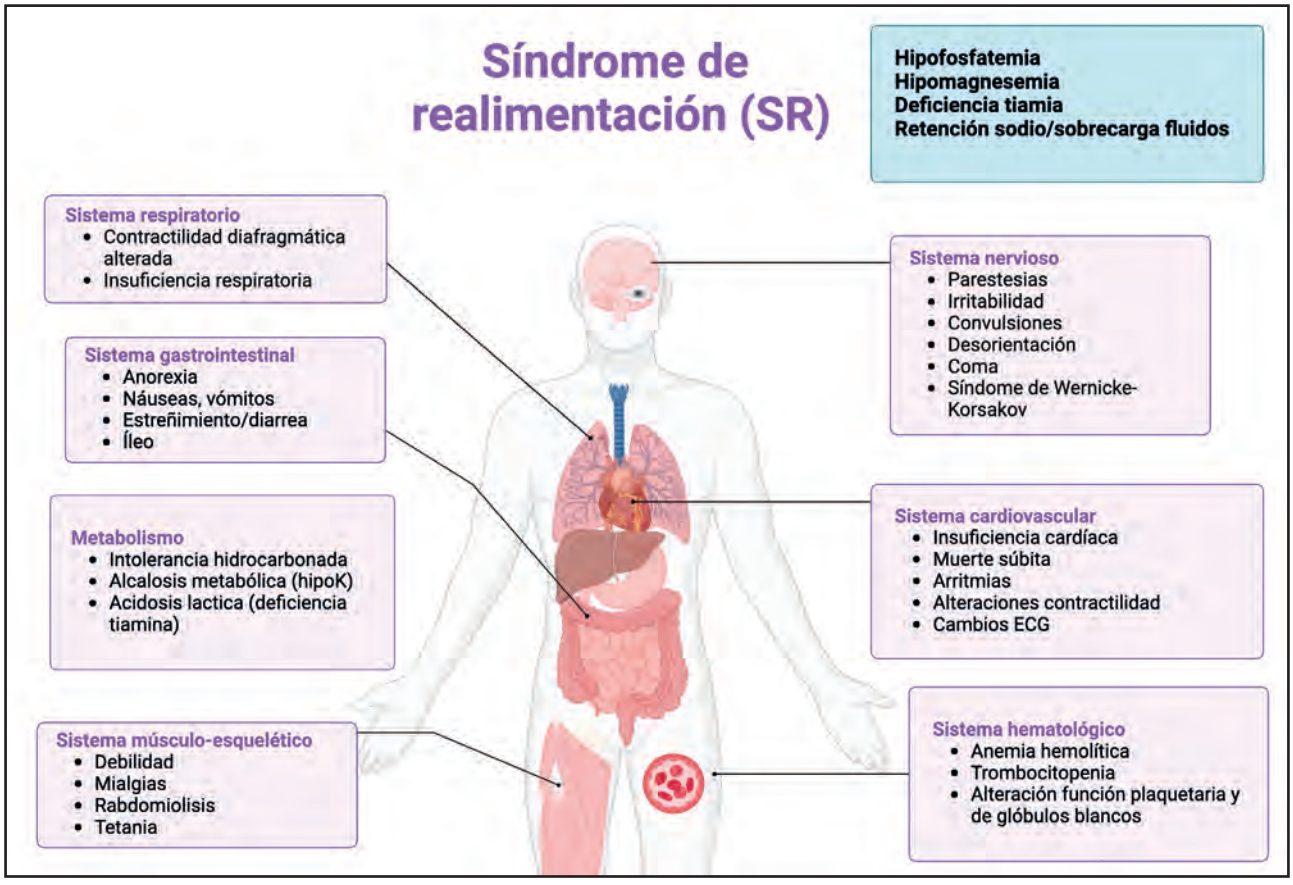


Figura 1. Características del síndrome de realimentación. Creado con BioRender.com.

Tabla II. Causas más frecuentes de hiperfosfatemia

Aumento agudo de fosfato
Endógeno
Lisis celular (síndrome de lisis tumoral, rabdomiolisis)
Exógeno
Medicamentos que contienen fosfato (laxantes, fosphenytoin)
Desplazamiento extracelular agudo de fosfato
Acidosis láctica o cetoacidosis
Aclaramiento renal disminuido
Reducción del filtrado glomerular: enfermedad renal aguda o crónica
Aumento de la reabsorción tubular
Hipoparatiroidismo o pseudohipoparatiroidismo
Acromegalia
Bifosfonatos
Cinacalcet
Intoxicación por vitamina D (aumenta también la absorción intestinal)
Calcinosis familiar tumoral
Inhibidores del receptor del factor de crecimiento fibroblástico
Pseudohiperfosfatemia
Endógena
Hiperglobulinemia (mieloma múltiple, macroglobulinemia de Waldenström)
Hiperlipemia
Hemólisis
Hiperbilirrubinemia
Exógena
Medicamentos (anfotericina B, heparina, activador del plasminógeno tisular)

excretarse en la orina. No obstante, en el estudio de orina de 24 horas se observa una reabsorción tubular de fosforo aumentada (RTP) del 93,7 % (rango: 79-89), lo que se traduce en una excreción reducida y justifica la hiperfosfatemia, siendo un aumento de la RTP la causa la de la hiperfosfatemia de la paciente.

La RTP es un proceso estrechamente regulado mediante una serie de factores como la PTH y FGF-23, que presentan un efecto inhibitorio sobre la reabsorción tubular, y la vitamina D, con efecto positivo en esta última. La paciente presenta niveles de PTH en rango de normalidad y déficit de vitamina D.

El sistema FGF23/Klotho es un importante regulador endocrino de la homeostasis de fósforo (5), actúa regulando a la baja los transportadores renales de fosforo (NaPi-IIa y NaPi-IIc), disminuyendo la reabsorción tubular de fosfato. Los principales estimuladores de la secreción de FGF23 son la PTH y el calcitriol, junto con la leptina, varias citocinas inmunes (factor de necrosis tumoral, interleucina-6), aldosterona, hormonas sexuales, hormona tiroidea, inhibidor del activador del plasminógeno-1, hierro y eritropoyetina (11). Los aumentos de fosforo y calcio también estimulan el FGF-23. Por el contrario, la hormona del crecimiento y la insulina suprimen la secreción de FGF-23 (12), aumentando así la RTP. La figura 2 escenifica la acción del sistema GH-IGF-1 y FGF-23/Klotho sobre la reabsorción tubular de fosfato.

Los pacientes con desnutrición severa suelen presentar niveles bajos IGF-1 y normales/elevados de GH como respuesta adaptativa a los estados de desnutrición, con el fin de mantener la euglucemia y preservar la energía (13). Estos niveles de IGF-1 generalmente aumentan con la mejoría del estado nutricional. El aumento de la reabsorción tubular de fosfato se podría explicar por una activación del sistema GH/IGF-1 que se produce durante la realimentación, dado que IGF-1 inhibe la secreción de FGF-23, induciendo un incremento de la reabsorción de fósforo a nivel tubular mediada por los cotransportadores de Na-P. Esta circunstancia se ha observado en situaciones que cursan con niveles elevados de GH e IGF-1 como pueden ser la adolescencia y en pacientes con acromegalia (14,15). En el caso de nuestra paciente no se disponía de niveles de GH ni IGF-1 al ingreso, pero sí se midieron en el momento de la hiperfosfatemia, una vez que hubo mejorado el estado nutricional, y resultaron estar en el rango de normalidad (0,5 ng/ml y 96 ng/ml, respectivamente).

En nuestro caso, de forma coincidente con el pico de hiperfosfatemia, la paciente presenta unos niveles de FGF-23 de 1427 RU/ml (valor normal < 180), mucho más elevados de lo que cabría pensar para los niveles normales de GH e IGF-1 que presenta, lo que nos hace pensar en una posible resistencia a la acción de FGF-23 que condiciona un efecto fosfatúrico fallido con elevación secundaria de los niveles de fósforo durante la realimentación.

La hiperfosfatemia ha sido asintomática en todo momento y no se ha asociado a ninguna complicación. Probablemente, estemos ante un fenómeno adaptativo transitorio que no precise de medidas terapéuticas. Según autores como Contreras Angulo y cols. (14), la aparición de hiperfosfatemia suele darse a las 4-10 semanas en este tipo de pacientes, evidenciándose también una correlación positiva entre el ascenso de los niveles de fósforo y el cambio de IMC a lo largo de la realimentación, siendo esta correlación negativa con el desarrollo de SR.

