

Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo

Revista de la Asociación
Colombiana de Nutrición Clínica

Volumen 7, número 1 - 2024

e-ISSN 2619-3906

<https://doi.org/10.35454/rncm>

www.nutriclinicacolombia.org

<https://revistanutricionclinicametabolismo.org/>



ASOCIACIÓN
COLOMBIANA
DE NUTRICIÓN
CLÍNICA

Indexada en
DOAJ, REDIB, ROAD, Google Scholar, Latindex y Redalyc

Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo

Revista oficial de la Asociación
Colombiana de Nutrición Clínica



ASOCIACIÓN
COLOMBIANA
DE NUTRICIÓN
CLÍNICA

Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo

COMITÉ EDITORIAL

Editora

María Victoria Benjumea Rincón, ND, PhD.

Docente Titular de Cátedra, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Asistentes editoriales

Camila Orozco Arbeláez.

Comunicadora Social, Pontificia Universidad Javeriana. Colombia

María Camila Pineda Zuluaga, MSc.

Asistente de Investigación del Laboratorio de Valoración Nutricional y Función Pulmonar, Universidad de Caldas. Colombia.

Comité de editores asociados

Rafael Almendra-Pegueros, ND, MSc.

Grupo de Mecanismos Reguladores del Remodelado Cardiovascular. Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.

Ludwig Álvarez Córdova MD, MSc.

Docente Titular auxiliar de la Carrera de Nutrición, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Docente ocasional de la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL) y docente de maestría de la Universidad de las Américas (UDLA). Ecuador.

Sebastián Pablo Chapela MD, PhD.

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, Departamento de Bioquímica Humana. Hospital Británico de Buenos Aires, Equipo de Soporte Nutricional. Argentina.

Evelyn Frías Toral MD, MSc.

School of Medicine, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Av. Pdte. Carlos Julio Arosemena Tola, Guayaquil 090615, Ecuador.

Vanessa Fuchs-Tarlovsky, ND, MD, PhD.

Jefe de servicio de Nutrición Clínica. Investigador en ciencias médicas perteneciente al sistema nacional de investigadores. Hospital General de México, Dr Eduardo, Liceaga. México.

Iván Osuna-Padilla ND, PhD.

Coordinación de Nutrición Clínica, Departamento de Áreas Críticas, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas", Ciudad de México.

Tania Yadira Martínez Rodríguez ND, PhD.

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia.

Comité asesor científico

Juan Bernardo Ochoa, MD, PhD.

Director Médico, Unidad de Cuidados Intensivos, Hunterdon Medical Center, New Jersey, USA.

Abel Salvador Arroyo Sánchez MD, MSc, PhD.

Profesor de la Escuela de Medicina Humana, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Unidad de Soporte Metabólico Nutricional y Servicio de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Víctor Lazarte Echeagaray, EsSalud. Trujillo, Perú.

Jorge Eliécer Botero López, MD, MSc.

Profesor de la Escuela de Ciencias de la Vida y Medicina de la Universidad ELA, Envigado, Colombia.

Carlos Andrés Castro, QF, PhD.

Profesor Asociado, líder del grupo de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

Lilia Yadira Cortés Sanabria, ND, PhD.

Profesora Titular II, Departamento de Nutrición y Bioquímica, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Rubens Feferbaum, MD, PhD.

Profesor Libre Docente, Instituto da Criança, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Brasil.

Rafael Figueredo Grijalba, MD, MSc.

Universidad Católica. Asunción, Paraguay.

Gil Hardy, PhD, FRSC, FASPEN.

Director y administrador del Ipanema Charitable Trust. Nueva Zelanda.

William Manzanares, MD, PhD.

Profesor Titular de Medicina Intensiva. Cátedra de Medicina Intensiva. Facultad de Medicina, Universidad de la República. Investigador del Sistema Nacional de Investigadores. Montevideo, Uruguay.

Ana María Menéndez, QF, PhD.

Doctora de la Universidad de Buenos Aires. Titular de Farmacia Hospitalaria y Clínica de la Carrera de Farmacia de la Universidad de Belgrano. Prof. de la Especialidad de Farmacia Hospitalaria de la Universidad ISALUD, Buenos Aires, Argentina.

Guillermo Ortiz, MD, MSc, PhD.

Internista neumólogo intensivista, epidemiólogo, Director departamento de Cuidado Crítico, Hospital Santa Clara, Bogotá, Colombia. Director de posgrados de medicina interna neumología y cuidado crítico, Universidad del Bosque, Bogotá, Colombia.

José Mario Pimiento Echeverri, MD, Especialista, FACS.

Profesor Departamento de Oncología Gastrointestinal, Moffitt Cancer Center, Tampa, FL, USA. AdvoCare sciSntific Medical Board. ASTELLAS conferencista. USA.

Adonis Tupac Ramirez Cuellar MD, MSc.

Cirujano de Cabeza y Cuello, Clínica San Rafael, Pereira. Profesor de Medicina, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

Saúl Rujeles Quintero, MD.

Profesor Titular de Cirugía, Jefe Unidad de Nutrición Clínica, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Carlos Andrés Santacruz, MD, Especialista.

Asesor de Investigación de la Fundación Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Miguel León Sanz, MD, PhD.

Jefe de Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Doce de Octubre, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España.

Dan Linetzky Waitzberg, MD, PhD.

Profesor Asociado Departamento de Gastroenterología da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Presidente do Grupo Ganep Nutrição Humana. Brasil.

Marcelo Yaffé, MD.

Sociedad Uruguaya de Nutrición (SUNUT), Hospital Pasteur (Facultad de Medicina de la Universidad de la República, Administración de los Servicios de Salud del Estado), Uruguay.

ASESORES EN MÉTODOS CUANTITATIVOS Y EN EPIDEMIOLOGÍA

Alejandro Estrada Restrepo, MSc.

Docente de Epidemiología y de Estadística de la Unidad de Investigación de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia.

Cristian Santa Escobar, MSc.

Docente de Métodos cuantitativos de la Unidad de Investigación de la Escuela de Nutrición y Dietética Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

EXEDITORES DE LA REVISTA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO

Diana Cárdenas, MD, PhD.

2017- noviembre de 2023. Unidad de Nutrición, Centro oncológico Gustave Roussy, Villejuif, Francia.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE NUTRICIÓN CLÍNICA
JUNTA DIRECTIVA 2023-2025

Presidente: Diana María Trejos Gallego, ND.
Vicepresidente: Fernando José Pereira Patermina, MD.
Secretaria ejecutiva: Olga Pinzón, ND.
Tesorera: Vera Cecilia Núñez Ricardo, ENF.

Vocales

Nancy Milena Bernal Camacho, MD.
Juan Bernardo Ochoa, MD.
Erika Aguirre Marulanda, ND.
Janeth Barbosa, ND.
Javier Alonso Restrepo, QF.

Comité Expresidentes

Patricia Savino Lloreda, ND.	Mauricio Chona Chona, MD.
Jaime Escallón Mainwaring, MD.	Arturo Vergara Gómez, MD.
Saúl Rugeles Quintero, MD.	Claudia Angarita Gómez, ND.
Stella Moreno Vélez, ND.	Josef Kling, MD.
Óscar Jaramillo Robledo, MD.	Adriana Amaya, ND.
Álvaro Valencia, MD.	Charles E. Bermúdez Patiño, MD.
Julián Sotomayor Hernández, MD.	Angélica María Pérez Cano, ND.

Política de ética, integridad y transparencia

La Revista se ajusta a los estándares internacionales de ética y buenas prácticas de las publicaciones. El objetivo es promover una publicación transparente y ética por lo que los artículos publicados en la Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo deberán cumplir los principios éticos de las diferentes declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizó la investigación.

El editor, los autores, los miembros de los comités y los revisores académicos seguirán las guías éticas de COPE (*Committee on Publication Ethics*) y las recomendaciones del *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE).

La Revista es financiada en su totalidad por la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Algunos números tendrán publicidad de empresas farmacéuticas. En ningún caso las decisiones editoriales dependerán de ellas. Se prohíben anuncios sobre productos que coincidan con el contenido editorial o que provengan de empresas multi-nivel. El Editor tiene la autoridad plena y final para aprobar la publicidad y velar por el cumplimiento de la política de ética, integridad y transparencia.

Política de acceso abierto

La Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo es una revista de acceso abierto en su totalidad, lo que significa que todos los artículos están disponibles en Internet para los usuarios inmediatamente después de su publicación.

Licencias de uso y distribución

La Revista se publica bajo la licencia *Creative Commons* Atribución-No comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), donde se permite el uso y distribución no comercial en cualquier medio, siempre y cuando tanto el autor como la revista sean debidamente acreditados. El escrito producto de la remezcla y transformación del artículo original publicado debe ser distribuido bajo la misma licencia de uso (CC-BY-NC-SA). La revista reconoce la importancia de los derechos de autor, y por ningún motivo, pretende solicitar la transferencia de estos, razón por la cual, los autores conservan los derechos de autor, pero deberán ceder a la revista el derecho a la primera publicación.

La versión informativa y el texto legal de la licencia se pueden consultar en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo (RNCM - Rev. Nutr. Clin. Metab.)

Visite: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/>

Publicación trimestral de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica.

Avenida 15 No. 118-03 Oficinas 512 / 514, Bogotá, D.C., Colombia

Visite: www.nutriclinicacolombia.org

Correspondencia: E-mail: editor-rmnc@nutriclinicacolombia.org

Traducción (português): Jessika Cadavid Sierra, ND, MSc.

Traducción y corrección de estilo (inglés): Grupo Distribuna.

SopORTE técnico OJS: Camila Orozco

Comunicación y redes sociales: Jessika Cadavid Sierra, ND, MSc.

Corrección de estilo y diagramación: Grupo Distribuna.

Los autores son responsables por todos los conceptos, declaraciones, opiniones e información presentados en los artículos, revisiones y otros escritos. El Editor y la ACNC declinan toda responsabilidad sobre estos contenidos y no garantiza, ni avala ningún producto o servicio anunciado en esta publicación, tampoco garantiza ningún reclamo hecho por el fabricante de dicho producto o servicio.

Se espera que la publicidad presentada en la Revista tenga en cuenta los estándares éticos. Sin embargo, su inclusión en la Revista no constituye una garantía de la calidad o del valor del producto o de las declaraciones hechas por el productor.

CONTENIDO / CONTENTS / CONTEÚDO

CARTA DE LA PRESIDENTE / PRESIDENT'S LETTER / CARTA DO PRESIDENTE

- Posgrados en Nutrición Clínica **1**
Postgraduate Courses in Clinical Nutrition
Cursos de Pós-Graduação em Nutrição Clínica
Diana Trejos-Gallego.

EDITORIAL / EDITORIAL / EDITORIAL

- La presión de la ciencimetría no puede llevar a perder de vista la función tácita de un editor **3**
The pressure of scientometrics cannot lead to losing sight of the tacit function of an editor
A pressão da ciencimetria não deve levar a perder de vista a função tácita de um editor
María Victoria Benjumea Rincón, ND, PhD.

ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES / ARTIGOS ORIGINAIS

- Caracterización de la desnutrición aguda en menores de 5 años diagnosticados en el Hospital Regional de la Orinoquía **6**
Characterization of acute malnutrition in children under 5 years of age diagnosed at the Hospital Regional de la Orinoquía
Caracterização da desnutrição aguda em crianças menores de 5 anos de idade diagnosticadas no Hospital Regional da Orinoquía
María Alejandra Mora Hernández, Nicolle Geraldine Gross Ramírez, Daniela Arias Mariño, Lorena García Agudelo, Mónica Liseth Holguín Barrera, Alejandro Rojas Urrea.
-
- Características estructurales, demográficas, clínicas y nutricionales de unidades de cuidados intensivos de Colombia: *nutritionDay* 2021 **14**
Structural, demographic, clinical and nutritional characteristics of intensive care units in Colombia: nutritionDay 2021
Características estruturais, demográficas, clínicas e nutricionais das unidades de cuidados intensivos na Colômbia: nutritionDay 2021
Angélica María Pérez Cano, Janeth Barbosa, Ricardo Alfonso Merchán-Chaverra.
-
- Concordancia entre la calorimetría indirecta y las ecuaciones predictivas para estimar gasto energético en reposo **23**
Agreement between indirect calorimetry and predictive equations for estimating resting energy expenditure
Concordância entre a calorimetria indireta e as equações preditivas para estimar o gasto energético em repouso
Lina María Londoño-Londoño, Ángela Patricia Montoya-Bernal, Fernando Arango, José Fernando Escobar-Serna, María Cristina Florián Pérez, Diana Trejos-Gallego.
-

ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEWS / ARTIGOS DE REVISÃO

Plantas para tus riñones: una revisión narrativa sobre la dieta basada en plantas y la enfermedad renal crónica 33

Plants for your kidneys: A narrative review on plant-based diet and chronic kidney disease

Plantas for your pumps: uma revisão narrativa sobre dieta à base de plantas e doença renal crônica

Melissa Ponce, Diana Ponce, Brian Mariños, Cecilia Arteaga-Pazmiño.

Papel de la microbiota intestinal en el desarrollo del síndrome metabólico: revisión narrativa 45

Role of the gut microbiota in the development of metabolic syndrome: narrative review

Papel da microbiota intestinal no desenvolvimento da síndrome metabólica: revisão narrativa

Rosario Adriana Reyes Díaz, Nidia Mercedes Cruz Lara.

CASO CLÍNICO / CLINICAL CASE / CASO CLÍNICO

Fractura humeral bilateral por deficiencia de vitamina D: reporte de un caso 55

Bilateral humeral fracture due to vitamin D deficiency: case report

Fratura umeral bilateral por deficiência de vitamina D: relato de um caso

Marcos Antonio Amezcua Gutiérrez, Nikolett Iren Medveczky Ordóñez, Jessica Garduño López, Karen Harumi López Rodríguez, José Carlos Gasca Aldama, Marcos Vidals Sánchez, Ricardo Rodríguez Villanueva, Daniel Antonio Guevara Cruz.