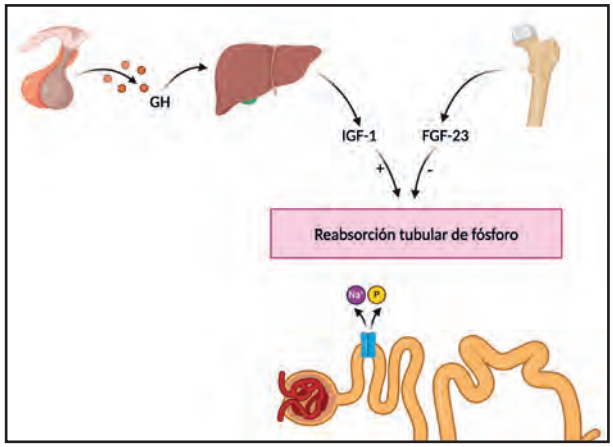


Figura 2. Implicación de los sistemas GH-IGF-1 y FGF-23/Klotho en la reabsorción tubular de fósforo.

CONCLUSIÓN

La hiperfosfatemia tardía durante el proceso de realimentación en pacientes con AN parece estar originada en un aumento de la RTP relacionada con la normalización del sistema GH/IGF-1, que condiciona un aumento de la RTP y resistencia a la acción de FGF-23, que se encuentra aumentado y no logra paliar el aumento de la reabsorción de fósforo urinario. Este aumento sanguíneo del fósforo se caracteriza por ser un proceso transitorio, no asociar complicaciones y no requerir estudios ni medidas adicionales, correlacionándose positivamente con el cambio del IMC y negativamente con el desarrollo del SR.

BIBLIOGRAFÍA

1. Udo T, Grilo CM. Prevalence and Correlates of DSM-5 Eating Disorders in Nationally Representative Sample of United States Adults. Biol Psychiatry 2018;84(5):345-54. DOI: 10.1016/j.biopsych.2018.03.014
2. Galmiche M, Déchelotte P, Lambert G, Tavolacci MP. Prevalence of eating disorders over the 2000-2018 period: a systematic literature review. Am J Clin Nutr 2019;109(5):1402-13. DOI: 10.1093/ajcn/nqy342
3. O'Connor G, Nicholls D. Refeeding hypophosphatemia in adolescents with anorexia nervosa: a systematic review. Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr 2013;28(3):358-64. DOI: 10.1177/0884533613476892
4. Chang WTW, Radin B, McCurdy MT. Calcium, Magnesium, and Phosphate Abnormalities in the Emergency Department. Emerg Med Clin North Am 2014;32(2):349-66. DOI: 10.1016/j.emc.2013.12.006
5. Wagner CA. The basics of phosphate metabolism. Nephrol Dial Transplant 2024;39(2):190-201. DOI: 10.1093/ndt/gfad188
6. Araujo Castro M, Vázquez Martínez C. El síndrome de realimentación. Importancia del fósforo. Med Clínica 2018;150(12):472-8. DOI: 10.1016/j.medcli.2017.12.008
7. Gallagher D, Parker A, Samavat H, Zelig R. Prophylactic supplementation of phosphate, magnesium, and potassium for the prevention of refeeding syndrome in hospitalized individuals with anorexia nervosa. Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr 2022;37(2):328-43. DOI: 10.1002/ncp.10786
8. Leitner M, Burstein B, Agostino H. Prophylactic Phosphate Supplementation for the Inpatient Treatment of Restrictive Eating Disorders. J Adolesc Health 2016;58(6):616-20. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2015.12.001
9. Brown CA, Sabel AL, Gaudiani JL, Mehler PS. Predictors of hypophosphatemia during refeeding of patients with severe anorexia nervosa. Int J Eat Disord 2015;48(7):898-904. DOI: 10.1002/eat.22406
10. Kameoka N, Iga J ichi, Tamaru M, Tominaga T, Kubo H, Watanabe SY, et al. Risk factors for refeeding hypophosphatemia in Japanese inpatients with anorexia nervosa. Int J Eat Disord 2016;49(4):402-6. DOI: 10.1002/eat.22472
11. Pool LR, Wolf M. FGF23 and Nutritional Metabolism. Annu Rev Nutr 2017;37(Volume 37):247-68. DOI: 10.1146/annurev-nutr-071816-064620
12. Bär L, Feger M, Fajol A, Klotz LO, Zeng S, Lang F, et al. Insulin suppresses the production of fibroblast growth factor 23 (FGF23). Proc Natl Acad Sci U S A 2018;115(22):5804-9. DOI: 10.1073/pnas.1800160115
13. Fazeli PK, Klibanski A. Determinants of GH resistance in malnutrition. J Endocrinol 2014;220(3):R57-65. DOI: 10.1530/JOE-13-0477
14. Contreras Angulo M, Palacios García N, Ferreira de Vasconcelos Carvalho R, Nocete Aragón I, Sanz-Aranguez Ávila B, Campos del Portillo R. Hiperfosfatemia durante la renutrición en pacientes con anorexia nerviosa grave. Endocrinol Diabetes Nutr 2022;69(9):715-22. DOI: 10.1016/j.endinu.2021.12.004
15. Xie T, Tian P, Wu S, Zhang X, Liu T, Gu Y, et al. Serum phosphate: Does it more closely reflect the true state of acromegaly? J Clin Neurosci 2020;71:26-31. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.11.012

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05794

ENSAYOS CLÍNICOS PRAGMÁTICOS Y EXPLICATIVOS: CÓMO DISTINGUIRLOS

Sr. Editor:

Hemos revisado los estudios con diseño de ensayo clínico (EC) publicados en su prestigiosa revista durante los últimos 10 años y hemos observado que superan los 100 EC. También hemos observado que ninguno de ellos describe su condición, es decir, si correspondían a un EC de tipo explicativo o pragmático. Esta observación nos lleva a sugerir que un recordatorio sobre estos conceptos podría ser beneficioso para los lectores de su revista. Resulta imprescindible que investigadores, clínicos y estudiantes distingan claramente estos tipos de EC (Tabla I) no solo por razones académicas sino por las importantes implicaciones que esta distinción debe tener para quienes basan sus decisiones clínicas o de políticas públicas en la evidencia científica disponible.

Los EC explicativos están diseñados para evaluar la eficacia de una intervención bajo condiciones controladas, lo que se debería traducir en resultados con alta validez interna. Por otra parte, los EC pragmáticos buscan evaluar la efectividad de la intervención en contextos de la vida real, lo que ofrece resultados más aplicables a la práctica clínica (1).

Finalmente, queremos animar a los potenciales autores a considerar el uso de la herramienta "PRagmatic Explanatory Continuum Indicator Summary-2 (PRECIS-2)" (2). Esta herramienta evalúa nueve dominios en un continuo, desde "muy explicativo" hasta "muy pragmático". Este recurso podría ayudar a los investigadores a diseñar sus ensayos clínicos de acuerdo con el propósito específico de su investigación.

Tabla I. Diferencias entre los ensayos clínicos de tipo explicativo y pragmático, adaptado de Ford y Norrie (1)

	EC explicativo	EC pragmático
Propósito	**Eficacia**	**Efectividad**
Elegibilidad de los participantes	Restringida	Amplia
Seguimiento	Frecuente y minucioso	Acorde al cuidado convencional
Entorno	Controlado	Entorno de la vida real (p. ej., hospitalario)
Vigilancia y recolección de datos	Proceso riguroso	Acorde al cuidado convencional
Desenlaces	Los desenlaces se evalúan de manera directa y objetiva	Los desenlaces pueden medirse de manera indirecta y/o subjetiva (autorreportado)
Adherencia al tratamiento	Se anima a los participantes a cumplir con las recomendaciones entregadas por los investigadores. Por lo tanto, la adherencia suele ser alta	No se anima necesariamente a los participantes a cumplir con el tratamiento. Por lo tanto, la adherencia suele ser baja
Validez interna	Tiene más probabilidades de ser alta	Tiene más probabilidades de ser baja
Validez externa	Tiene más probabilidades de ser baja	Tiene más probabilidades de ser alta

EC: ensayo clínico.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Joaquín González Aroca[1], Eva Madrid[2]
[1]Facultad de Ciencias. Universidad de La Serena. La Serena, Chile.
[2]Centro Interdisciplinario de Estudios en Salud – CIESAL.
Escuela de Medicina. Universidad de Valparaíso.
Valparaíso, Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. Ford I, Norrie J. Pragmatic Trials. N Engl J Med 2016;375(5):454-63. DOI: 10.1056/NEJMra1510059
2. Loudon K, Treweek S, Sullivan F, Donnan P, Thorpe KE, Zwarenstein M. The PRECIS-2 tool: designing trials that are fit for purpose. BMJ 2015;350:h2147. DOI: 10.1136/bmj.h2147

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05809

LA IMPORTANCIA DEL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN DE VITAMINA D COMPLEMENTADO CON MICRONUTRIENTES EN PERSONAS CON VIH/SIDA

Sr. Editor:

Al revisar el artículo de Nunes-Mendes de Brito y colaboradores (1), ellos concluyen que el manejo de los niveles de vitamina D podría tener una gran relevancia para la salud de las personas que viven con VIH/SIDA.

La deficiencia de vitamina D está relacionada con una mayor susceptibilidad a las infecciones, incluidas las de tipo respiratorio y la tuberculosis, su forma activa promueve la producción de péptidos antimicrobianos y mejora la capacidad de las células inmunitarias para eliminar patógenos (2,3).

Diversos estudios han establecido que la deficiencia de vitamina D es muy frecuente entre las personas infectadas por el VIH/SIDA, con tasas que suelen superar el 76 % (4,5). Esto se suma al hecho de que también suelen presentar deficiencias en micronutrientes esenciales para el buen funcionamiento del sistema inmune, tales como el zinc cuya deficiencia se ha asociado con una disminución en el conteo de células CD4 y una mayor susceptibilidad a infecciones como la tuberculosis (6). La deficiencia de selenio se ha asociado con el desarrollo de infecciones oportunistas (7), por su parte, las bajas concentraciones de vitaminas A, C y E se han asociado un deterioro adicional del sistema inmune en pacientes con VIH/SIDA (8). Si bien en la actualidad el acceso a algún tipo de tratamiento esta casi asegurado a nivel mundial, y las terapias son cada vez más efectivas, mientras no sea posible tener una cura definitiva para la enfermedad, es relevante el tomar medidas que permitan asegurar, desde diferentes perspectivas, la salud de estos pacientes y no solo confiar en el tratamiento farmacológico. Situaciones como desastres naturales, inestabilidad política, guerras o nuevas pandemias pueden afectar la continuidad de los tratamientos. Se ha establecido que una suspensión, incluso breve, del tratamiento farmacológico, puede significar un rápido aumento de la carga viral, por lo que contar con un sistema inmune en buenas condiciones no solo le puede ayudar a sobrellevar posibles interrupciones en el tratamiento, sino que tener recuperaciones más rápidas y menos efectos negativos en el proceso (9,10). Para lograr lo anterior, es imprescindible contar con un programa de alimentación adecuado enfocado en los requerimientos específicos de cada paciente de manera de entregar además la suplementación necesaria en cuando a vitamina D y micronutrientes.

En los países latinoamericanos los programas de atención a los pacientes con VIH/SIDA no contemplan el trabajo directo y constante con nutricionistas ni el acceso a programas de suplementación en vitaminas D o micronutrientes enfocados a mejorar el sistema inmune como complemento a su tratamiento farmacológico. Es necesario por tanto repensar de una manera más integral los modelos de atención, dando un enfoque que implique una participación más activa de los profesionales de la nutrición dentro de los programas de atención a los pacientes con VIH/SIDA en Latinoamérica de manera de asegurar una mejor calidad de vida para ellos ante todo evento posible.

Ángel Roco-Videla[1], Raúl Aguilera-Eguía[2], Mariela Olguin-Barraza[3], Sergio Vladimir Flores[4]

[1]Vicerretoria de Investigación e Innovación. Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile. [2]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Facultad de Ciencias de Salud. Programa de Magister en Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. [4]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

BIBLIOGRAFÍA

1. Nunes Mendes de Brito A, Fonseca Oliveira IK, Caldas Carvalho de Almeida Teixeira, S, Lamounier Costa D, de Almeida-Fonseca PC, de Carvalho Rondó PH, et al. 25(OH)D concentrations are not associated with adiposity indicators, but with the stage of immunodeficiency in people with HIV/AIDS. Nutr Hosp 2024;42(1):89-96. DOI: 10.20960/nh.05228
2. Ismailova A, White JH. Vitamin D, infections and immunity. Rev Endocr Metab Disord 2022;23(2):265-77. DOI: 10.1007/s11154-021-09679-5
3. Gunville CF, Mourani PM, Ginde AA. The role of vitamin D in prevention and treatment of infection. Inflamm Allergy Drug Targets 2013;12(4):239-45. DOI: 10.2174/18715281113129990046
4. Aftab S, Butt NI, Ashfaq F, Malik T, Arshad R, Anser A. Prevalence of vitamin D deficiency in HIV/AIDS patients. RMJ 2020;45(3):545-8.
5. Sales SH, Matta SM, da Silva DC, Assone TA, Fonseca LAM, Duarte AJS, et al. High frequency of deficient consumption and low blood levels of 25-hydroxyvitamin D in HIV-1-infected adults from São Paulo city, Brazil. Sci Rep 2015;5:12990. DOI: 10.1038/srep12990
6. Banyal D, Sharma S, Ram AK, Kaur K, Jassal RS, Attri S, et al. Association of micronutrients with tuberculosis development in HIV infected patients. Indian J Clin Biochem 2023;8(3):393-9. DOI: 10.1007/s12291-022-01026-y
7. Sadeqpour A, Joulaei H, Keshani P, Izadi B. Relationship of serum zinc level and macro/micronutrients with CD4 levels in HIV patients. Shiraz E Med J 2022;23(12): e126471. DOI: 10.5812/semj-126471
8. Nkengfack GN, Torimiro JN, Englert H. Effects of antioxidants on CD4 and viral load in HIV-infected women in sub-Saharan Africa - dietary supplements vs. local diet. Int J Vitam Nutr Res 2012;82(1):63-72. DOI: 10.1024/0300-9831/a000095
9. Kaiser JD, Campa AM, Ondercin JP, Leoung GS, Pless RF, Baum MK. Micronutrient supplementation increases CD4 count in HIV-infected individuals on highly active antiretroviral therapy: A prospective, double-blinded, placebo-controlled trial. J Acquir Immune Defic Syndr 2006;42(5):523-8. DOI: 10.1097/01.qai.0000230529.25083.42
10. Nxasana N, Oladimeji KE, Pulido-Estrada G-A, Apalata TR. Prevalence of micronutrient deficiency among people living with HIV in selected rural districts of the Eastern Cape Province of South Africa. Nutrients 2023;15(13):3017. DOI :10.3390/nu15133017

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05830

USEFULNESS OF THE MINI-NUTRITIONAL ASSESSMENT TOOL IN SCREENING FOR SARCOPENIA IN A SAMPLE OF INSTITUTIONALIZED OLDER PERSONS — A COMMENT

Dear Editor,

The publication "Usefulness of the Mini-Nutritional Assessment in screening for sarcopenia in a sample of institutionalized older persons — A cross-sectional study" (1) is intriguing. The statistical critique of this study's methodology can begin with the use of methods to quantify the risk of sarcopenia, particularly the use of the Mini-Nutritional Assessment (MNA), an established technique for measuring the nutritional condition of the elderly. This study utilized both the short MNA (MNA-SF) and the full MNA (MNA-LF). The data was examined by computing the AUC (Area Under the Curve) value and comparing it to the EWGSOP2 criteria for sarcopenia.

However, the use of AUC as a measure to evaluate the efficiency of both instruments is limited by the AUC values of MNA-SF and MNA-LF, which were both less than 0.70, implying that these techniques may be unable to screen individuals with sarcopenia successfully in some circumstances. The use of statistics such as OR (Odds Ratio) values of 2.87 and 2.47 after correcting for age and gender may show a relationship with a higher risk of sarcopenia when the MNA-SF score is less than 12; however, this is still an ambiguous number for in-depth assessment.