Información para los autores

1. Objetivo y alcance

La Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo (RNCM) es la publicación oficial de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica, cuyo primer número fue publicado en mayo 2018. Es una revista de acceso abierto y revisada por pares; y cuenta con una periodicidad trimestral en versión electrónica. La revista recibe para publicación artículos en español, inglés y portugués.

Su objetivo es publicar artículos científicos en el campo de la nutrición clínica y del metabolismo. Por lo tanto, la Revista publica artículos sobre los distintos procesos bioquímicos, en particular sobre el metabolismo energético y las regulaciones nutricionales, la terapia nutricional (nutrición enteral, nutrición parenteral, suplementos orales, suplementos vitamínicos), y la relación entre nutrición y enfermedad.

La revista está dirigida a profesionales y estudiantes de carreras afines a las áreas de la salud.

La publicación de los números de la RNCM corresponde a los siguientes periodos: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre.

La Revista publica en sus cuatro números anuales, los siguientes tipos de artículos: Artículos Originales, Casos clínicos, Revisiones, Controversias, Protocolos y Guías Clínicas, Otros.

2. Criterios para la aceptación inicial de manuscritos

Sin excepción, los manuscritos serán sometidos a una evaluación completa por el editor para la validación inicial. Los criterios para esta etapa inicial incluyen originalidad, validez de los datos, claridad de redacción, autorización del Comité de Ética e Investigación del sitio donde se realizó la investigación, solidez de las conclusiones e importancia del trabajo en el campo de la nutrición clínica y metabolismo.

La RNCM adhiere a las normas de publicación del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE, por sus siglas en inglés). Los manuscritos deberán elaborarse siguiendo sus recomendaciones, las cuales pueden encontrar en: <http://www.icmje.org/recommendations/browse/manuscript-preparation/preparing-for-submission.html>

La RNCM solo acepta escritos originales, de suerte que el envío de cualquier contribución o publicación para consideración del Comité Editorial implica que es original y que no ha sido previamente publicado ni está siendo evaluado para su publicación en otra revista. No se aceptará material previamente publicado en revistas indexadas. Las Guías o Recomendaciones clínicas nacionales o internacionales publicadas por otras revistas podrán ser publicadas con previa validación del editor y una vez sean obtenidos los permisos correspondientes para publicar. Los autores son responsables de obtener los permisos oportunos para reproducir parcialmente el material, ya sea texto, tablas o figuras, los cuales deberá adjuntar al artículo enviado a la Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo.

El Editor es el responsable de la decisión de aceptar o rechazar los artículos enviados a la Revista para su publicación.

3. Proceso de revisión por pares

Aceptación editorial del tema. El proceso de aceptación de artículos se hará en dos pasos: el primero implica la aceptación editorial del tema y contenido. En un período máximo de 30 días, a partir de la recepción del artículo, se notificará al autor corresponsal, vía electrónica si el artículo sometido cumple con las normas y los requisitos que se detallan en Lista de Chequeo para Autores.

Revisión por pares. El segundo paso consiste en una revisión de tipo doble ciego (*double-blind review*). Cada manuscrito será evaluado por dos revisores expertos en el tema investigado o revisado para evaluar la calidad científica del documento. Un tercer dictamen podrá ser solicitado para arbitrar un artículo en particular. Con dos o tres dictámenes, el editor definirá su publicación. El autor corresponsal recibirá la respuesta en un tiempo máximo de 60 días, la cual podrá ser: aceptado / no aceptado / reenviar para revisión / publicable con modificaciones.

4. Secciones de la RNCM

La Revista cuenta con las siguientes seis secciones: Editoriales, Artículo Original, Artículos de Revisión (se incluyen las Controversias), Casos Clínicos, Protocolos y Otros (se incluyen las cartas al editor, noticias de acti-

vidades de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica [ACNC], entrevistas, etc.).

5. Normas de formato y estilo

El manuscrito debe enviarse en formato Microsoft Word en español, inglés o portugués. El texto debe estar en fuente Times New Roman con 12 puntos de tamaño, Interlineado de 1,5 y márgenes de 2,54 cm en todos los lados. No se debe poner espacio adicional entre párrafos y el texto debe justificarse.

- Agregar números de línea en todo el archivo iniciando en la primera página.
- El título del manuscrito debe tener máximo 15 palabras y estar traducidos al inglés y portugués.
- El título del manuscrito NO debe ir en mayúscula ni con punto (.) al final.
- Solo se utiliza cursiva para las palabras en inglés u otro idioma dentro del texto del escrito.
- Los números de 0-9 deben ir en letra (cero, ... nueve); y de 10 en adelante deben ir en número (10, 20...).
- Los números decimales se escriben con coma (,) y con dos decimales (ej: 45,00); los enteros se escriben con punto (.)
- El signo % va separado del número (ej: 45,00 %).

6. Resumen estructurado

Todos los artículos deberán tener el resumen estructurado en español, inglés Y portugués. Deben cumplir con el siguiente formato:

- Introducción
- Objetivos
- Métodos
- Resultados
- Conclusiones
- Palabras clave (3 a 6)

La extensión máxima del resumen para todos los artículos es de 250 palabras.

Las palabras clave deben estar incluidas en el tesauro MeSH (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>) y/o DeCS (<https://decs.bvsalud.org/es/>).

7. Referencias bibliográficas

Para las referencias bibliográficas se debe usar el estilo Vancouver. Se presentarán en el texto, entre paréntesis

en superíndice, según el orden de aparición con la correspondiente numeración correlativa. Los nombres de las revistas deberán abreviarse de acuerdo con el estilo usado en el NLM catalog, disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>

NO se aceptan “observaciones no publicadas” ni “comunicación personal” como referencias válidas en esta sección. La citación de artículos originales aceptados y en proceso de publicación, se incluyen en las citas bibliográficas como [en prensa] (entre corchetes). Siempre que sea posible, proporcionar DOI y direcciones URL para las referencias.

8. Fuentes de financiación

Todos los artículos publicados en la Revista deberán declarar la fuente de financiación. Se trata de declarar las relaciones financieras con entidades en el ámbito biomédico que podrían percibirse como influyentes, o que sean potencialmente influyentes en los resultados y contenidos de los artículos. Se deberán informar todas las entidades públicas o privadas que patrocinaron o las instituciones que participaron en los fondos económicos que financiaron el trabajo de investigación. Las instituciones académicas, no necesitan ser divulgadas. Por ejemplo, si una agencia gubernamental o una universidad patrocinó un estudio sobre algún producto nutricional/farmacéutico proporcionado por una compañía farmacéutica, solo necesita enumerar la compañía farmacéutica. Es importante declarar cualquier tipo de relación económica. Si no hay ninguna fuente se debe declarar “Esta investigación no ha recibido financiación externa”.

9. Conflicto de Intereses

Un conflicto de interés es una vinculación económica o de otra naturaleza (académico, personal, intelectual) que puede afectar las opiniones, conductas o el manuscrito de un autor, editor o revisor.

Los autores deben indicar en el formato “Página de título” si existe algún conflicto de interés actual o potencial con relación a la producción del manuscrito.

Si no existen conflictos de intereses solo se debe mencionar en la carta de presentación y no se debe anexar el formato.

10. Declaración de Autoría

En la lista de autores deberá figurar únicamente aquellas personas que cumplan cada uno de los siguientes requisitos:

1. Haber participado en la concepción o diseño del trabajo; o en la adquisición, análisis o interpretación de datos
2. Haber participado en la redacción del texto y en sus posibles revisiones.
3. Haber aprobado la versión que finalmente va a ser publicada.
4. Se responsabiliza de todos los aspectos del trabajo para garantizar que las preguntas con relación a la exactitud o integridad de cualquier parte del trabajo se investigue y resuelva de manera adecuada.

La Declaración de autoría debe indicarse en el formato “Página de título”.

Ejemplo: (poner únicamente las iniciales de los autores)

Declaración de autoría: “Conceptualización, X.X. e Y.Y.; metodología, X.X.; software, X.X.; validación, X.X., Y.Y. y Z.Z.; análisis formal, X.X.; investigación, X.X.; recursos, X.X.; tratamiento de datos, X.X.; redacción del borrador original, X.X.; redacción, revisión y edición, X.X.; visualización, X.X.; supervisión, X.X.; administración del proyecto, X.X.; obtención de financiación, Y.Y. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito”. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final (por favor no modificar el texto).

Consulte CRediT taxonomy para la explicación de los términos. La autoría debe limitarse a quienes hayan contribuido sustancialmente al trabajo presentado.



Posgrados en Nutrición Clínica

Postgraduate Courses in Clinical Nutrition

Cursos de Pós-Graduação em Nutrição Clínica

Diana Trejos-Gallego*.

<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.631>

La investigación en nutrición avanza rápidamente. Cada día surgen nuevas evidencias y enfoques terapéuticos que requieren de profesionales capacitados para su implementación. La nutrición clínica es un campo dentro de la ciencia de la nutrición y de la salud que se enfoca en el estudio y la aplicación de la alimentación y la nutrición para el tratamiento y la prevención de enfermedades. En Colombia, la necesidad de profesionales capacitados en este campo es cada vez más evidente debido a la creciente conciencia de la importancia en la aplicación de este tipo de conocimiento en pro de mejores desenlaces en salud, calidad de vida y disminución de costos en la atención^(1,2).

La necesidad de esta formación se palpa en los diferentes ámbitos de atención: hospitalario, cuidado crítico, ambulatorio, domiciliario y los diferentes niveles de atención en salud. En la práctica asistencial es notoria la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles, desnutrición relacionada con la enfermedad y trastornos de la conducta alimentaria, con una población que demanda atención integral y especializada en este campo, para impactar de forma positiva en su estilo de vida^(2,3).

En este contexto, la realización de posgrados en nutrición clínica se presenta como una necesidad imperante tanto para médicos como para nutricionistas, dado que pueden garantizar la aplicación de prácticas basadas en la evidencia científica más reciente para mejorar la calidad de la atención brindada a los pacientes; además, les permite adquirir los conocimientos y las habilidades necesarias para abordar de manera efectiva los desafíos nutricionales que enfrenta la sociedad colombiana. Estos

programas deben enfocarse en desarrollar competencias a lo largo de su plan de estudios que puedan ser certificadas de acuerdo con los temas desarrollados y posibiliten su aplicación desde ese momento⁽²⁻⁴⁾.

El desarrollo de programas académicos que permitan una certificación por competencias en nutrición clínica para médicos y nutricionistas permitiría procurar una atención de calidad centrada en el paciente en el ámbito de la salud. Estas competencias abarcan desde el conocimiento profundo de los principios de la nutrición hasta la capacidad de realizar evaluaciones integrales del estado nutricional, el diseño de planes de alimentación y nutrición específicos, y el manejo de complicaciones relacionadas con la nutrición como la obesidad, las enfermedades crónicas no transmisibles y la desnutrición, entre otros eventos de salud. La formación en competencias en nutrición clínica no solo fortalece la capacidad de los profesionales para intervenir en casos de enfermedad, sino que también promueve la prevención y el tratamiento de afecciones relacionadas con la alimentación y la nutrición en la población colombiana, lo que contribuye a mejorar la salud y el bienestar de la sociedad⁽²⁻⁴⁾.



Diana Trejos-Gallego, ND, PhD
Nutricionista, Hospital Santa Sofía de Caldas, PhD. Docente de Nutrición en Especialización en Medicina Intensiva, Universidad de Manizales, Caldas, Colombia. Directora del programa de Nutrición y Dietética, Universidad Católica de Manizales. Presidente, Asociación Colombiana de Nutrición Clínica (ACNC) 2023-2025.

*Correspondencia: Diana Trejos Gallego.
dtrejosgnutricion@gmail.com



Referencias bibliográficas

1. Nava-González EJ, Apolinar-Jiménez E, Bénitez-Brito N, Pérez-Armijod P, Pérez-López A, Troncoso-Pantoja C, et al. Formación del dietista-nutricionista clínico en Latinoamérica: un espejo donde debe mirarse España. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2022;27(2):93-96. doi: 10.14306/renhyd.27.2.1957
2. León-Sanz M, Arjona-Torres M, Álvarez-Hernández J. Talento y competencias en la nutrición clínica. *Nutr. Hosp.* 2022;39(spe1):4-13. doi: 10.20960/nh.04063
3. Ferrand S, Onfray MP, Medina MG. Actualización del rol del nutricionista clínico: Estándares de práctica. *Rev Chil Nutr.* 2021;48(3):437-46. doi: 10.4067/s0717-75182021000300437
4. Mantilla GC, Ariza K, Santamaría A, Moreno S. Educación médica basada en competencias: Revisión de enfoque. *Univ. Med.* 2021;62(2):1-12. doi: 10.11144/Javeriana.umed62-2.emed



La presión de la cienciaometría no puede llevar a perder de vista la función tácita de un editor

The pressure of scientometrics cannot lead to losing sight of the tacit function of an editor

A pressão da cienciaometria não deve levar a perder de vista a função tácita de um editor

María Victoria Benjumea Rincón, ND, PhD*

<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.633>

El editor de una revista se define como aquella persona que se encarga de dirigir, coordinar, preparar, redactar, corregir y revisar una publicación especializada⁽¹⁾. De acuerdo con Vitón-Castillo⁽²⁾, el editor ocupa un escalón superior en la jerarquía editorial debido a que, además de tener los conocimientos del revisor, debe poder evaluar estratégicamente un manuscrito sometido para ser publicado, *ver la repercusión que puede traer en la calidad de la revista*, revisar la calidad de la redacción y poder controlar el flujo editorial.