This study is significant in examining the efficacy of MNA to detect sarcopenia in the senior population in various institutions, but there are still many problems that need to be addressed. In terms of sarcopenia screening in the field, particularly in the context of limited tools or clinical assessment in some areas, the effectiveness of MNA in screening for sarcopenia should be evaluated in light of factors such as nutritional diversity or different health conditions in each area, as well as the relationship between the tools used and the available diagnostics in medicine.

Future research should aim to improve the accuracy of MNA tools in screening for sarcopenia in the elderly population, such as developing appropriate questionnaires or using modern technologies such as digital tools, or combining biomarkers with nutritional screening, to increase the accuracy of early sarcopenia diagnosis. Meanwhile, conducting clinical trials with individuals with diverse ethnic or cultural traits may help us build tools that are more appropriate for different circumstances.

Finally, future research should focus on improving and developing tools that can be used in resource-constrained environments, such as remote areas or institutions, as well as supporting the use of data from multiple sources, such as in-depth health screening and nutritional studies combined with muscle mass measurement. Creating a diverse study will help increase the effectiveness of detecting sarcopenia in the elderly.

Hinpetch Daungsupawong[1], Viroj Wiwanitkit[2]

[1]Private Academic Consultancy. Phonhong. Lao People's Democratic Republic. [2]Department of Research Analytics. Saveetha Dental College and Hospitals. Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences. Saveetha University. Chennai, Tamil Nadu. India

REFERENCE

1. Kammar-García A, Garza-Santiago E, Mancilla-Galindo J, Segura-Badilla OL, Lazcano-Hernández M, Vera-López O, et al. Usefulness of the Mini-Nutritional Assessment in screening for sarcopenia in a sample of institutionalized older persons - A cross-sectional study. Nutr Hosp 2025;43(3):447-55. DOI: 10.20960/nh.05491

Authors' contribution: H. P., 50 % ideas, writing, analyzing, approval; V. W., 50 % ideas, supervision, approval.

Data availability: The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, Daungsupawong H, upon reasonable request.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors used a language editing computational tool in preparation of the article.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05833

ALEATORIZACIÓN MENDELIANA EN NUTRICIÓN: EL DESAFÍO DE LA DIVERSIDAD POBLACIONAL

Sr. Editor:

Nos dirigimos a usted para destacar el creciente uso de la aleatorización mendeliana (AM) en estudios recientes publicados en Nutrición Hospitalaria, y comentar algunas características de esta herramienta.

Este método epidemiológico utiliza variantes genéticas, generalmente SNP (*single nucleotide polymorphisms*) como variables instrumentales para inferir relaciones causales entre exposiciones modificables y desenlaces en salud (1). Una variable instrumental (VI) es una variable que se utiliza en los análisis estadísticos para identificar relaciones causales cuando existen problemas de confusión o causalidad inversa en los estudios observacionales. En el caso de la aleatorización mendeliana (AM), las variantes genéticas (SNP) actúan como variables instrumentales para evaluar si una exposición (como el índice de masa corporal o los niveles de vitamina D) tiene un efecto causal sobre un desenlace de salud (como el riesgo de cáncer o enfermedades metabólicas).

Gracias a su diseño, basado en la distribución aleatoria de alelos en la población, la AM se ha convertido en una herramienta valiosa para evaluar factores de riesgo y posibles intervenciones en diversas áreas de la salud. La AM se basa en la premisa de que la asignación de variantes genéticas ocurre al azar en la población, similar a un ensayo clínico aleatorizado natural. Para que una variante genética pueda ser utilizada como variable instrumental debe cumplir tres condiciones clave: a) la variante genética debe estar asociada con la exposición de interés; b) la variante solo afecta el desenlace a través de la exposición y no por otras vías; y c) la variante no debe estar relacionada con factores de confusión que puedan distorsionar la relación entre exposición y desenlace (2).

Estos principios han permitido que la AM se utilice en la identificación de relaciones causales en una amplia gama de estudios biomédicos. Sin embargo, su aplicación requiere precaución, ya que enfrenta desafíos metodológicos como la pleiotropía, donde una variante genética puede influir en múltiples rasgos, y la estratificación poblacional, que puede sesgar los resultados si no se ajusta correctamente (3).

El impacto de la AM en nutrición se refleja en estudios recientes publicados en *Nutrición Hospitalaria,* como se detalla en la tabla I.

Estos estudios ilustran cómo la AM permite abordar preguntas relevantes en nutrición y salud pública, proporcionando evidencia robusta sobre los efectos de factores dietarios y metabólicos. No obstante, estos estudios se han basado en poblaciones predominantemente europeas, como los participantes del UK Biobank, FinnGen y otros consorcios, lo que limita su aplicabilidad

Tabla I. Estudios publicados en *Nutrición Hospitalaria* aplicando la aleatorización mendeliana

Estudio	Exposición analizada	Resultado principal
Wei y cols. (2024) (4)	Índice de masa corporal (IMC)	Un aumento del IMC incrementa el riesgo de mastitis en un 62,1 %
Zhao y cols. (2025) (5)	Consumo dietario y sarcopenia	El pescado graso y el queso mejoran la masa muscular y reducen el riesgo de sarcopenia
He y cols. (2024) (6)	Sarcopenia y cáncer de mama	Una mayor masa muscular reduce el riesgo y mejora la supervivencia
Chen y cols. (2024) (7)	Vitamina D y riesgo de leucemia	Sugiere un posible efecto protector en la leucemia mieloide crónica

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

en regiones como Latinoamérica, donde la mezcla de ancestría indígena, europea y africana puede influir en la relación entre genes, exposiciones y desenlaces de salud. La estratificación poblacional puede generar asociaciones espurias si no se ajusta correctamente, ya que las frecuencias alélicas, los factores ambientales y las respuestas metabólicas varían entre poblaciones.

Para mejorar la generalización de estos estudios, es importante incluir datos genéticos diversos, ajustar por ancestría y expandir la investigación a poblaciones diversas.

Sergio Flores Carrasco[1], Ángel Roco-Videla[2], Román Montaña[3]

[1]Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile. [2]Facultad de Ingeniería. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de la Enfermería. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. Bochud M, Rousson V. Usefulness of Mendelian randomization in observational epidemiology. Int J Environ Res Public Health 2010;7(3):711-28. DOI: 10.3390/ijerph7030711
2. Evans DM, Davey Smith G. Mendelian Randomization: New Applications in the Coming Age of Hypothesis-Free Causality. Annu Rev Genomics Hum Genet 2015;16:327-50. DOI: 10.1146/annurev-genom-090314-050016
3. Hu X, Cai M, Xiao J, Wan X, Wang Z, Zhao H, et al. Benchmarking Mendelian randomization methods for causal inference using genome-wide association study summary statistics. Am J Hum Genet. 2024;111(8):1717-35. DOI: 10.1016/j.ajhg.2024.06.016
4. Wei C, Wang X, Zeng J, Zhang G. Body mass index and risk of inflammatory breast disease: a Mendelian randomization study. Nutr Hosp 2024;41(1):96-111. DOI: 10.20960/nh.04746
5. Zhao N, Lu Y, Liu J. Associations between dietary intake and sarcopenia: a Mendelian randomization study. Nutr Hosp 2025;21;42(1):48-56. DOI: 10.20960/nh.05487
6. He Z, Zhu L, He J, Chen X, Li X, Yu J. Causal effect of sarcopenia-related traits on the occurrence and prognosis of breast cancer - A bidirectional and multivariable Mendelian randomization study. Nutr Hosp 2024;41(3):657-65. DOI: 10.20960/nh.05139
7. Chen S, Zhang M, Gao Y, Zeng Y. Causal effects of vitamin D on leukemia risk: insights from two-sample Mendelian randomization analysis. Nutr Hosp 2025;21;42(2):311-8. DOI: 10.20960/nh.05541

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05865

DIAGNOSTIC RESEARCH FOR OLDER PERSONS IN RESOURCE-LIMITED SETTINGS

Dear Editor,

We appreciate the interest in our work (1). We would like to discuss some points that we believe are important to clarify regarding diagnostic research, particularly in resource-limited settings.