Para el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Minciencias) en Colombia, un editor es la “persona encargada de coordinar la organización científico-administrativa, composición y calidades del comité editorial y del comité científico, del grupo de árbitros y de los autores, de la evaluación de los materiales que presentan a la revista y de la coordinación para su publicación. Su aporte fundamental es la de certificar el nuevo conocimiento a través de la selección y gestión ante pares que sancionan la originalidad y la calidad de los documentos sometidos.”⁽³⁾. Este responde, además, “... por las tareas propias del proceso de producción como la corrección de los manuscritos, de su eventual transformación para alcanzar una mayor claridad en la exposición de las ideas, para que se sigan las normas de calidad científica, editorial y documental que deben ser integradas por los autores, respondiendo a las finalidades que fija la revista. Esta labor puede superar la disponibilidad del editor y requerir la colaboración nece-

saria de los servicios de otros profesionales: correctores de estilo, traductores que revisen los textos cuando no han sido escritos en la lengua materna, impresores que aseguren la producción de la revista, diseñadores gráficos, web máster, entre otros.”⁽³⁾.

Todo lo definido por Minciencias, además de propender por la calidad de las revistas científicas colombianas, también permite *acceder o no* a la clasificación que realiza Publindex (sistema de indexación y homologación de revistas especializadas de ciencia, tecnología e innovación [CTI]) de las revistas que participan en sus convocatorias, tarea por demás compleja y que no siempre produce buenos resultados para las que voluntariamente se someten a esta evaluación⁽⁴⁾. Esta clasificación cobra importancia para quienes publican en ellas, puesto que también se relaciona con la visibilidad, la citación de los artículos y con los estímulos económicos para investigadores y docentes dependiendo de la categoría de la publicación en la que comparten sus manuscritos; esto limita la demanda por investigadores que buscan publicar su producción científica en las revistas mejor clasificadas en los diferentes índices bibliográficos como Scopus, Publindex, entre otros⁽⁵⁾.

Como pueden ver, *esto es un círculo no vicioso*, pero sí difícil de romper. Por consiguiente, la labor de un editor es compleja y debe llevar a cualificar día a día las publicaciones que selecciona para lograr la meta de incluir su revista en los índices bibliográficos más importantes y contribuir con la apropiación social de conocimiento de alta calidad científica.

La cienciaometría nos obliga a establecer pautas, diseñar instrumentos y definir métodos e indicadores de las

*Correspondencia: María Victoria Benjumea Rincón.
editor-rmnc@nutriclinicacolombia.org



revistas a la luz de los requisitos y los requerimientos de los índices bibliográficos de alta calidad (PubMed Central/National Library of Medicine, Scopus, entre otros)^(6,7). Ello nos permite identificar el origen geográfico de nuestros lectores/autores (**Figura 1**), analizar la relación de artículos de las distintas secciones de la

revista (**Figura 2**) y establecer tendencias temáticas, entre muchas otras variables que aporta la plataforma OJS, en la que se administra nuestra revista.

La meta de ser incluidos en Publindex, Scopus y PubMed Central/National Library of Medicine nos obliga a reevalarnos, definir límites metodológicos

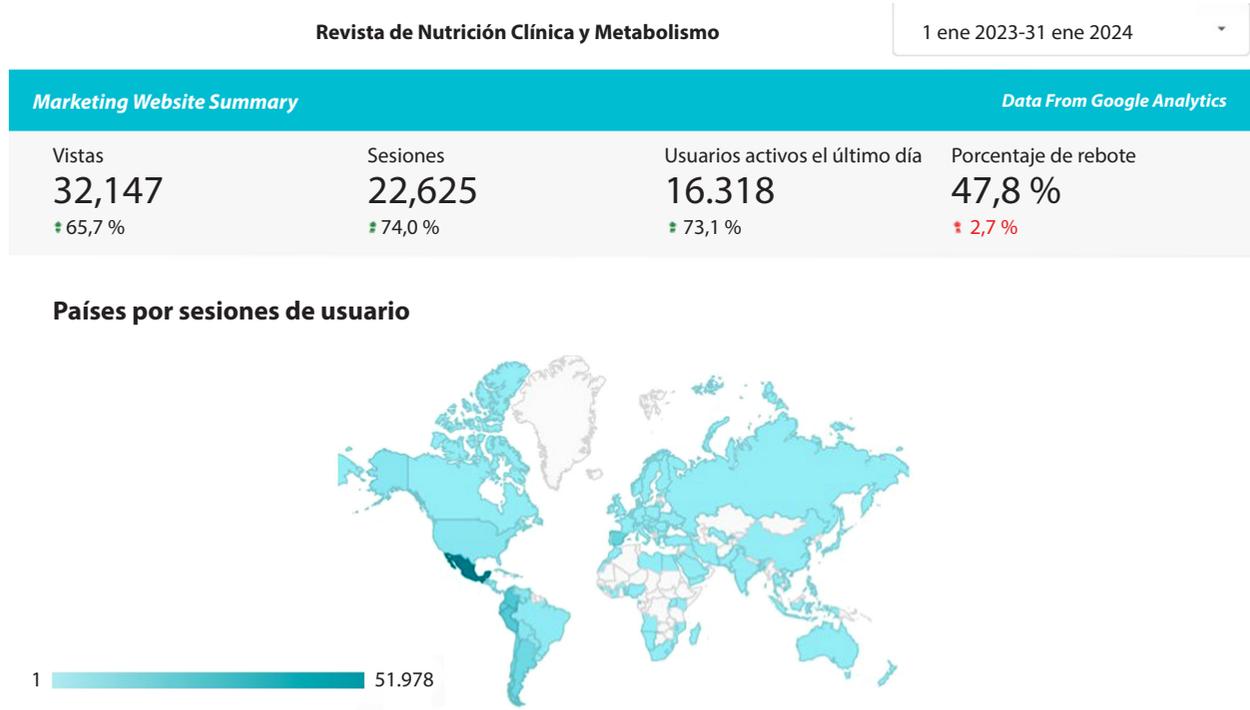


Figura 1. Origen geográfico de nuestros lectores/autores (1 de enero de 2023 al 31 de enero de 2024).

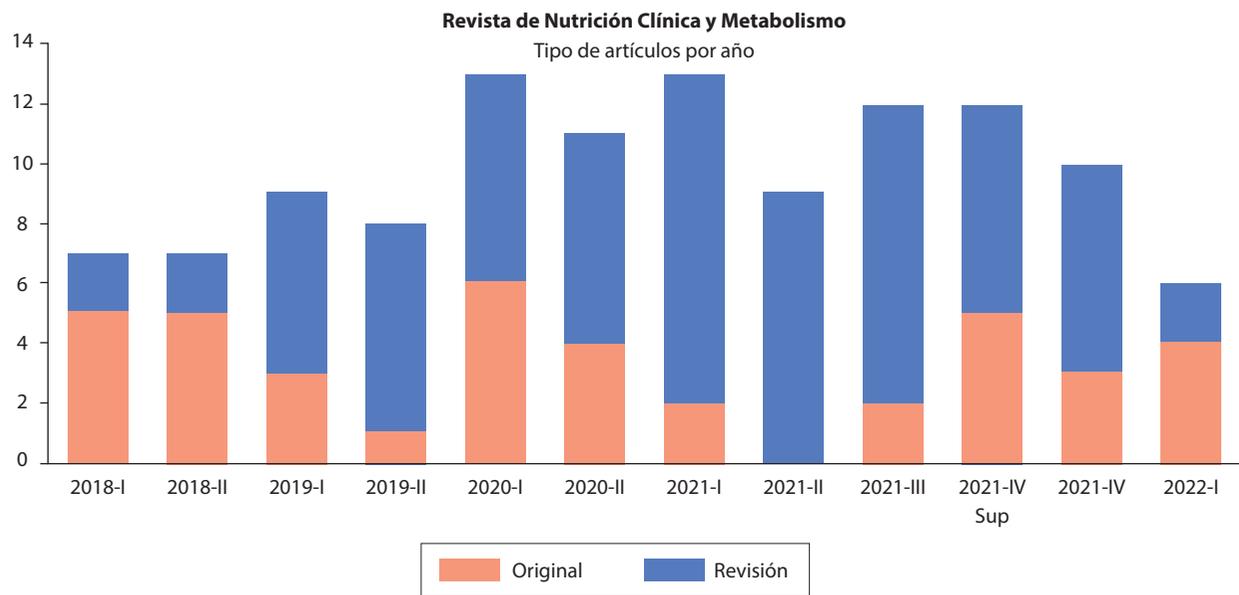


Figura 2. Relación de artículos originales frente a revisiones narrativas (2018-2022).

más estrechos para los autores y tomar decisiones relacionadas con los tipos de artículos que seleccionaremos prioritariamente a partir de este año. Por ejemplo, las revisiones narrativas que predominaban hasta la fecha serán rechazadas, con excepción de las que solicitemos desde el Comité Editorial a expertos en temáticas específicas. Ello quiere decir que, si un autor quiere publicar una revisión en nuestra revista, esta deberá ser sistemática o de alcance, tal como ya lo actualizamos en nuestra página web en las directrices para los autores.

No obstante, mi vida como docente-investigadora y mi compromiso durante los últimos 20 años de vida académica con la formación de nuevos investigadores de pre- y posgrado no me permite centrarme solo en los afanes editoriales de la cienciometría de la revista. Al contrario, la cienciometría me ayuda a orientar a los autores de manuscritos que rechazamos debido a debilidades metodológicas o por presentar revisiones narrativas sin ninguna metodología expresa. Cada rechazo es una oportunidad de ofrecer a los autores una detallada evaluación sobre las falencias y debilidades de su manuscrito para motivarlos a reelaborarlos y enviarlos nuevamente a evaluación por parte de nuestro equipo. La respuesta de la mayoría ha sido, hasta el momento, muy satisfactoria.

Al aceptar ser la editora de la *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo* de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica (ACNC), me comprometí con su cualificación –sin desconocer el avance encontrado hasta la fecha– para lo cual cuento con un equipo excelente de asesores; además, junto con la presidenta de la ACNC aprovecharemos cada oportunidad que se nos presente para contribuir con la formación investigativa de los profesionales de la salud que trabajan en nutrición clínica y quieren cualificarse en investigación y escritura de artículos científicos. Vale la pena aclarar que esto no

nos compromete con la aceptación de los manuscritos enviados a evaluación de la revista para su publicación, pues cada uno pasa, al menos, por dos rondas externas de evaluación a ciegas.



María Victoria Benjumea Rincón,
ND, PhD
Editora
Revista de Nutrición Clínica
y Metabolismo. Asociación
Colombiana de Nutrición Clínica.

Referencias bibliográficas

1. Navarro FA. ¿Qué es un editor? *Rev Esp Cardiol*, 2019;72:364. doi: 10.1016/j.recesp.2018.11.003
2. Vitón-Castillo AA. Necesidad de la formación de editores y revisores de revistas científicas desde el pregrado. *Educ Méd* 2021;22(1):55-8. doi: 10.1016/j.edumed.2019.11.003
3. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. [Internet]. Editor. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://minciencias.gov.co/glosario/editor>
4. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. [Internet]. Publindex. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://scienti.minciencias.gov.co/publindex/#/noticias/lista>
5. Millán JD, Polanco F, Ossa JC, Béria JS, Cudina JN. La cienciometría, su método y su filosofía: Reflexiones epistémicas de sus alcances en el siglo XXI. *Rev Guillermo de Ockham*. 2017;15(2):17-27. doi: 10.21500/22563202.3492
6. Scopus Preview. [Internet]. Welcome to Scopus Preview. 2024 [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.scopus.com/home.uri>
7. National Library for Medicine, PubMed Central. For Publishers. 2022 [Internet]. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/pub/pubinfo/>



Caracterización de la desnutrición aguda en menores de 5 años diagnosticados en el Hospital Regional de la Orinoquía

Characterization of acute malnutrition in children under 5 years of age diagnosed at the Hospital Regional de la Orinoquía

Caracterização da desnutrição aguda em crianças menores de 5 anos de idade diagnosticadas no Hospital Regional da Orinoquia

María Alejandra Mora Hernández¹, Nicolle Geraldine Gross Ramírez¹, Daniela Arias Mariño², Lorena García Agudelo², Mónica Liseth Holguín Barrera², Alejandro Rojas Urrea^{2*}

Recibido: 20 de septiembre de 2023. Aceptado para publicación: 12 de noviembre de 2023.

Publicado en línea: 13 de noviembre de 2023.

<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.582>

Resumen

Introducción: la desnutrición infantil afecta con mayor gravedad a la población menor de cinco años y su diagnóstico, tratamiento y seguimiento deben seguir el lineamiento para el manejo integrado de la desnutrición aguda en menores de cero a 59 meses de edad (Resolución 2350 de 2020).

Objetivo: realizar una caracterización de la desnutrición aguda en menores de cinco años diagnosticados en el hospital y verificar la adherencia al lineamiento de manejo.

Material y métodos: se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, y se recolectaron las fichas de notificación Sistema de Vigilancia de Salud Pública (SIVIGILA) de enero de 2017 a agosto 2021 en el Hospital Regional de la Orinoquía. La base de datos se registró en Excel versión 2013 y fue analizada en SPSS versión 22.

Resultados: se obtuvieron datos de 146 niños y niñas con desnutrición confirmada (58,22 % de sexo masculino); 78,77 % procedentes de cabecera municipal y 19,86 % pertenecientes a etnias indígenas. Solamente 45,97 % de los casos que requieren toma de perímetro braquial tuvieron dicha medición, 42,47 % de los casos recibieron menos de seis meses de lactancia materna, 26,03 % inició alimen-

Summary

Introduction: child malnutrition most severely affects the population under five years of age. Its diagnosis, treatment, and follow-up should follow the guidelines for the integrated management of acute malnutrition in children aged zero to 59 months (Resolution 2350 of 2020).

Objective: we did a characterization of acute malnutrition in children under five years of age diagnosed in the hospital and verified adherence to management guidelines.