We agree with Daungsupawong and Wiwanitkit that the MNA is not a perfect tool for detecting sarcopenia, and although AUC values are not very high in the literature (2-4), the MNA is the most widely used tool for nutritional assessments in older adults. As we acknowledge in our study, the sample size may have been insufficient to estimate the test performance with preciseness, as reflected by the wide confidence intervals in the MNA short (MNA-SF) and long (MNA-LF) forms: 0.68 (95 % CI: 0.58-0.78) and 0.60 (95 % CI: 0.49-0.71), respectively. These results suggest that MNA may not be directly transferrable to older adults in resource-limited nursing homes, warranting further examination of the reasons for poor performance, and investigating alternatives to detect sarcopenia. While digital technologies and biomarkers are interesting alternatives (5), such suggestion by Daungsupawong and Wiwanitkit may not be easily implemented in institutionalized older adult units in Mexico due to the lack of trained personnel and specialized equipment (6).

We would like to emphasize that diagnostic research is typically cross-sectional, as it seeks to detect the presence of an outcome at the specific moment in time when the test is performed (7). Therefore, it is unclear what additional benefit would be gained from conducting clinical trials as suggested by Daungsupawong and Wiwanitkit, and how this approach would address their criticisms of the diagnostic evaluation of the MNA in older adults. While diagnostic randomized controlled trials can be used to compare the implementation of two or more diagnostic tests and their effects on clinical outcomes (e.g., mortality, quality of life, etc.) (8), it would be difficult to justify the conduction of such trials before first understanding the performance of a test within observational frameworks.

It is also important to distinguish between diagnostic test research and diagnostic research. The former evaluates a single test or tool and its usefulness in detecting a disease. The latter aims to infer the probability of having a disease by combining results from various predictors or tests using diagnostic models (e.g., generalized linear models) (7). In our study, we evaluated the performance of MNA as used in clinical practice, treating it as a single diagnostic test despite the fact that it was originally developed as a predictive diagnostic model. An alternative approach would have been to conduct an external validation (9) with possible updating (10) of the MNA, the latter resulting in an importantly modified prediction model. Noteworthy, it would be questionable to propose updating such a widely used model without first evaluating its diagnostic performance in its original form.

Our study concludes that the MNA-SF performs poorly in institutionalized older adults, while there is uncertainty for MNA-LF. Therefore, future research perspectives include more thorough validation of the MNA with the possibility of updating the model or investigating new diagnostic modalities that can be used by untrained personnel.

Funding: This research did not receive any specific funding.

Authors' contributions: All authors contributed equally to the writing of this manuscript.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Artificial intelligence: The authors declare not to have used artificial intelligence (AI) or any AI-assisted technologies in the elaboration of the article.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Ashuin Kammar-García[1], Esmeralda Garza-Santiago[2], Javier Mancilla-Galindo[3], Orietta Segura-Badilla[4], Martín Lazcano-Hernández[5], Obdulia Vera-López[5], Addi Rhode Navarro-Cruz[5]

[1]Research Direction. Instituto Nacional de Geriatría. Ciudad de México, Mexico. [2]Faculty of Health Sciences. Universidad Anáhuac. Ciudad de México, Mexico. [3]Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS). Utrecht University. Utrecht, The Netherlands. [4]Faculty of Health and Food Sciences. Universidad del Bío-Bío. Chillán, Chile. [5]Faculty of Chemical Sciences. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla de Zaragoza, Puebla. Mexico

REFERENCES

1. Kammar-García A, Garza-Santiago E, Mancilla-Galindo J, Segura-Badilla OL, Lazcano-Hernández M, Vera-López O, et al. Usefulness of the Mini-Nutritional Assessment in screening for sarcopenia in a sample of institutionalized older persons - A cross-sectional study. Nutr Hosp 2025;19;43(3):447-55. DOI: 10.20960/nh.05491
2. Yürüyen M, Yavuzer H, Yavuzer S, Cengiz M, Demirdağ F, Kara Z, et al. Comparison of nutritional risk screening tools for predicting sarcopenia in hospitalized patients. Turkish Journal of Medical Sciences 2017;47:1362-9. DOI: 10.3906/sag-1702-43
3. Zhang X, Zhang Z, Zhu Y, Tao J, Zhang Y, Wang Y, et al. Comparison of the efficacy of Nutritional Risk Screening 2002 and Mini Nutritional Assessment Short Form in recognizing sarcopenia and predicting its mortality. Eur J Clin Nutr 2020;74(7):1029-37. DOI: 10.1038/s41430-020-0621-8
4. Zhu X, Dong X, Wang L, Lao X, Li S, Wu H. Screening efficacy of PhA and MNA-SF in different stages of sarcopenia in the older adults in community. BMC Geriatr 2023;23(1):13. DOI: 10.1186/s12877-022-03716-x
5. Picca A, Coelho-Junior HJ, Calvani R, Marzetti E, Vetrano DL. Biomarkers shared by frailty and sarcopenia in older adults: A systematic review and meta-analysis. Ageing Res Rev 2022;73:101530. DOI: 10.1016/j.arr.2021.101530
6. Velázquez-Alva MC, Irigoyen-Camacho ME, Cabrer-Rosales MF, Lazarevich I, Arrieta-Cruz I, Gutiérrez-Juárez R, et al. Prevalence of Malnutrition and Depression in Older Adults Living in Nursing Homes in Mexico City. Nutrients 2020;12(8):2429. DOI: 10.3390/nu12082429
7. Grobbee DE, Hoes AW. Diagnostic research. In: Grobbee DE, Hoes AW, editors. Clinical epidemiology: principles, methods, and applications for clinical research. 2nd ed. Burlington (MA): Jones & Bartlett Publishers; 2014. p. 63-116.
8. Lu B, Gatsonis C. Efficiency of study designs in diagnostic randomized clinical trials. Stat Med 2013;32(9):1451-66. DOI: 10.1002/sim.5655
9. Riley RD, Debray TPA, Collins GS, Archer L, Ensor J, van Smeden M, et al. Minimum sample size for external validation of a clinical prediction model with a binary outcome. Stat Med 2021;40(19):4230-51. DOI: 10.1002/sim.9025
10. Efthimiou O, Seo M, Chalkou K, Debray T, Egger M, Salanti G. Developing clinical prediction models: a step-by-step guide. BMJ 2024;386:e078276. DOI: 10.1136/bmj-2023-078276

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05904

LA IMPORTANCIA DE LA REALIZACIÓN DEL AYUNO INTERMITENTE BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN PROFESIONAL DE LA NUTRICIÓN

Sr. Editor:

En la publicación de Pejenaute-Larráyoz (1) se analizan los efectos del ayuno intermitente (AI) en deportistas. En ella se señala que, cuando se realizan actividades de menos de 60 minutos, se promueve una mayor eficiencia en el proceso de oxidación de grasas y en el control glucémico, sin que esto afecte su rendimiento. No obstante, en los deportes de alta intensidad o de duración prolongada, su impacto puede ser negativo; por ejemplo, al no alimentarse inmediatamente después del ejercicio en ayunas, se puede promover el catabolismo muscular y dificultar la recuperación.

El ayuno intermitente está siendo visto como una estrategia nutricional relevante en contextos clínicos y deportivos ya que puede ayudar a mejorar tanto el metabolismo de los lípidos como la sensibilidad a la insulina. Sin embargo, su implementación requiere un análisis detallado, especialmente en poblaciones con condiciones específicas de salud.

En el caso de los sujetos con obesidad y sobrepeso, el ayuno intermitente ha mostrado efectos positivos en cuanto a ayudar a una reducción significativa del peso corporal y mejorar los perfiles lipídicos y glucémicos, lo cual lo convierte en una estrategia viable para el control del peso (2). Sin embargo, la adherencia a largo plazo a esta estrategia ha demostrado ser altamente variable y sus efectos psicológicos, como la potencial exacerbación de las conductas alimentarias desordenadas, son factibles y pueden ocurrir (3), por lo que su efectividad real requiere la supervisión de un profesional de la nutrición para asegurar no solo la adherencia sino para evitar conductas alimentarias inadecuadas durante el proceso.

En el caso de los pacientes con diabetes de tipo 2, el AI mejora el control glucémico y la sensibilidad a la insulina, además de reducir la necesidad de medicación (4). No obstante, existe riesgo de hipoglucemia, especialmente en los pacientes medicados, por lo que también sería fundamental una supervisión profesional (5).