Materials and methods: an observational, descriptive, and retrospective study was conducted. Public Health Surveillance System (SIVIGILA) notification forms were collected from January 2017 to August 2021 in the Hospital Regional de la Orinoquía. The database was recorded in Excel version 2013 and analyzed in SPSS version 22.

Results: data of 146 children with confirmed malnutrition were obtained (58.22 % male), 78.77 % were from the municipal capital, and 19.86 % belonged to indigenous ethnic groups. Only 45.97 % of the cases requiring brachial perimeter measurement had such measure; 42.47 % of the cases received less than six months of breastfeeding; 26.03 % started complementary feeding before six months of age;

Resumo

Introdução: a desnutrição infantil afeta com maior severidade a população com menos de cinco anos, seu diagnóstico, tratamento e acompanhamento devem seguir as diretrizes para o manejo integrado da desnutrição aguda em crianças de zero a 59 meses de idade (Resolução 2350 de 2020).

Objetivo: caracterizar a desnutrição aguda em crianças menores de cinco anos de idade diagnosticadas no hospital e verificar a adesão às diretrizes de tratamento.

Material e métodos: foi realizado um estudo observacional, descritivo e retrospectivo. Foram coletados os formulários de notificação do Sistema de Vigilância em Saúde Pública (SIVIGILA) de janeiro de 2017 até agosto de 2021 no Hospital Regional da Orinoquía. O banco de dados foi registrado no Excel versão 2013 e analisado no SPSS versão 22.

Resultados: 146 crianças tinham desnutrição confirmada, 58,22% do sexo masculino; 78,77% procedentes da cabecera municipal, 19,86% de etnia indígena; apenas 45,97% dos casos que exigiam a medição da circunferência do braço foram medidos; 42,47% dos casos receberam menos de seis meses de amamentação; o 26,03% iniciaram a alimentação complementar antes dos seis meses de idade;



tación complementaria antes de los seis meses de edad; 14,4 % tuvo manejo terapéutico indicado por la Resolución 2350 de 2020 y la letalidad fue de 1,4 %.

Conclusiones: se evidenció una baja medición de perímetro braquial, así como baja adherencia a los lineamientos para diagnóstico y tratamiento de desnutrición aguda. Mayores estudios para caracterizar la población e intervenir en factores de riesgo evidenciables, como la baja educación materna o la pobre lactancia materna, podrían disminuir las tasas de desnutrición.

Palabras clave: desnutrición aguda grave; desnutrición proteico-calórica, kwashiorkor, Colombia.

14.4 % received therapeutic management as indicated by Resolution 2350 of 2020; the case fatality rate was 1.4 %.

Conclusions: there was evidence of low measurement of the brachial perimeter in situations where it was indicated, as well as low adherence to guidelines for the diagnosis and treatment of acute malnutrition. Further studies to characterize the population and intervene in evident risk factors, such as low maternal education or poor breastfeeding, will help reduce malnutrition rates.

Keywords: severe acute malnutrition; protein-energy malnutrition; kwashiorkor; Colombia.

14,4% receberam tratamento terapêutico conforme indicado pela resolução 2350 de 2020; a taxa de mortalidade dos casos foi de 1,4 %.

Conclusões: foi evidenciada uma baixa medição da circunferência do braço, bem como baixa adesão às diretrizes para o diagnóstico e tratamento da desnutrição aguda. Estudos adicionais para caracterizar a população e intervir em fatores de risco evidentes, como a baixa educação materna ou amamentação deficiente, permitirão reduzir as taxas de desnutrição.

Palavras-chave: desnutrição aguda severa; desnutrição proteico-calórica; kwashiorkor; Colômbia.

¹ Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio, Colombia.

² Hospital Regional de la Orinoquía. Yopal, Colombia

*Correspondencia: Alejandro Rojas Urrea.
investigacion@horo.gov.co

PUNTOS CLAVE

- La desnutrición (DNT) infantil es una condición resultante del déficit calórico y/o nutricional, con un alto riesgo en la morbimortalidad y que afecta con mayor gravedad a la población menor de cinco años.
- Es necesario realizar una valoración antropométrica y clínica completa para el correcto diagnóstico de la DNT aguda y la clasificación de su gravedad.
- El manejo puede realizarse de manera ambulatoria o intrahospitalaria, dependiendo de las características clínicas de cada paciente.
- Para la adecuada recuperación de estos pacientes es necesario el conocimiento sobre las fórmulas terapéuticas y sus posibles complicaciones, las medidas preventivas, los protocolos de adherencia y el seguimiento nutricional establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de cada país.

INTRODUCCIÓN

La desnutrición (DNT) infantil es una condición resultante del déficit calórico y/o nutricional, lo que genera un deterioro de la función corporal al alterar de manera sistémica procesos vitales. Tiene mayor impacto en la población menor de cinco años, en la cual se presenta un alto grado de gravedad. Por lo tanto, es de vital importancia conocer esta enfermedad para realizar su correcto diagnóstico y respectivo manejo⁽¹⁾.

Según la última Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2015) la DNT aguda es responsable del 4,7 % de todas las muertes de los menores de cinco años en el mundo; a nivel nacional, la prevalencia de DNT aguda en niños de cero a cuatro años es de 1,6 %^(2,3). Según el último boletín epidemiológico del departamento de Casanare, para 2020 se notificaron 119 casos y durante 2021 hasta la semana epidemiológica número 30 se han notificado 172 casos⁽⁴⁾. La Resolución 2350 de 2020 es un documento que tiene como propósito enseñar y guiar al profesional de la salud en el manejo integral de esta patología. El lineamiento se centra en este tipo de desnutrición por ser la que presenta nueve veces más riesgo de mortalidad en comparación con el menor sano^(1,5).

Para clasificar la DNT en menores de cinco años en la atención individual se usan los siguientes indicadores antropométricos: peso para la talla (P/T) y talla/longitud para la edad (T/E), además se interpretan con los puntos de corte definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y adoptados por Colombia mediante la Resolución 2465 de 2016^(1,6,7). Existen tres tipos de DNT: la primera y más infrecuente es la deficiencia de micronutrientes (es más común la deficiencia de vitamina A, vitamina D, vitamina B₁₂, hierro, yodo y zinc, sin déficit proteico-calórico); la segunda es el retraso en la talla (antiguamente llamada DNT crónica), la cual se define cuando el puntaje Z del indicador T/E se encuentra por debajo de -2 desviaciones estándar (DE); por último, la DNT aguda que se define

cuando el puntaje Z del indicador P/T se encuentra por debajo de $-2 DE^{(1,5,6)}$ y se subdivide en DNT aguda moderada (cuando el puntaje Z del indicador P/T es menor a $-2 DE$ y mayor o igual a $-3 DE$, y se caracteriza por algún grado de emaciación o delgadez) y en DNT aguda grave (cuando el puntaje Z del indicador P/T es menor a $-3 DE$ o cuando se presenta edema bilateral de origen nutricional que puede llegar a anasarca)⁽⁶⁾.

La DNT aguda grave puede presentar tres manifestaciones clínicas: *Kwashiorkor*, marasmo y un evento mixto conocido como *marasmo-kwashiorkor*. En la primera, también llamada desnutrición proteico-calórica, puede haber aporte energético pero no hay aporte proteico, por lo cual se presenta hipoalbuminemia y se caracteriza por palidez conjuntival, queilosis, hepatomegalia, lesiones en la piel, signo de bandera (cambios de coloración en el cabello), edema y ascitis que puede llegar a anasarca⁽⁸⁾. La segunda se caracteriza por delgadez extrema secundaria al agotamiento de las reservas musculares y grasas, así como pérdida de tejido subcutáneo; a nivel nutricional se conoce como “huesos forrados en piel” y se asocia con ingesta deficiente de proteínas y micronutrientes, por lo que también es conocida como desnutrición calórico-proteica. La tercera manifestación se presenta cuando se acentúa la pérdida de albúmina y, por ende, la presión oncótica disminuye en el niño, quien presenta emaciación extrema, generalmente secundaria a una infección concurrente^(1,3,6).

Según el lineamiento de atención de la DNT aguda, existen dos fórmulas terapéuticas para su manejo: la primera es la Fórmula Terapéutica Lista para el Consumo (FTLC), que se indica para manejo ambulatorio del mayor de seis meses y durante la etapa del egreso hospitalario una vez se resuelvan o controlen sus comorbilidades. La segunda es la Fórmula para Reconstituir (F-75), que se ordena en el manejo intrahospitalario de menores entre cero y 59 meses⁽¹⁾. Adicionalmente, todos los menores que han sido diagnosticados con DNT deben continuar seguimiento ambulatorio, y todas las IPS deben realizar seguimiento de la adherencia del lineamiento de atención y prevención⁽¹⁾. Así mismo, el personal de salud debe fortalecer la práctica de lactancia materna como pilar fundamental de manejo y supervivencia⁽⁹⁾.

El objetivo del estudio es realizar una caracterización de la DNT aguda en menores de cinco años diagnosticados en un hospital de segundo nivel (Hospital Regional de la Orinoquía), y verificar la adherencia al lineamiento de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.

Participantes

Se incluyó a toda la población menor de cinco años con diagnóstico de DNT atendida en el Hospital Regional de la Orinoquía ESE. Se realizó una revisión de 160 historias clínicas en el período del 15 al 22 de septiembre de 2021, teniendo en cuenta los criterios de inclusión: ser menor de cinco años, diagnósticos de DNT identificados con los códigos de la CIE-10. Se llevó a cabo la revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) correspondientes (E46x, E441, E440, E46x) y de la clasificación nutricional de DNT aguda según el puntaje Z de P/T menor a $-2 DE$, de acuerdo con los parámetros de la Resolución 2350 de 2020⁽¹⁾. Así mismo, se evaluó el perímetro del brazo y se aceptó el punto de corte menor de 11,5 cm propuesto en la Resolución 2465 de 2016 como crítico. Se excluyeron 16 registros que no cumplieron los criterios de inclusión, con lo que se obtuvieron 146 pacientes de estudio.

Procedimientos

Previo a la recolección de datos se presentó el proyecto ante el Comité de Ética en Investigación en Salud del hospital y se contó con el aval para la revisión de las historias clínicas. Para la recolección de los datos se identificaron los pacientes mediante los códigos CIE-10 correspondientes (E46x, E441, E440, E46x), y la lista de pacientes confirmados con DNT en las fichas de notificación del evento 113 en el SIVIGILA.

Posteriormente se realizó la revisión de las historias clínicas, lo cual estuvo a cargo de todos los investigadores participantes del proyecto. Para evitar el sesgo de información, se contó con un cuestionario de recolección de datos que contenía las variables seleccionadas y agrupadas en tres grupos:

- sociodemográficas: edad, sexo, procedencia y pertenencia étnica;
- clínicas: perímetro braquial, edema, delgadez, albúmina en sangre, presencia de complicaciones o comorbilidades;
- manejo de fórmulas terapéuticas.

Durante la revisión de las historias clínicas se fueron eliminando aquellas que no cumplían con los criterios de selección previamente mencionados.

Finalizada la selección de las historias, se construyó una base de datos en Excel versión 2013 y se analizaron los datos en el paquete estadístico SPSS versión 22. El análisis univariado se realizó por medio de un estadístico descriptivo determinando frecuencias absolutas y relativas en las variables categóricas. En el caso de las variables cuantitativas, se calcularon medidas de tendencia central (media y mediana) y medidas de dispersión (DE y rango intercuartílico [RIC]) según la distribución de la variable.

Declaración sobre aspectos éticos

El proyecto fue avalado por el Comité de Ética en Investigación en Salud (CEIS) del Hospital Regional de la Orinoquía ESE mediante el acta 006 de 2022. Los investigadores se comprometieron a preservar la información encontrada en cada historial clínico y solamente se utilizó con los fines investigativos para el proyecto.

RESULTADOS

El número total de casos incluidos fue de 146; de estos, el 15,07 % era menor de seis meses y el 84,93 % restante mayor a seis meses. La media de edad fue de $14,31 \pm 10,6$ meses (IC 95 % 12,59-16,03) y la mediana de 12 meses. El 58,22 % de los casos correspondió al sexo masculino. El 78,77 % residía en la cabecera municipal, el 17,81 % en el área rural dispersa y el 3,42 % en el centro poblado.

El 80,14 % no refirió pertenencia étnica y el 19,86 % se reconoció como indígena. Se evidenció un descenso anual en el número de casos entre 2017 y 2020, y un leve incremento durante 2021 (semana 1-33) (**Tabla 1**).

La media del peso actual fue de $7,38 \pm 2,33$ kg (IC 95 % 7,00-7,76) y la mediana de 7,2. La media de talla fue de $75,83 \pm 12,49$ cm (IC 95 % 73,80-77,86) y la mediana de 75,25 cm. La media de la puntuación Z del P/T en niños y niñas de cero a cinco años fue de -3,20 DE y la mediana de -2,95. El perímetro braquial -PB- fue medido en el 45,97 % de los niños que aplicaban para medición; 6,42 % tenía un PB menor de 11,5 cm. En lo que respecta a los signos clínicos, la delgadez fue la más frecuente (65,07 %), seguida de la palidez palmar o de mucosas y la piel seca y áspera, con 56,85 % y 35,63 %, respectivamente (**Tabla 2**).

El nivel educativo mayormente reportado de la madre fue secundaria (44,52 %), seguido de primaria (32,19 %); ningún tipo de estudio se encontró en el 16,44 % y los estudios técnicos fueron del 4,79 %; solamente 2,05 % de las madres de los niños tenía un título universitario. El 42,47 % de las madres refirió haber durado menos de seis meses lactando a sus hijos, y el 26,03 % inició alimentación complementaria antes de los seis meses de edad. La evaluación de albúmina se realizó en menos del 50 % de los pacientes con esta indicación. La letalidad de este estudio fue de 1,4 %. La adherencia de la institución al lineamiento para el manejo integrado de la DNT aguda en menores de cero a 59 meses de edad (Resolución 2350 de 2020)⁽¹⁾ fue de 14,4 (IC 95 % 8,55-20,55) (**Tabla 3**).

Tabla 1. Variables sociodemográficas de la población

Variable	Categoría	2017 (n)	2018 (n)	2019 (n)	2020 (n)	2021 hasta semana 33 (n)	Total (n)	%
Edad	<6 meses	8	1	4	5	4	22	15,07
	>6 meses	38	34	17	15	20	124	84,93
Sexo	Femenino	20	16	8	8	9	61	41,78
	Masculino	26	19	13	12	15	85	58,22
Área de residencia	Cabecera municipal	29	25	18	19	24	115	78,77
	Rural disperso	14	9	3	0	0	26	17,81
	Centro poblado	3	1	0	1	0	5	3,42
Pertenencia étnica	Otro	39	31	20	5	22	117	80,14
	Indígena	7	4	1	15	2	29	19,86

Tabla 2. Variables clínicas estudiadas

Variable	Categoría	2017	2018	2019	2020	2021 hasta la semana 33	Total	%
Perímetro braquial en mayores de 6 meses	<11,5 cm	1	2	0	0	5	8	6,45
	>11,5 cm	0	16	4	14	15	49	39,52
	Sin información	37	16	13	1	0	67	54,03
Edema	Presente	8	0	1	2	2	13	8,90
	Ausente	38	35	20	18	22	133	91,10
Delgadez	Presente	23	28	14	11	19	95	65,07
	Ausente	23	7	7	9	5	51	34,93
Piel seca y áspera	Presente	13	22	5	5	7	52	35,62
	Ausente	33	13	16	15	17	94	64,38
Hiperpigmentación de la piel	Presente	12	15	6	3	5	41	28,08
	Ausente	34	20	15	17	19	105	71,92
Cambios en el cabello	Presente	7	9	7	4	10	37	25,34
	Ausente	39	26	14	16	14	109	74,66
Palidez palmar o de mucosas	Presente	17	29	10	12	15	83	56,85
	Ausente	29	6	11	8	9	63	43,15

Tabla 3. Variables de la madre y patrones de alimentación del lactante

Variable	Categoría	2017 (n)	2018 (n)	2019 (n)	2020 (n)	2021 hasta la semana 33 (n)	Total	
							(n)	%
Nivel educativo de la madre	Primaria	17	9	8	7	6	47	32,19
	Secundaria	14	22	7	10	12	65	44,52
	Técnico	3	2	0	0	2	7	4,79
	Universitario	3	0	0	0	0	3	2,05
	Ninguno	9	2	6	3	4	24	16,44
Duración de la lactancia materna	<6 meses	15	13	16	8	10	62	42,47
	6 a 12 meses	29	19	4	12	13	77	52,74
	>12 meses	2	3	0	0	1	6	4,11
	Sin información	0	0	1	0	0	1	0,68
Edad de inicio de la alimentación complementaria	Antes de los 6 meses	17	16	1	0	4	38	26,03
	Entre los 6 a 12 meses	29	18	8	12	14	81	55,48
	Después de los 12 meses	0	1	0	0	0	1	0,68
	Sin información	0	0	12	8	6	26	17,81

DISCUSIÓN

La OMS estima que 155 millones de niños menores de cinco años en países en desarrollo sufren retraso en el crecimiento, 52 millones emaciación y 17 millones emaciación grave, lo cual se mantiene como una de las principales causas de muerte en este grupo poblacional en países de bajos y medianos ingresos⁽¹⁰⁻¹³⁾. Al ser una problemática de salud pública, se requiere de la aplicación y el cumplimiento de políticas para disminuir la morbimortalidad; en nuestro país, la Resolución 2350 de 2020 dispone de los lineamientos técnicos para el manejo integral de la DNT en niños entre cero a 59 meses⁽¹⁾. El presente estudio encontró 146 casos de DNT aguda confirmada con un puntaje Z menor a -2 DE; las características sociodemográficas de los casos fueron similares a las reportadas a nivel nacional hasta la semana 30 de 2021 por parte del Instituto Nacional de Salud (INS)⁴, el cual encontró más hombres que mujeres, la delgadez como el principal síntoma clínico y un porcentaje similar de población identificado como indígena.

Para el correcto diagnóstico de la DNT es necesario realizar una valoración antropométrica y clínica completa; en el examen físico se evalúan todos los signos clínicos de la DNT como delgadez, cambios en la piel y el cuero cabelludo, palidez, medición del perímetro braquial y la presencia o no de edema; este último se clasifica por grados según su gravedad: el edema leve se presenta únicamente en los pies; el edema moderado se presenta en los pies, las manos y parte de las piernas y los brazos; y el edema grave es generalizado e incluye pies, piernas y manos⁽¹⁴⁾. La clasificación del edema es uno de los criterios para definir el escenario de manejo de la DNT, por lo que no se debe omitir su medición. Según los datos obtenidos, solo el 8,90 % de los menores presentó edema; sin embargo, en ninguno se clasificó su gravedad. Respecto al resto de variables clínicas, la delgadez fue la más frecuente en el 65,07 % de los casos, seguida de la anemia detectada por palidez palmar o de mucosas en el 58,85 % de los casos; mientras que los hallazgos clínicos menormente reportados fueron el edema y un perímetro braquial menor a 11,5 cm en el 6,45 % de los casos que cumplían con los criterios para su medición. El perímetro braquial es un indicador antropométrico indispensable en la valoración nutricional de todo menor entre seis y 59 meses de edad; una medición menor de 11,5 cm representa un riesgo de mortalidad por DNT más elevado⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Sin embargo, en el presente estudio, en más del 50 % de las historias clínicas revisadas no se realizó dicha medición.

El manejo de los niños con diagnóstico de DNT aguda puede realizarse en un escenario ambulatorio o intrahospitalario. Este último se elige cuando se presenten condiciones que aumenten su morbimortalidad, las cuales incluyen los siguientes criterios: perímetro braquial menor a 11,5 cm, edad menor de seis meses, peso menor de cuatro kg en mayores de seis meses, edema nutricional grave o presencia de complicaciones como letargo, inconsciencia, hipoactividad o convulsión, o comorbilidades asociadas con una alteración en el sistema inmune que los hace más propensos a infecciones entéricas, urinarias y respiratorias; otras complicaciones pueden incluir anemia, alteraciones hidroelectrolíticas y cutáneas^(1,18-20). Si no presenta estos criterios, se podrá dar manejo ambulatorio⁽¹⁾. En el presente estudio se documentó la presencia de anemia detectada clínicamente por palidez palmar o de mucosas en el 56,85 % de los casos y desafortunadamente se presentó una letalidad del 1,4 % debido a la presentación de diversas complicaciones.

Yazew y colaboradores en 2019 realizaron una revisión de la literatura y un metaanálisis estimando la tasa de recuperación en niños con DNT aguda grave tratados con alimentación terapéutica en Etiopía, con un resultado del 72 %, en contraposición con lo evidenciado en diversos estudios de países de bajos y medianos ingresos en los que la tasa fue del 50 %; esto aún se encuentra lejos de los estándares internacionales en los que la tasa de recuperación nutricional entre los niños con DNT aguda grave debería ser mayor del 75 %⁽²¹⁾. Para la adecuada recuperación de estos pacientes es necesario el conocimiento sobre las fórmulas terapéuticas y sus posibles complicaciones, las medidas preventivas, los protocolos de adherencia y el seguimiento nutricional establecido por la OMS y de cada país⁽²²⁻²⁴⁾. En este estudio se encontró que la adherencia de la institución al lineamiento para el manejo integrado de la DNT aguda en menores de cero a 59 meses de edad (Resolución 2350 de 2020), pacientes atendidos en el Hospital Regional de la Orinoquía, fue del 14,4 %, IC del 95 % (8,55-20,55).

El presente estudio contó con algunas limitaciones: la primera fue el registro de los datos en las historias clínicas y el seguimiento a los pacientes, por cuanto algunos pacientes se encontraron con datos incompletos. Al conocer el manejo médico que reciben los niños y niñas con diagnóstico de DNT mediante los registros clínicos de historias, se identificaron fallas en la adherencia al tratamiento y se realizaron planes de mejora con el personal de salud a cargo involucrando a la alta

dirección y a la subgerencia de prestación de servicios para capacitar y actualizar al personal a cargo de los pacientes, y generar un diagnóstico oportuno y, sobre todo, el manejo indicado para los niños.

CONCLUSIONES

La DNT aguda es una urgencia vital que presenta un alto riesgo de morbilidad; la adherencia clínica y terapéutica a los lineamientos realizando un correcto abordaje diagnóstico es responsabilidad del personal de salud, y la verificación de su cumplimiento les corresponde a las instituciones de salud. Se evidenció una baja medición de perímetro braquial en situaciones en las que está indicado, así como una baja adherencia a los lineamientos para el diagnóstico y el tratamiento de DNT. El diagnóstico, manejo y seguimiento de la DNT aguda resulta ser un desafío para el profesional de la salud; sin embargo, una oportuna medición de los datos antropométricos de buena calidad y con los equipos debidamente calibrados desempeña un papel importante para reducir la morbilidad. Más estudios para caracterizar a la población e intervenir en los factores de riesgo evidenciables, como la baja educación materna o la pobre lactancia materna, contribuirán con la disminución de las tasas de desnutrición.

Agradecimientos

A la Dra. Lilibian Hernández, referente de Nutrición de la Secretaría Departamental del Meta, por la asesoría durante el desarrollo de la investigación. También al Hospital Regional de la Orinoquía ESE por permitirnos la realización del proyecto.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

El presente estudio no tuvo financiación.

Declaración de autoría

Mora Hernández y Gross Ramírez contribuyeron a la concepción de la investigación y adquisición de los datos; Rojas Urrea y Arias Mariño contribuyeron al diseño de la investigación y al análisis de los datos; García Agudelo y Holguín Barrera contribuyeron a la

interpretación de los datos; Mora Hernández, Gross Ramírez, Rojas Urrea y Arias Mariño participaron en la redacción del manuscrito; García Agudelo y Holguín Barrera contribuyeron a la redacción y revisión del manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y la precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Referencias bibliográficas

1. Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad Nacional de Colombia, UNICEF. Resolución 2350 [Internet]. Colombia; 2020 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/lineamiento-manejo-desnutricion-resolucion-2350.pdf>
2. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. ENSIN: Encuesta Nacional de Situación Nutricional [Internet]. Colombia; 2015 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional#ensin3>
3. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 31 [Internet]. Colombia; 2021 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2021_Boletin_epidemiologico_semana_31.pdf
4. Secretaría de Salud de Casanare. Boletín epidemiológico Semanal Casanare, Semana 30 [Internet]. Colombia; 2021 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.casanare.gov.co/Dependencias/Salud/BoletinesEpidemiologicos/Boletin%20Semana%2030-21.pdf>
5. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública, Desnutrición aguda, moderada y severa en menores de cinco años [Internet]. Bogotá; 2016 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://webhistorico.subredsu-occidente.gov.co/sites/default/files/documentos/PRO%20Desnutricion%20en%20menores%20de%20cinco%20a%C3%B1os.pdf?width=800&height=800&iframe=true>
6. Organización Panamericana de la Salud. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2020: Seguridad alimentaria y nutricional para los territorios más rezagados [Internet]. 2020 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://reliefweb.int/report/world/panorama-de-la-seguridad-alimentaria-y-nutricional-en-am-rica-latina-y-el-caribe-2020>
7. Instituto Nacional de Salud. Desnutrición Aguda Moderada y Severa en menores de Cinco Años [Internet]. Bogotá; 2018 [consultado el 14 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/DESNUTRICI%C3%93N%20AGUDA,%20MODERADA%20Y%20SEVERA%20EN%20MENORES%20DE%20CINCO%20A%C3%91OS_2018.pdf