Su efectividad también ha sido estudiada en personas con colitis ulcerosa, donde sus efectos son menos concluyentes. Algunos hallazgos sugieren una reducción de los marcadores inflamatorios, una mejora de los síntomas clínicos y una modulación inmunológica (6). Sin embargo, otros estudios señalan riesgos de exacerbación de síntomas gastrointestinales, desnutrición y pérdida de masa muscular si no se planifica adecuadamente la alimentación (7).

En cuanto a otras patologías metabólicas, como el síndrome metabólico o las enfermedades cardiovasculares, el AI ha mostrado efectos beneficiosos sobre la presión arterial, la resistencia a la insulina, el estrés oxidativo (8), los biomarcadores de longevidad y los ritmos circadianos, lo cual abre un campo prometedor para su estudio en el área del envejecimiento saludable (9).

Entre los efectos negativos del AI se encuentran las alteraciones de la función cognitiva, los cambios del estado de ánimo y la disfunción autonómica tras ayunos prolongados, especialmente en los contextos de ejercicio físico intenso o insuficiente reposición nutricional (10).

Si bien el AI es una herramienta nutricional con efectos positivos comprobados, en los contextos específicos debe aplicarse con un enfoque individualizado, considerando las demandas energéticas, el estado clínico y los objetivos terapéuticos, por lo que debe siempre realizarse bajo supervisión profesional y no considerarse una estrategia libre de riesgos.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber empleado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Ángel Roco-Videla[1], Raúl Aguilera-Eguía[2], Mariela Olguin-Barraza[3], Sergio Vladimir Flores[4]
[1]Vicerrectoría de Investigación e Innovación. Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile. [2]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Programa de Magíster en Ciencias Químico-Biológicas. Facultad de Ciencias de Salud. Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. [4]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. Pejenaute-Larráyoz D, Corbi F, Matas S. Efectos del ayuno intermitente y el rendimiento deportivo: revisión narrativa. Nutr Hosp 2025;42(1):153-60. DOI: 10.20960/nh.05415
2. Harris L, Hamilton S, Azevedo LB, Olajide J, De Brún C, Waller G. Intermittent fasting interventions for treatment of overweight and obesity in adults: a systematic review and meta-analysis. JBI Database System Rev Implement Rep 2018;16(2):507-47. DOI: 10.11124/JBISRIR-2016-003248
3. Ganesan K, Habboush Y, Sultan S. Intermittent Fasting: The Choice for a Healthier Lifestyle. Cureus 2018;10(7):e2947. DOI: 10.7759/cureus.2947
4. Arnason TG, Bowen MW, Mansell KD. Effects of intermittent fasting on health markers in those with type 2 diabetes: A pilot study. World J Diabetes 2017;8(4):154. DOI: 10.4239/wjd.v8.i4.154
5. Jamshed H, Beyl RA, Della Manna DL, Yang ES, Ravussin E, Peterson CM. Early time-restricted feeding improves 24-hour glucose levels and affects markers of the circadian clock, aging, and autophagy. Nutrients 2019;11(6):1234. DOI: 10.3390/nu11061234
6. Roco-Videla Á, Villota-Arcos C, Pino-Astorga C, Mendoza-Puga D, Bittner-Ortega M, Corbeaux-Ascui T. Intermittent fasting and reduction of inflammatory response in a patient with ulcerative colitis. Medicina 2023;59(8). DOI: 10.3390/medicina59081453
7. Mindikoglu AL, Abdulsada MM, Jain A, Choi JM, Jalal PK, Devaraj S, et al. Intermittent fasting for 30 consecutive days is associated with anticancer proteomic signatures. J Proteomics 2020;217:103645. DOI: 10.1016/j.jprot.2020.103645
8. Longo VD, Panda S. Fasting, circadian rhythms, and time-restricted feeding in healthy lifespan. Cell Metab 2016;23(6):1048-59. DOI: 10.1016/j.cmet.2016.06.001
9. Minihane AM, Vinoy S, Russell WR, Baka A, Roche HM, Tuohy KM, et al. Low-grade inflammation, diet composition and health: current research evidence and its translation. Br J Nutr 2015;114(7):999-1012. DOI: 10.1017/S0007114515002093
10. Solianik R, Sujeta A, Terentjevienė A, Skurvydas A. Effect of 48 h Fasting on Autonomic Function, Brain Activity, Cognition, and Mood in Amateur Weight Lifters. Biomed Res Int 2016;2016:1503956. DOI: 10.1155/2016/1503956

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05905

MINDFULNESS COMO ESTRATEGIA EMERGENTE CONTRA LA OBESIDAD EN NIÑOS Y ADULTOS

Sr. Editor:

Hemos leído la publicación de Doğan Güney y Göbel (1) donde se presentan los resultados de una intervención basada en *mindfulness* en niños de 9 a 11 años, donde se evidenció que mayores niveles de atención plena *(mindfulness)* se podían asociar a menores niveles de alimentación emocional, esto independiente del índice de masa corporal (IMC) que presentaran los niños. Además, se asoció una mayor propensión a comer por ansiedad, ira o decepción en aquellos niños que presentaban un alto nivel de estrés percibido, estas conductas pueden ser mitigadas a través de una mayor autorregulación a través del *mindfulness.*

Estos hallazgos abren una interesante línea de intervención preventiva que puede comenzar en edades tempranas en especial en países como Chile donde la obesidad infantil está en rápido crecimiento (2). Dadas las limitaciones de las estrategias tradicionales basadas únicamente en la restricción calórica, el enfoque de la atención plena *(mindfulness)* es claramente una herramienta complementaria en la regulación del comportamiento alimentario, especialmente ante los factores emocionales y el estrés que favorecen el consumo excesivo.

La evidencia hasta el momento apunta que la inclusión del *mindfulness* en entornos escolares dentro del currículo fomenta una mejor regulación emocional (3), lo que respalda su potencial como parte de la política educativa para la promoción de hábitos saludables desde la infancia. Sus efectos no solo se pueden ser en niños, sino que también en adolescentes (4) y que, sumando a una crianza conscientes con una participación de los padres prolongada en el tiempo en estos programas, puede ayudar a un más a la reducción de la alimentación emocional (5,6).

En adultos, las intervenciones basadas en *mindfulness* también han mostrado efectos positivos en la reducción de atracones y del IMC. La intervención *Mindfulness-Based Eating Awareness Training* (MB-EAT) ha sido particularmente eficaz en modificar hábitos alimentarios desadaptativos tras participar en un programa estructurado de alimentación consciente (7).

La evidencia sugiere que el *mindfulness* actúa sobre factores psicológicos como el estrés crónico, que promueve el consumo de alimentos hipercalóricos como mecanismo de afrontamiento (8), fortaleciendo la conciencia interoceptiva, permitiendo a los individuos reconocer señales de hambre y saciedad, lo que previene el comer automático o impulsivo (9). La eficacia de la alimentación consciente puede estar modulada por factores biológicos como los niveles de cortisol, lo que subraya la complejidad de los mecanismos implicados y la necesidad de enfoques integrales (10).

El *mindfulness* debe ser considerado como una estrategia real para enfrentar la obesidad y el sobrepeso tanto en niños como adultos. Su incorporación en programas educativos, clínicos y familiares ofrece un abordaje innovador, efectivo y sostenible frente a un problema multifactorial ante un problema que tiene una implicancia mundial.