8. Ramírez D, Delgado G, Hidalgo CA, Pérez J, Gil M. Using of WHO guidelines for the management of severe malnutrition to cases of marasmus and kwashiorkor in a Colombia children's hospital. *Nutri Hosp*. 2011;26(5):977-83.
9. Bhatnagar S, Kumar R, Dua R, Basu S, Kumar P. Outcome of children with severe acute malnutrition and diarrhea: A cohort study. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2019;22(3):242-8. doi: 10.5223/pghn.2019.22.3.242
10. Verma P, Prasad JB. Stunting, wasting and underweight as indicators of under-nutrition in under five children from developing Countries: A systematic review. *Diabetes Metab Syndr*. 2021;15(5):102243. doi: 10.1016/j.dsx.2021.102243
11. Fenta HM, Tesfaw LM, Derebe MA. Trends and determinants of underweight among under-five children in Ethiopia: Data from EDHS. *Int J Pediatr*. 2020;2020:3291654. doi: 10.1155/2020/3291654
12. Hossain M, Chisti MJ, Hossain MI, Mahfuz M, Islam MM, Ahmed T. Efficacy of World Health Organization guideline in facility-based reduction of mortality in severely malnourished children from low and middle income countries: A systematic review and meta-analysis. *J Paediatr Child Health*. 2017;53(5):474-9. doi: 10.1111/jpc.13443
13. Organización Mundial de la Salud. Malnutrición [Internet]. 2021 [consultado el 16 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
14. Itaka MB, Omole OB. Prevalence and factors associated with malnutrition among under 5-year-old children hospitalized in three public hospitals in South Africa. *Afr J Prim Health Care Fam Med*. 2020;12(1):e1-7. doi: 10.4102/phcfm.v12i1.2444
15. Wondim A, Tigabu B, Kelkay MM. Time to recovery from severe acute malnutrition and its predictors among admitted children aged 6-59 months at the therapeutic feeding center of Pawi General Hospital, northwest Ethiopia: A retrospective follow-up study. *Int J Pediatr*. 2020;2020:8406597. doi: 10.1155 / 2020/8406597
16. Marshall SK, Monárrez-Espino J, Eriksson A. Performance of mid-upper arm circumference to diagnose acute malnutrition in a cross-sectional community-based sample of children aged 6-24 months in Niger. *Nutr Res Pract*. 2019;13(3):247-55. doi: 10.4162/nrp.2019.13.3.247
17. Schwinger C, Golden MH, Grellety E, Roberfroid D, Guesdon B. Severe acute malnutrition and mortality in children in the community: Comparison of indicators in a multi-country pooled analysis. *PLoS One*. 2019;14(8):e0219745. doi: 10.1371/journal.pone.0219745
18. McDonald CM, Olofin I, Flaxman S, Fawzi WW, Spiegelman D, Caulfield LE, et al. The effect of multiple anthropometric deficits on child mortality: meta-analysis of individual data in 10 prospective studies from developing countries. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(4):896-901. doi: 10.3945/ajcn.112.047639
19. Grenov B, Lanyero B, Nabukeera-Barungi N, Namusoke H, Ritz C, Friis H, et al. Diarrhea, dehydration, and the associated mortality in children with complicated severe acute malnutrition: A prospective cohort study in Uganda. *J Pediatr*. 2019;210:26-33.e3. doi: 10.1016/j.jpeds.2019.03.014
20. Heilskov S, Vestergaard C, Babirekere E, Ritz C, Namusoke H, Rytter M, et al. Characterization and scoring of skin changes in severe acute malnutrition in children between 6 months and 5 years of age. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2015;29(12):2463-9. doi: 10.1111/jdv.13328
21. Yazew KG, Kassahun CW, Ewnetie AW, Mekonen HK, Abagez ES. Recovery rate and determinants of severe acute malnutrition children treatment in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2019;8(1):323. doi: 10.1186/s13643-019-1249-4
22. Tickell KD, Denno DM. Efficacy of world health organization guideline in facility-based reduction of mortality in severely malnourished children from low and middle income countries. *J Paediatr Child Health*. 2017;53(9):925. doi: 10.1111/jpc.13637
23. Pulcini CD, Zettle S, Srinath A. Refeeding syndrome. *Pediatr Rev*. 2016;37(12):516-23. doi: 10.1542/pir.2015-0152
24. Friedli N, Stanga Z, Culkin A, Crook M, Laviano A, Sobotka L, et al. Management and prevention of refeeding syndrome in medical inpatients: An evidence-based and consensus-supported algorithm. *Nutrition*. 2018;47:13-20. doi: 10.1016/j.nut.2017.09.007.



Características estructurales, demográficas, clínicas y nutricionales de unidades de cuidados intensivos de Colombia: *nutritionDay* 2021

Structural, demographic, clinical and nutritional characteristics of intensive care units in Colombia: nutritionDay 2021

Características estruturais, demográficas, clínicas e nutricionais das unidades de cuidados intensivos na Colômbia: nutritionDay 2021

Angélica María Pérez-Cano*¹, Janeth Barbosa², Ricardo Alfonso Merchán-Chaverra³.

Recibido: 3 de noviembre de 2023. Aceptado para publicación: 12 de noviembre de 2023.
Publicado en línea: 13 de noviembre de 2023.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.592>

Resumen

Introducción: desde 2006, la encuesta del *nutritionDay* liderada por la European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) y la Universidad de Viena ha permitido evaluar las prácticas nutricionales en pacientes en unidades de cuidados intensivo (UCI) y salas generales. En este artículo se analizan la estructura de las UCI y se examinan las características clínicas y nutricionales de pacientes críticamente enfermos en Colombia.

Método: estudio observacional de corte transversal que involucró a 13 UCI y 183 pacientes que participaron en el *nutritionDay* 2021. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de variables estructurales y demográficas, clínicas y nutricionales de los pacientes utilizando el *software* estadístico Stata.

Resultados: el 84,6 % de las UCI eran polivalentes, y las patologías cardíacas (27,3 %) y neurológicas (18,8 %) fueron las más frecuentes. La edad media fue de 61,5 años, el 56,9 % de sexo masculino y un peso promedio de 66 kg. El 69,2 % de las instituciones contaba con una unidad de nutrición, el 100 % tenía profesionales en nutrición y dietética, y el 92,3 % tenía procedimientos de atención nutricional por escrito. En cuanto a las prácticas nutricionales, el 92,3 % de las UCI evalúa el estado nutricional utilizando parámetros

Summary

Introduction: since 2006, the *nutritionDay* survey, led by the European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) and the University of Vienna, has made it possible to evaluate nutritional practices in patients in intensive care units (ICUs) and general wards. In this article, we analyze the structure of ICUs and examine the clinical and nutritional characteristics of critically ill patients in Colombia.

Method: observational cross-sectional study involving 13 ICUs and 183 patients who participated in *nutritionDay* 2021. A descriptive analysis of structural and demographic, clinical and nutritional variables of the patients was carried out using the statistical software Stata.

Results: 84.6% of the ICUs were polyvalent, and cardiac (27.3%) and neurological (18.8%) pathologies were the most frequent. The mean age was 61.5 years, 56.9% were male and the average weight was 66 kg. 69.2% of the institutions had a nutrition unit, 100% had professionals in Nutrition and Dietetics, and 92.3% had written nutritional care procedures. Regarding nutritional practices, 92.3% of the ICUs evaluated nutritional status using laboratory parameters and 76.9% with weight/height. Enteral nutrition was used more frequently (33.5%) compared to parenteral nutrition (8.1%), with an average

Resumo

Introdução: desde 2006, o inquérito *nutritionDay*, liderado pela Sociedade Europeia de Nutrição Clínica e Metabolismo (ESPEN) e pela Universidade de Viena, tem avaliado as práticas nutricionais em doentes internados em unidades de cuidados intensivos (UCI) e enfermarias gerais. Este artigo analisa a estrutura das UCI e examina as características clínicas e nutricionais dos doentes em estado crítico na Colômbia.

Métodos: estudo observacional transversal envolvendo 13 UTIs e 183 pacientes que participaram do *nutritionDay* 2021. Uma análise descritiva das variáveis estruturais e demográficas, clínicas e nutricionais dos pacientes foi realizada usando o *software* estatístico Stata.

Resultados: 84,6 % das UTIs eram polivalentes, sendo as patologias cardíacas (27,3 %) e neurológicas (18,8 %) as mais frequentes. A idade média foi de 61,5 anos, 56,9 % eram do sexo masculino e o peso médio foi de 66 kg. 69,2 % das instituições tinham uma unidade de nutrição, 100 % tinham profissionais de nutrição e dietética e 92,3 % tinham procedimentos escritos de cuidados nutricionais. Relativamente às práticas nutricionais, 92,3 % das UCI avaliam o estado nutricional através de parâmetros laboratoriais e 76,9 % através do peso/altura. A nutrição



de laboratorio y el 76,9 % con peso/talla. La nutrición enteral se utilizó con mayor frecuencia (33,5 %) en comparación con la nutrición parenteral (8,1 %), con una duración promedio alrededor de 4 días. El promedio de estancia fue de 11 días en la UCI y 22,5 días en el hospital.

Conclusiones: este estudio identificó debilidades en la estructura e implementación de los protocolos de nutrición en las UCI. Esto resalta la necesidad de promover prácticas adecuadas para la intervención nutricional en pacientes críticos, lo que podría impactar positivamente en los resultados de salud y en la eficiencia de los costos de atención médica en el futuro.

Palabras clave: unidades de cuidados intensivos; terapia nutricional; investigación aplicada; Colombia.

duration of around 4 days. The average length of stay was 11 days in the ICU and 22.5 days in the hospital.

Conclusions: this study identified weaknesses in the structure and implementation of nutrition protocols in ICUs. This highlights the need to promote appropriate practices for nutritional intervention in critically ill patients, which could positively impact health outcomes and efficiency of healthcare cost in the future.

Keywords: intensive care units; nutrition therapy; applied research; Colombia.

enteral foi utilizada com maior frequência (33,5%) em comparação com a nutrição parentérica (8,1%), com uma duração média de cerca de 4 dias. O tempo médio de internamento foi de 11 dias na UCI e 22,5 dias no hospital.

Conclusões: este estudo identificou fragilidades na estrutura e implementação de protocolos de nutrição nas UCI. Este facto realça a necessidade de promover práticas adequadas de intervenção nutricional em doentes críticos, o que poderá ter um impacto positivo nos resultados de saúde e na eficiência dos custos dos cuidados de saúde no futuro.

Palavras-chave: unidade de cuidados intensivos; terapia nutricional médica; pesquisa aplicada Colômbia.

¹ Fundación Universitaria Ciencias de la Salud. Bogotá, Colombia.

² Fundación AUNA Ideas, Clínica Las Américas. Medellín, Colombia.

³ Centro Latinoamericano de Nutrición (CELAN). Chía (Cundinamarca); Clínicas Colsanitas, Grupo Keralty. Bogotá, Colombia; Colsanitas, Fundación Universitaria Sanitas, Facultad de Medicina. Bogotá, Colombia.

*Correspondencia: Angélica María Pérez Cano. angelicaperez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde 2009 en los hospitales de Colombia se lleva a cabo el *nutritionDay*, que consiste en una auditoría de la nutrición en las unidades de cuidados intensivo (UCI) liderada a nivel internacional por la European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) y en Colombia por la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica y Metabolismo (ACNC). El objetivo de esta iniciativa es medir la práctica nutricional en todo el mundo y proponer mejoras continuas en la atención nutricional a pacientes en el ámbito hospitalario como en las UCI⁽¹⁾.

El tipo de entidad médica por la cual ingresan los pacientes a la UCI, así como la edad y las comorbilidades, ponen en riesgo nutricional al paciente; por lo tanto, una tamización al ingreso con herramientas validadas, así como una evaluación nutricional y la administración oportuna del soporte nutricional, son piezas clave para disminuir la duración de la estancia en UCI, la estancia hospitalaria y la mortalidad^(2,3).

La prevalencia del riesgo nutricional en el paciente crítico oscila entre el 38,00, % al 78,00 %, variabilidad que depende de la herramienta utilizada para la iden-

tificación de la desnutrición⁽⁴⁾. Para identificarla y tratarla deben existir grupos de soporte nutricional en las instituciones que ejecuten la terapia médica nutricional con protocolos elaborados según la evidencia científica y cuya presencia redunde en una disminución de costos y eventos adversos^(5,6).

Es por esto que es importante conocer aspectos como el perfil de los pacientes, la estructura y la atención nutricional en las UCI. En este artículo presentamos los resultados del *nutritionDay* de las UCI que participaron en la encuesta en Colombia en el año 2021.

MATERIAL Y MÉTODOS

El *nutritionDay* es un estudio transversal, descriptivo, realizado el 9 de noviembre de 2021 en Colombia, con pacientes mayores de 18 años, admitidos por más de 24 horas a las UCI de las instituciones participantes. Se excluyeron madres gestantes, lactantes y pacientes con alta probabilidad de muerte durante el día de recolección de la muestra^(1,7).

Los datos fueron recolectados de los cuestionarios estandarizados para el *nutritionDay*, los cuales examinaron la estructura de la UCI, la demografía de los pacien-

tes y, los datos clínicos y nutricionales de los pacientes; después se registraron en la base de datos creada por la Universidad El Bosque para el análisis posterior. El detalle de los cuestionarios se describe en el artículo de Hiesmayr y colaboradores⁽¹⁾.

En cuanto a los aspectos éticos de este estudio, se mantuvo la confidencialidad de los hospitales y los pacientes. Este estudio es catalogado como de bajo riesgo, y se firmó consentimiento informado por cada uno de los participantes. El *nutritionDay 2021* fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Viena, y en Colombia fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad El Bosque; adicionalmente, en las instituciones fue aprobado por sus respectivos comités de ética institucionales.

Análisis estadístico

La base de datos final se consolidó en el *software* STATA 13 con licencia para Unisanitas. Se realizó un análisis descriptivo de la información en el que las variables categóricas se describieron como frecuencias absolutas y relativas, y las variables cuantitativas se expresaron como media \pm desviación estándar (DE) o como mediana (rango intercuartílico -RIC- 25 a 75), según la distribución de normalidad de los datos, obtenida por la prueba de Shapiro-Wilk.

RESULTADOS DE PARTICIPACIÓN DE UCI EN NUTRITIONDAY 2021

Estructura de las UCI

En Colombia, en 2021 se realizó el *nutritionDay* con la participación de 13 UCI, que incluyó adultos mayores de 18 años provenientes de UCI polivalentes (84,6 %) y en menor proporción (15,4 %) UCI médica y quirúrgica. Todas las UCI participantes reportaron la presencia de un profesional en nutrición y dietética dedicado al manejo nutricional de los pacientes como parte de un equipo de profesionales que apoyan el servicio de nutrición (**Figura 1**).

Unidad de nutrición

En el 69,00 % de los 13 hospitales existe una unidad de nutrición, las cuales utilizan procedimientos escritos para el ejercicio profesional; en la totalidad de UCI estos procedimientos son elaborados de acuerdo con las guías de práctica clínica nacionales (38,50 %) e internacionales (61,50 %). Para evaluar el estado nutri-

cional, las unidades reportaron la utilización de diferentes parámetros y la proporción de cada una de ellas se encuentra en la **Figura 2**.

Aspectos demográficos, clínicos y nutricionales de los pacientes

Se reportaron 183 pacientes en las 13 UCI colombianas participantes en el *nutritionDay 2021*, con una mediana de edad de 61,5 años (RIC 49-71), con el 56,90 % de los pacientes de sexo masculino, un peso de 66,00 kg (RIC 60-80) y una estatura de 1,65 m (RIC 1,59-1,71). La mayor proporción del tipo de admisión fue médico (53,30 %), 61 pacientes (32,90 %) requirieron soporte ventilatorio invasivo y 95 pacientes el uso de antibióticos (55,60 %). Se encontró que la enfermedad cardíaca (27,30 %) fue el principal motivo de hospitalización en UCI y el cáncer fue la comorbilidad de mayor frecuencia (56,30 %) (**Figura 3**).

En cuanto a los accesos intravenosos y enterales, en el 28,70 % de los pacientes el uso del acceso central frente al acceso periférico fue el más reportado en las UCI. Mientras la sonda nasogástrica se colocó en el 28,70 % de los pacientes, la sonda nasoyeyunal fue pobremente utilizada en el 0,50 %, así como la gastrostomía en el 3,80 % y la yeyunostomía en el 1,10 %. Estas vías de acceso permiten la administración de los diferentes tipos de soporte nutricional para alimentar a los pacientes; este reporte se muestra en la **Figura 4**.

En la población de estudio se observó que el día de aplicación de la encuesta el 4,10 % no recibió ningún tipo de soporte nutricional. La alimentación por vía oral fue la más frecuente (44,30 %), el soporte nutricional enteral fue cuatro veces mayor a la nutrición parenteral. Es de anotar que la nutrición parenteral no se prepara en ninguna UCI, el 38,50 % lo hace en servicios farmacéuticos y el restante de unidades la prepara en otros servicios.

La duración del soporte nutricional (enteral y parenteral) fue inferior a una semana, con un requerimiento planeado en el 38,40 % de los pacientes entre 1500 y 2000 calorías, equivalente a 27 kcal/kg (RIC 25-30). Más de una tercera parte de los pacientes (38,90 %) no cuenta con la determinación de los requerimientos nutricionales planeados (**Tabla 1**).

La glucemia mínima fue de 115,5 mg/dL (RIC: 96-137 mg/dL) y la glucemia máxima de 131,5 mg/dL (RIC: 115-164 mg/dL), lo que requiere diferentes tipos de terapia de insulina en el 21,1 % de los pacientes. En la **Tabla 2** se pueden observar los tipos de insulina utilizadas en el día del *nutritionDay*.

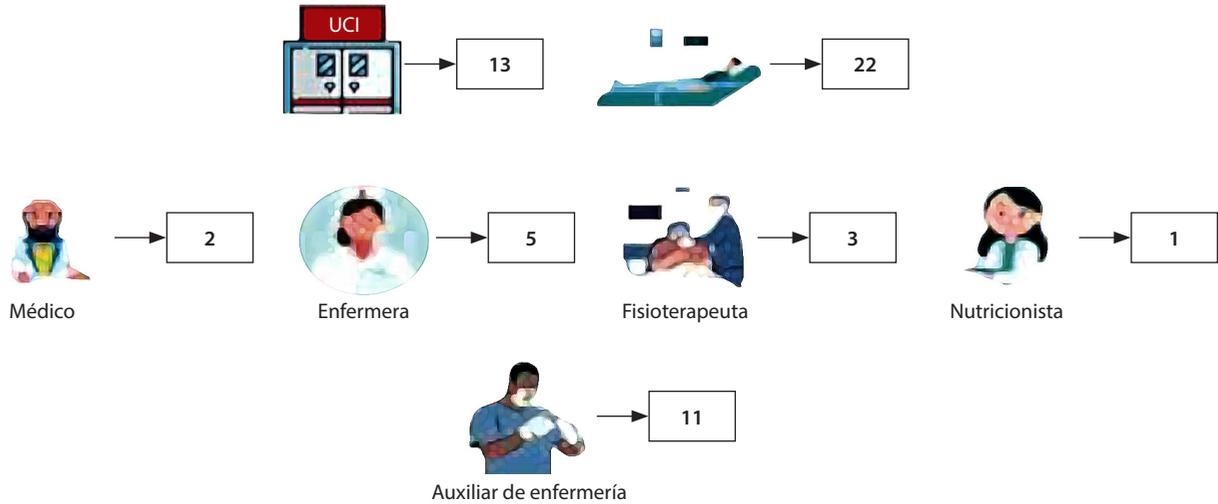


Figura 1. Estructura de las UCI. Datos de *nutritionDay* 2021 en Colombia. Las UCI de Colombia estudiadas tienen 22 camas (RIC 16-43); durante el día el personal está conformado por 2 intensivistas (RIC 2-4), 5 enfermeros (RIC 4-8), 1 nutricionista (RIC 1-1) y 3 fisioterapeutas (RIC 2-4). Igualmente, durante la noche existe este personal, excepto el nutricionista. RIC: rango intercuartílico

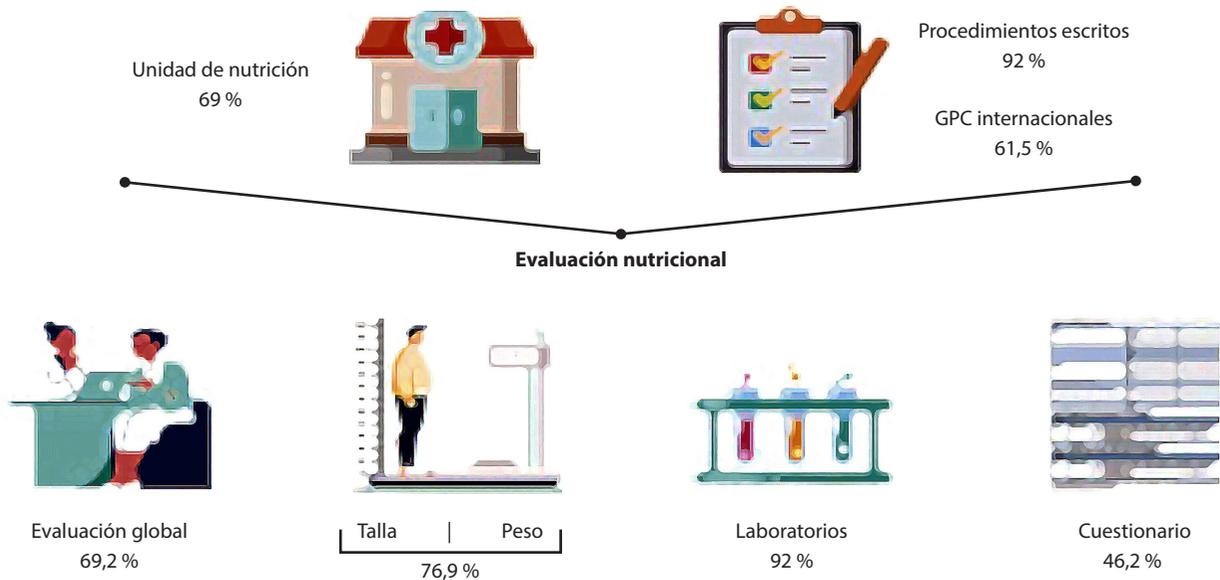


Figura 2. Unidad de nutrición, procedimientos y parámetros de evaluación nutricional. Fuente: *nutritionDay* 2021, UCI, Colombia. GPC: Guías de práctica clínica. Elaboración original de los autores.

La estancia en UCI fue de 11 días (RIC 5-26) y la estancia hospitalaria fue de 22,5 días (RIC 11,5-38 días).

DISCUSIÓN

Este primer análisis de 13 UCI de Colombia, participantes en el *nutritionDay* 2021, detalla la estructura de

las unidades y describe las características demográficas, clínicas y nutricionales de los pacientes para detectar las debilidades dentro de las UCI que son sensibles a mejorar.

En el 100 % de las UCI incluidas en este estudio existe personal de nutrición dedicado a la atención de pacientes, igualmente visto en Guatemala y superior a lo repor-

Datos demográficos *nutritionDay* UCI Colombia 2021

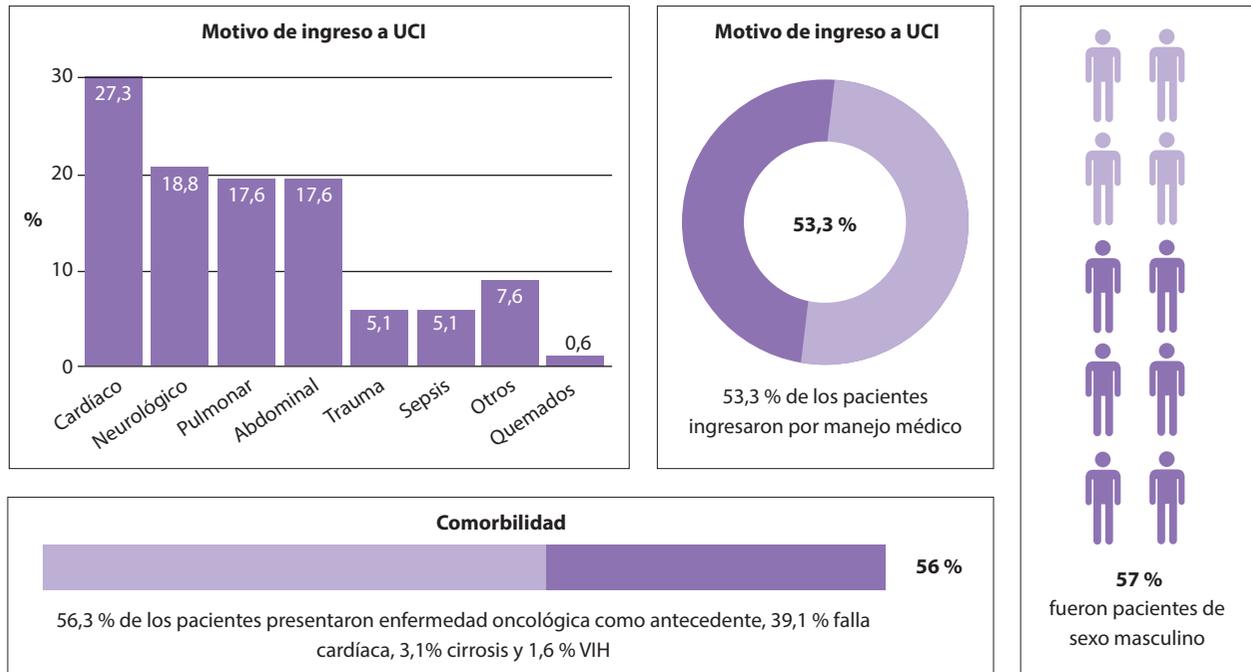


Figura 3. Datos demográficos. VIH: virus de la inmunodeficiencia humana. Fuente: Datos demográficos del *nutritionDay 2021*, UCI, Colombia.

Distribución del soporte nutricional en UCI Colombia – *nutritionDay 2021* (183 pacientes)

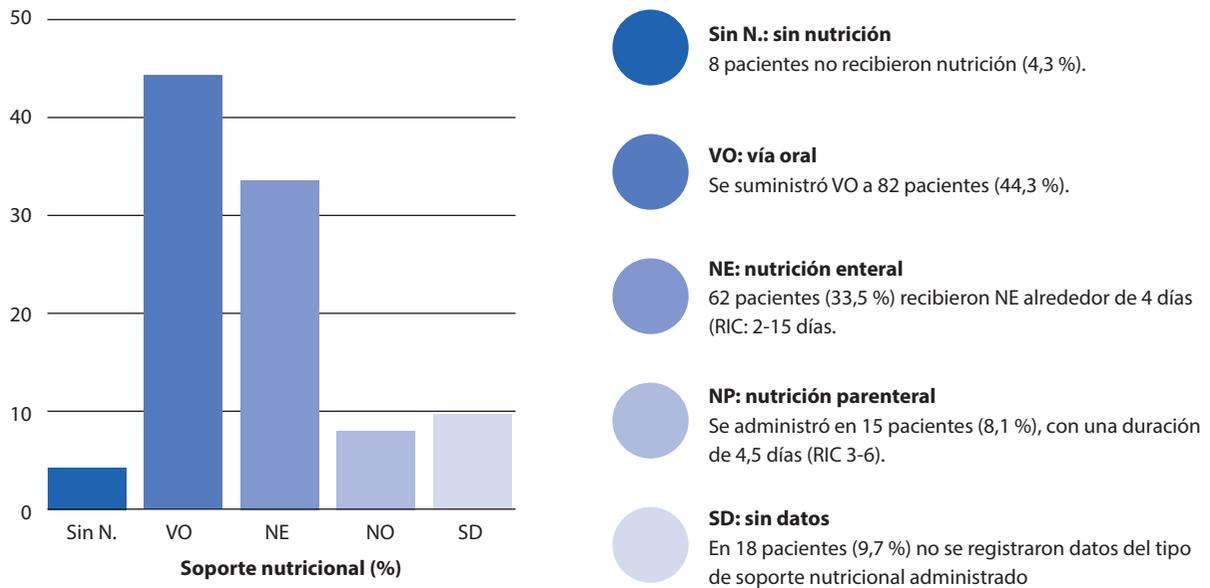


Figura 4. Distribución del soporte nutricional. Fuente: Datos *nutritionDay 2021*, UCI, Colombia.

Tabla 1. Distribución de pacientes según requerimientos calóricos programados

Calorías planeadas	n	%
<500	1	0,54
500-999	1	0,54
1000-1499	29	15,68
1500-2000	71	38,38
>2000	11	5,95
Sin dato	72	38,95
Total	185	100,00

Tabla 2. Tipos de insulina requeridas para el manejo de glucemias

Requerimiento de terapia insulina	n	%
Sin requerimiento	135	78,95
Percutánea	8	4,68
Intermitente	22	12,87
Continua	6	3,51
Total	171	100,00

tado a nivel internacional con 67,80 %^(8,9). Se conoce que el manejo individualizado de los pacientes críticamente enfermos por parte de profesionales en nutrición mejora los resultados, reduce las estancias hospitalarias y mejora los aportes y cubrimientos nutricionales, como lo muestra un estudio que analizó el efecto de la intervención nutricional en UCI después de implementar las órdenes escritas por nutricionistas; en este se evaluaron 118 pacientes, se tomaron los datos de la historia clínica y se encontró que la adherencia a las órdenes aumentó en el 17,00 %, el volumen de infusión de la nutrición enteral en el 15 % y el suministro de proteínas mejoró de 72,10±28,60 % a 89,10±24,80 %, $p < 0,001$ ⁽¹⁰⁾.