Ángel Roco-Videla[1], Raúl Aguilera-Eguía[2], Mariela Olguín-Barraza[3], Sergio Vladimir Flores[4]

[1]Vicerrectoria de Investigación e Innovación. Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile. [2]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Programa de Magister en Ciencias Químico-Biológicas. Facultad de Ciencias de Salud. Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. [4]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber empleado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

BIBLIOGRAFÍA

1. Doğan Güney H, Göbel P. Assessment of mindfulness in addressing emotional eating and perceived stress among children aged 9-11 years. Nutr Hosp 2025;42(1):10-8. DOI: 10.20960/nh.05222
2. Alvarado-Quinteros A, Roco-Videla Á. How much has the pandemic affected the nutritional status of Chilean children? Nutr Hosp 2022;39(5):1200-1. DOI: 10.20960/nh.04353
3. Bockmann LR, Otto S, Staufenbiel T. A school-based mindfulness program improves executive function in children. Mindfulness 2016;7(6):1455-65.
4. Dunning DL, Griffiths K, Kuyken W, Crane C, Foulkes L, Parker J, et al. The effects of mindfulness-based interventions on cognition and mental health in children and adolescents. J Child Psychol Psychiatry 2019;60(3):244-58. DOI: 10.1111/jcpp.12980
5. Konttinen H. Emotional eating and obesity in adults: the role of depression, sleep and genes. Proc Nutr Soc 2020;79(3):283-9. DOI: 10.1017/S0029665120000166
6. Gouveia MJ, Canavarro MC, Moreira H. How can mindful parenting be related to emotional eating in childhood? Appetite 2019;138:102-14. DOI: 10.1016/j.appet.2019.03.021
7. Kumar S, Anjuman T, Qureshi S, Gupta N, Shrivastava R. Mindful eating intervention for adolescents: Effects on BMI and emotional eating. J Adolesc Health 2017;61(2):246-51.
8. Katterman SN, Kleinman BM, Hood MM, Nackers LM, Corsica JA. Mindfulness meditation as an intervention for binge eating, emotional eating, and weight loss: a systematic review. Eat Behav 2014;15(2):197-204. DOI: 10.1016/j.eatbeh.2014.01.005
9. Russell CG, Russell A. "Food" and "non-food" self-regulation in childhood: a review. Int J Behav Nutr Phys Act 2020;17(1):33. DOI: 10.1186/s12966-020-00928-5
10. Ling J, Miller AL, Robbins LB, Zhang N. Elevated parent and child hair cortisol moderated the efficacy of a mindful eating intervention. Stress Health 2024;40(3):e3333. DOI: 10.1002/smi.3333

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05922

EDULCORANTES SIN AZÚCAR EN AMÉRICA LATINA, UNA PERSPECTIVA CRÍTICA DESDE LA SALUD PÚBLICA

Sr. Editor:

En el artículo de López-Daza y colaboradores (1) se presenta un análisis crítico de la guía de la OMS en relación con el uso de edulcorantes sin azúcar (ESA) como una medida frente al aumento de peso y al desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT). Aunque los ESA ofrecen dulzor sin aportar calorías y han sido promovidos como alternativas saludables, la evidencia sobre sus beneficios y riesgos a largo plazo es limitada y de baja certeza.

Latinoamérica lleva más de una década enfrentando una epidemia de obesidad, con prevalencias superiores al 30 % en varios países, como es el caso de Chile, lo que implica una alta carga a los sistemas de salud (2). Ante este escenario, los ESA se han visto como una buena alternativa dado que generan un sabor dulce sin tener una carga calórica significativa; sin embargo, el sabor dulce acentuado de estos productos puede estimular los receptores orales por dulzores no calóricos, lo que puede aumentar el apetito de forma subjetiva sin alterar los marcadores hormonales, lo cual podría inducir un consumo posterior elevado de comida (3).

Además de las alteraciones en la ingesta de alimentos, se han identificado cambios en la microbiota intestinal derivados del consumo prolongado de ciertos ESA, con implicaciones en el metabolismo energético. No obstante, otras evidencias indican que edulcorantes como la estevia o el eritritol pueden beneficiar la diversidad microbiana y no inducen disbiosis significativa (4).

En relación con el peso corporal, los resultados son heterogéneos, mientras algunos ensayos clínicos controlados han mostrado que sustituir bebidas azucaradas por versiones con ESA puede facilitar la pérdida o mantenimiento del peso al reducir la ingesta calórica neta (3), otros estudios observacionales apuntan a una asociación paradójica entre consumo de edulcorantes y mayor índice de masa corporal, probablemente por causalidad inversa (5-7).

En el artículo de Swithers y colaboradores (8) publicado en 2013 se señala que los edulcorantes, aunque reducen el consumo energético, pueden alterar la homeostasis glucémica y la regulación del apetito, favoreciendo efectos metabólicos adversos como obesidad, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico, incluso en individuos con normopeso. No obstante, publicaciones más recientes como la de Hong y colaboradores en el 2025 (9), destacan que algunos edulcorantes pueden ofrecer beneficios como mejor control glucémico y ayudar en la pérdida de peso, siempre que se usen en dosis adecuadas.

En conclusión, el uso de edulcorantes sin azúcar en América Latina plantea dilemas complejos que requieren de una mirada integradora y crítica. Es esencial que las políticas públicas no se limiten a sustituir un ingrediente por otro, sino que promuevan verdaderas transformaciones en los sistemas alimentarios. La educación nutricional, el fortalecimiento de entornos saludables y el acceso equitativo a alimentos naturales deben ser el eje de cualquier intervención sostenible. En este contexto, la evidencia sugiere que el uso de ESA puede tener un papel complementario dentro de procesos más integrales, siendo necesario el obtener evidencia robusta y contextualizada de sus efectos antes de considerar su uso masivo.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Ángel Roco-Videla[1], Raúl Aguilera-Eguía[2], Claudio Villota-Arcos[3], Sergio Vladimir Flores[4]

[1]Vicerrectoria de Investigación e Innovación. Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile. [2]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. [4]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. López-Daza D, Merchán-Chaverra R, Cuéllar-Fernández Y, Gómez-Univio MC, Ardila-Mendoza DB,Posada-Álvarez C, et al. Guía de la OMS sobre edulcorantes no nutritivos: un análisis reflexivo. Nutr Hosp 2025;42(2):376-84. DOI: 10.20960/nh.05728
2. Islam ANMS, Sultana H, Nazmul Hassan Refat M, Farhana Z, Abdulbasah Kamil A, Meshbahur Rahman M. The global burden of overweight-obesity and its association with economic status, benefiting from STEPs survey of WHO member states: A meta-analysis. Prev Med Rep 2024;46(102882):102882. DOI: 10.1016/j.pmedr.2024.102882
3. O'Connor D, Pang M, Castelnuovo G, Finlayson G, Blaak E, Gibbons C, et al. A rational review on the effects of sweeteners and sweetness enhancers on appetite, food reward and metabolic/adiposity outcomes in adults. Food Funct 2021;12(2):442-65. DOI: 10.1039/d0fo02424d
4. Richardson IL, Frese SA. Non-nutritive sweeteners and their impacts on the gut microbiome and host physiology. Front Nutr 2022;9:988144. DOI: 10.3389/fnut.2022.988144
5. Cavagnari BM. Non-caloric sweeteners and body weight. Medicina (B Aires) 2019;79(2):115-22.
6. Fang T, Xu X, Qu M, Shi Z, Wang Z. Research progress on sugar substitutes and human health. Journal of Environmental and Occupational Medicine 2023;40(7):775-81. DOI: 10.11836/JEOM22468
7. Jurcevic Zidar B, Knezovic Z, Pribisalic A, Luetic S, Jurcic K, Knezovic N, et al. Consumer perceptions of artificial sweeteners in food products, consumption frequency, and body mass index: A multivariate analysis. Nutrients 2025;17(5). DOI: 10.3390/nu17050814
8. Swithers SE. Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. Trends Endocrinol Metab 2013;24(9):431-41. DOI: 10.1016/j.tem.2013.05.005
9. Hong Q-Y, Huang Y, Yang J, Su L-T, Dai Z-R, Zhao C-F. Food sweeteners: Angels or clowns for human health? Curr Res Food Sci 2025;10:101032. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101032

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05923

EL IMPACTO DE LA ALIMENTACIÓN EN LA DISBIOSIS INTESTINAL ASOCIADA A LA ENFERMEDAD DE PARKINSON

Sr. Editor:

Hemos leído la publicación de García-Milla y colaboradores (1) en la cual se presentan los resultados de un estudio piloto donde se observaron cambios favorables en la composición bacteriana intestinal en pacientes con Parkinson, como por ejemplo la reducción de Verrucomicrobia. Los resultados indicarían que el uso de fibra prebiótica podría representar una alternativa para mejorar la salud intestinal y el estado nutricional de las personas con enfermedad de Parkinson (EP).

La EP es la segunda patología neurodegenerativa más frecuente a nivel mundial, donde entre los síntomas no motores se encuentran los trastornos gastrointestinales (2). Entre los factores extraneurológicos en la etiopatogenia de la EP, la disbiosis podría contribuir significativamente a la progresión de la enfermedad dado que la microbiota intestinal cumple funciones fundamentales en la homeostasis del organismo, incluyendo la síntesis de metabolitos con efecto neuromodulador, la regulación del sistema inmune y el mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal. En pacientes con EP, se ha identificado una composición bacteriana alterada, con disminución de bacterias antiinflamatorias y proliferación de especies proinflamatorias, lo cual puede exacerbar procesos de neuroinflamación a través del eje microbiota-intestino-cerebro (3,4).

Entre las bacterias asociadas con efectos negativos para la EP se encuentra *Akkermansia muciniphila*, perteneciente al filo Verrucomicrobia, aunque en ciertos contextos se asocia con beneficios metabólicos, su sobreexpresión en EP puede contribuir a la degradación de la capa mucosa intestinal, favoreciendo la inflamación y facilitando el paso de endotoxinas al torrente sanguíneo por lo que la regulación de su abundancia mediante fibra prebiótica podría ser clave en el control de la inflamación sistémica (5). Otra implicancia importante de la disbiosis en la EP es su relación con el metabolismo de la levodopa, que es uno de los fármacos más eficaces para el tratamiento de la enfermedad, se ha demostrado que ciertas bacterias intestinales pueden metabolizar la levodopa antes de que alcance el sistema nervioso central, reduciendo su biodisponibilidad y, por ende, su eficacia clínica, por lo que una intervención dietética que reduzca la presencia de estas bacterias podría mejorar la respuesta al tratamiento farmacológico (6,7).

La evidencia existente hasta el momento apunta a que dietas enriquecidas con fibras prebióticas, como la inulina y la oligofructosa, promueven el crecimiento de bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como *Faecalibacterium* y *Roseburia* las cuales se encuentran disminuidas en los pacientes con EP (8,9). Los AGCC, especialmente el butirato, poseen propiedades antiinflamatorias que permiten reforzar la función de la barrera intestinal y regular la inmunidad sistémica (8-10).

La modulación de la microbiota intestinal mediante el uso de fibra prebiótica puede ser una estrategia no invasiva y de bajo costo, con el potencial de influir positivamente en la evolución del Parkinson. Esta intervención podría no solo mejorar la diversidad bacteriana y reducir la inflamación, sino también optimizar la respuesta a los tratamientos convencionales, mejorando la calidad de vida de los pacientes. Por tanto, la integración de pautas dietéticas personalizadas debería ser considerada como parte del enfoque multidisciplinario en el manejo de la EP.

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

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Ángel Roco-Videla[1], Raúl Aguilera-Eguía[2], Mariela Olguín-Barraza[3], Sergio Vladimir Flores[4]

[1]Vicerrectoria de Investigación e Innovación. Universidad Arturo Prat. Santiago. Chile. [2]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. [3]Programa Magíster en Ciencias Químico-Biológicas. Facultad de Ciencias de Salud. Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile. [4]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. García-Milla P, Nieto G, Maulén M, Tapia C, Díaz-Vásquez W. The effect of supplementation with prebiotic fiber on the gut microbiota of a group of older people with Parkinson's disease from the city of Santiago de Chile. A pilot study. Nutr Hosp 2025;42(2):232-42. DOI: 10.20960/nh.05272
2. Sampson TR, Debelius JW, Thron T, Janssen S, Shastri GG, Ilhan ZE, et al. Gut Microbiota regulate motor deficits and neuroinflammation in a model of Parkinson's disease. Cell 2016;167(6):1469-80.e12. DOI: 10.1016/j.cell.2016.11.018
3. Góralczyk-Bińkowska A, Szmajda-Krygier D, Kozłowska E. The Microbiota-gut-brain axis in psychiatric disorders. Int J Mol Sci 2022;23(19):11245. DOI: 10.3390/ijms231911245
4. Huang Y, Liao J, Liu X, Zhong Y, Cai X, Long L. Review: The role of intestinal dysbiosis in Parkinson's disease. Front Cell Infect Microbiol 2021;11:615075. DOI: 10.3389/fcimb.2021.615075
5. Fang X, Li F-J, Hong D-J. Potential role of Akkermansia muciniphila in Parkinson's disease and other neurological/autoimmune diseases. Curr Med Sci 2021;41(6):1172-7. DOI: 10.1007/s11596-021-2464-5
6. Maini Rekdal V, Bess EN, Bisanz JE, Turnbaugh PJ, Balskus EP. Discovery and inhibition of an interspecies gut bacterial pathway for Levodopa metabolism. Science 2019;364(6445):eaau6323. DOI: 10.1126/science.aau6323
7. van Kessel SP, de Jong HR, Winkel SL, van Leeuwen SS, Nelemans SA, Permentier H, et al. Gut bacterial deamination of residual levodopa medication for Parkinson's disease. BMC Biol 2020;18(1):137. DOI: 10.1186/s12915-020-00876-3
8. Tian R, Hong J, Zhao J, Zhou D, Liu Y, Jiao Z, et al. Overall structural alteration of gut Microbiota and relationships with risk factors in patients with metabolic syndrome treated with inulin alone and with other agents: An open-label pilot study. Mediators Inflamm 2022;2022:2078520. DOI: 10.1155/2022/2078520
9. Nishiwaki H, Ito M, Ishida T, Hamaguchi T, Maeda T, Kashihara K, et al. Meta-analysis of gut dysbiosis in Parkinson's disease. Mov Disord 2020;35(9):1626-35. DOI: 10.1002/mds.28119
10. Hamamah S, Aghazarian A, Nazaryan A, Hajnal A, Covasa M. Role of Microbiota-gut-brain axis in regulating dopaminergic signaling. Biomedicines 2022;10(2):436. DOI: 10.3390/biomedicines10020436

ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R. 318

Nutrición Hospitalaria

DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05994

In Memorian

Dr. Gonzalo Martín Peña (1954-2025)

El pasado 27 de enero de 2025 falleció, tras una enfermedad de rápida evolución, el Dr. Gonzalo Martín Peña. La noticia, recibida con profunda tristeza por muchos de nosotros, supuso la pérdida de un compañero muy querido y de un profesional comprometido con la Nutrición Clínica desde sus inicios. Desde entonces, cuesta aceptar su ausencia y más aún poner en palabras lo que significó para quienes tuvimos la suerte de compartir con él profesión y amistad.

Gonzalo fue un internista y endocrinólogo profundamente comprometido con la Nutrición Clínica, área a la que dedicó gran parte de su vida profesional. Se formó en el Hospital Universitario Ramón y Cajal, y trabajó después en el Hospital de Móstoles y en el Hospital Universitario de La Princesa, donde contribuyó de forma decisiva a la creación y consolidación de unidades de nutrición, y continuó los últimos años de su carrera profesional en el Hospital Ruber Internacional en Madrid. Su visión clara sobre el papel de la nutrición en el tratamiento integral del paciente lo convirtió en un referente para muchos de nosotros.

Más allá de su competencia clínica, destacaba su manera de estar, ya que transmitía confianza y compromiso, y tenía ese raro equilibrio entre firmeza profesional y calidez humana. Quienes compartimos con él la práctica clínica, los proyectos o simplemente conversaciones de pasillo, recordamos su trato afable, su capacidad de escucha y su generosidad intelectual. Fue también un activo colaborador en la revista *Nutrición Hospitalaria* y un miembro muy implicado en SENPE, convencido de que la divulgación y el trabajo en equipo eran claves para avanzar.

Quienes lo conocimos sabemos que su huella va más allá de sus logros. Deja un vacío profundo, pero también una estela de respeto, cariño y admiración que perdurará, no solo entre los compañeros, sino también entre los muchos pacientes que lamentan su ausencia. Muchos de ellos le conocieron tras la publicación de su libro *Más de 1080 consejos sobre su dieta*, un libro que sigue siendo referencia en dietoterapia aplicada.

Acompañamos con afecto a su familia y a todos quienes lo quisieron. Y desde aquí, en nombre de tantos compañeros que lo echamos de menos, gracias, Gonzalo, por tu ejemplo, tu entrega y tu forma de ser. No te olvidaremos.

Begoña Molina Baena
Servicio de Endocrinología y Nutrición.
Hospital Universitario de La Princesa. Madrid

©Copyright 2025 SENPE y ©Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).