En este estudio, el 69,20 % de las 13 instituciones participantes cuenta con una unidad de soporte nutricional, por debajo de los referentes mundiales que se encuentran en el 81,40 % y por encima de un estudio latinoamericano que en 2017 reportó 39,70 %, en el que participaron 116 hospitales de 8 países⁽⁵⁾.

El total de las UCI participantes cuentan con procedimientos escritos basados en las guías nacionales

e internacionales, igual a lo reportado en un estudio realizado en la India, que recopiló la información del *nutritionDay* entre 2012-2016⁽¹¹⁾. Como se mencionó anteriormente y fue reportado por Cárdenas y colaboradores, cuando la terapia nutricional se realiza con protocolos y guías basados en la evidencia, la calidad de la intervención nutricional mejora⁽¹²⁾.

Por lo tanto, las instituciones deben contar con una unidad de nutrición integrada al equipo de soporte nutricional y, de esta manera, impactar en los resultados de sus pacientes. Esto lo han demostrado Schuez y colaboradores en un estudio prospectivo, aleatorizado que incluyó 1.050 pacientes en el grupo con intervención individualizada (con protocolos estandarizados y dirigido por el equipo de soporte nutricional) y 1.038 pacientes en el grupo control (alimentación hospitalaria estándar). El grupo de intervención logró un cumplimiento de las metas calóricas y proteicas en un 79,00 % y 76,00 % en comparación con el grupo control, el cual solo logró un cubrimiento del 54,00 % y 55,00 % de las metas, respectivamente. El grupo de intervención presentó menores resultados clínicos adversos (*odds ratio* [OR] 0,79 – (IC del 95% 0,64-0,97 $p=0,023$) y un menor riesgo de mortalidad a los 30 días de admisión (OR 0,65 IC [0,47-0,91]), $p=0,011$, comparado con el grupo control⁽⁶⁾.

También se ha reportado una disminución del 25,00 % de las estancias hospitalarias en pacientes desnutridos y en riesgo, así como una reducción del 35,70 % en las tasas de infecciones entre los pacientes desnutridos, con un impacto positivo en la atención nutricional de los pacientes y una disminución de costos asociados con estancias hospitalarias más largas cuando la terapia médica nutricional de los pacientes hospitalizados se encarga a un equipo interdisciplinario guiado por protocolos para mejorar las prácticas de cuidados nutricionales⁽¹³⁾.

Es clave detectar el riesgo nutricional en los pacientes que ingresan a la UCI con herramientas validadas. A pesar de que no existe una herramienta validada específicamente para paciente crítico que evalúe el estado nutricional, sí existen para determinar el riesgo nutricional y están recomendadas por ESPEN 2018 y ASPEN 2016, como el NRS-2002 y el Nutric Score; este último mide el riesgo de pobres resultados clínicos⁽¹⁴⁻¹⁸⁾.

Para las UCI en Colombia, los parámetros de laboratorio, el peso y la talla y la evaluación clínica global son los más importantes para evaluar el estado nutricional en los pacientes críticamente enfermos. Es bien conocido que estos parámetros no son confiables a la hora de evaluar el estado nutricional en el paciente crí-

tico^(14,15,19). Actualmente estos indicadores no son efectivos para evaluar los resultados por la heterogeneidad de los pacientes y la variabilidad metabólica⁽²⁰⁾.

Esto pone en contexto una problemática para comparar los pacientes estudiados en Colombia con pacientes de otras nacionalidades. A lo cual se adiciona la carencia de dispositivos confiables y validados para evaluar la masa muscular en el paciente crítico, así como de marcadores para un adecuado diagnóstico nutricional.

Las centrales de mezclas independientes de las instituciones y la nutrición parenteral estándar son otra manera de mantener preparadas las formulaciones sin necesitar de un servicio farmacéutico institucional, posiblemente este motivo llevó a responder al 53,30 % de las instituciones que son preparadas en otro servicio. Las formulaciones tres en uno, preparadas en centrales de mezclas por químicos farmacéuticos, han demostrado disminuir complicaciones en los pacientes⁽²¹⁾.

A pesar de que la vía oral en los pacientes críticos a menudo está comprometida y no se logran los requerimientos, según lo reportado por estudios, menos del 50,00 % de los pacientes consumieron más del 75,00 % de la alimentación ofrecida⁽²²⁾; en esta encuesta se observó un alto uso de la vía oral en los pacientes críticos (44,30 %), mientras que la nutrición enteral fue la segunda vía preferida para mantener la integridad del tracto gastrointestinal (33,50 %). El soporte nutricional enteral (33,50 %) estuvo cuatro veces por encima del soporte nutricional parenteral (8,20 %), diferente a lo presentado en un reciente reporte del *nutritionDay UCIs* en Europa, que encontró la utilización de nutrición enteral dos veces por encima de la nutrición parenteral⁽²³⁾.

La duración de la nutrición parenteral está por debajo de las recomendaciones, ya que se indica solo iniciar el soporte nutricional parenteral siempre y cuando el tiempo de duración no sea inferior a una semana⁽¹⁵⁾.

Según guías las americanas y europeas, mantener la permeabilidad del tracto gastrointestinal debe ser el objetivo de la nutrición enteral por sonda gástrica o yeyunal. En este estudio, el resultado está acorde con las guías con una utilización de la vía enteral en el 33,50 %, de los cuales el 28,70 % fue por sonda gástrica^(14,15). La nutrición parenteral exclusiva está ligeramente por debajo del reporte del *nutritionDay 2007-2020*⁽²³⁾, ya que su utilización aún es baja en Colombia. La nutrición parenteral puede ser utilizada como soporte suplementario cuando no se logren las metas calóricas y proteicas por la vía enteral, las cuales deben ser determinadas idealmente por calorimetría indirecta. Para la deter-

minación de los requerimientos calóricos la evidencia es clara acerca de que las ecuaciones predictivas son inseguras e imprecisas frente al uso de la calorimetría indirecta para el paciente crítico; sin embargo, en caso de que no se disponga de este recurso, la meta calórica según las diferentes guías de soporte nutricional debe estar entre 24-30 kcal/kg para evitar la sub- o sobrealimentación^(14,15). En este reporte como alternativa a la falta del equipo de calorimetría indirecta para medir los requerimientos calóricos se programó con base en el peso (24-30 kcal/kg), está cercano a las recomendaciones de ASPEN 2016 y coincide con el reporte del *nutritionDay 2009-2019* realizado por Tarantino^(15,19,24).

Dentro del control metabólico en el paciente crítico, la glucemia es un parámetro importante para monitorizar⁽²⁵⁻²⁸⁾, pero la evidencia ha mostrado más el efecto negativo de la hipoglucemia con valores menores de 110 mg/dL, con un aumento del riesgo de cuatro a nueve veces cuando se compara con valores entre 144-180 mg/dL y mayores de 180 mg/dL⁽²⁹⁾. En las UCI estudiadas de Colombia, los niveles de glucemia se encuentran por debajo de las metas recomendadas (mínimo 115,5; máximo 131,5); sin embargo, la terapia intensiva con insulina continua, responsable de la mayor presencia de hipoglucemia, tuvo una baja utilización el día del *nutritionDay*, y la hiperglucemia se trató con insulina de manera intermitente.

La estancia de los pacientes en UCI y la hospitalaria reportada en Colombia estuvo por debajo de lo reportado en la auditoría del *nutritionDay 2021*, realizada en un hospital de alta complejidad en Colombia, con días estancia UCI de 21,5 (RIC: 12,5-35,3) y de la hospitalaria de 32 días (RIC: 18-52,5)⁽³⁰⁾, fue mayor a lo reportado en el *nutritionDay 2019* a nivel mundial, con una mediana de duración en UCI de 9 días (RIC 4-22) y la mediana de duración hospitalaria de 17 días (RIC 8-35)⁽²⁴⁾.

LIMITACIONES

Este estudio es descriptivo, ya que solo permite conocer cómo están conformadas las UCI de Colombia que fueron estudiadas e identificar debilidades en el manejo de cuidados nutricionales para impulsar la investigación en área.

CONCLUSIONES

En Colombia, el *nutritionDay 2021* en las UCI permitió identificar la estructura de la atención nutricional, el perfil demográfico y clínico de los pacientes, además de la atención nutricional de los pacientes. Esta información

permitirá la comparación del país con los resultados obtenidos en el *nutritionDay 2021* a nivel internacional y, de esta manera, definir estrategias de mejoramiento continuo que redunden en una mejor atención nutricional con impacto en los resultados en salud.

Se evidenció que no todas las instituciones cuentan con una unidad de nutrición, encargada de fomentar el proceso de cuidados nutricionales y la educación al personal de salud que impacten en resultados clínicos y costos en salud.

Todo el equipo de profesionales que forman parte de las UCI como intensivistas, nutricionistas, enfermeras e investigadores tienen un papel importante en los cuidados nutricionales de los pacientes.

Fomentar la detección del riesgo nutricional del paciente crítico con herramientas validadas es importante, ya que permite establecer tratamientos nutricionales oportunos y efectivos.

La incorporación de otras herramientas para la evaluación del estado nutricional en las UCI debe ser promovida, especialmente aquellas que permitan identificar el estado de la masa muscular y el estado de micronutrientes en el organismo para brindar una terapia médica nutricional efectiva.

Agradecimientos

Agradecemos a las instituciones participantes en el estudio *nutritionDay* a nivel nacional que nutren cada año datos de referencia.

Conflicto de intereses

Pérez-Cano AM ha sido ponente de Abbott Nutrition, Baxter, Fresenius Kabi, Medtrition, B-braun, Nutricia, Megalabs y Amarey Nova Medical. Merchán-Chaverra R ha sido ponente para Boydor Nutrition, Abbott Nutrition, Baxter, Fresenius Kabi, Medtrition, B-braun y Amarey Nova Medical. Barbosa J declara que no tienen conflicto de intereses en este trabajo.

Declaración de autoría

Pérez-Cano AM y Merchán-Chaverra R contribuyeron igualmente a la concepción y diseño de la investigación; Pérez-Cano AM y Barbosa J contribuyeron a la adquisición y análisis de los datos; Pérez-Cano AM y Merchán-Chaverra R contribuyeron a la interpretación de los datos; Pérez-Cano AM redactó el manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y

precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Referencias bibliográficas

1. Hiesmayr M, Tarantino S, Moick S, Laviano A, Sulz I, Mouhieddine M, et al. Hospital Malnutrition, a Call for Political Action: A Public Health and NutritionDay Perspective. *J Clin Med.* 2019;8(12):2048. doi: 10.3390/jcm8122048
2. Ruiz AJ, Buitrago G, Rodríguez N, Gómez G, Sulo S, Gómez C, et al. Clinical and economic outcomes associated with malnutrition in hospitalized patients. *Clin Nutr.* 2019;38(3):1310-16. doi: 10.1016/j.clnu.2018.05.016
3. Lim SL, Ong KC, Chan YH, Loke WC, Ferguson M, Daniels L. Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality. *Clin Nutr.* 2012;31(3):345-50. doi: 10.1016/j.clnu.2011.11.001
4. Lew CCH, Yandell R, Fraser RJL, Chua AP, Chong MFF, Miller M. Association Between Malnutrition and Clinical Outcomes in the Intensive Care Unit: A Systematic Review [Formula: see text]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(5):744-58. doi: 10.1177/0148607115625638
5. Vallejo KP, Martínez CM, Matos Adames AA, Fuchs-Tarlovsky V, Nogales GCC, Paz RER, et al. Current clinical nutrition practices in critically ill patients in Latin America: a multinational observational study. *Crit Care.* 2017;21(1):227. doi: 10.1186/s13054-017-1805-z
6. Schuetz P, Fehr R, Baechli V, Geiser M, Deiss M, Gomes F, et al. Individualized nutritional support in medical inpatients at nutritional risk: a randomized clinical trial. *Lancet.* 2019;393(10188):2312-21. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32776
7. Schindler K, Themessl-Huber M, Hiesmayr M, Kosak S, Lainscak M, Laviano A, et al. To eat or not to eat? Indicators for reduced food intake in 91,245 patients hospitalized on nutritionDays 2006-2014 in 56 countries worldwide: a descriptive analysis. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(5):1393-402. doi: 10.3945/ajcn.116.137125
8. Maza Moscoso CP, Lau de la Vega AM, Sotoj Castro CM. Detección de riesgo y evaluación nutricional en hospitales de Guatemala: resultados del nutritionDay 2020. *Rev. Nutr. Clin. Metab.* 2022;5(2):27-33. doi: 10.35454/rncm.v5n2.382
9. Bendavid I, Singer P, Theilla M, Themessl-Huber M, Sulz I, Mouhieddine M, et al. NutritionDay ICU: A 7 year worldwide prevalence study of nutrition practice in intensive care. *Clin Nutr.* 2017;36(4):1122-29. doi: 10.1016/j.clnu.2016.07.012
10. Arney BD, Senter SA, Schwartz AC, Meily T, Pelekhaty S. Effect of Registered Dietitian Nutritionist Order-Writing Privileges on Enteral Nutrition Administration in Selected Intensive Care Units. *Nutr Clin Pract.* 2019;34(6):899-905. doi: 10.1002/ncp.10259
11. Pearcy J, Agarwal E, Isenring E, Somani A, Wright C, Shankar B. Ward-based nutrition care practices and a snapshot of

- patient care: Results from nutritionDay in the ICU. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;41:340-5. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.10.022
12. Cardenas D, Bermúdez C, Pérez A, Diaz G, Cortes LY, Contreras CP, et al. Nutritional risk is associated with an increase of in-hospital mortality and a reduction of being discharged home: Results of the 2009-2015 nutritionDay survey. *Clin Nutr ESPEN*. 2020;38:138-45. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.05.014
 13. Pratt KJ, Hernandez B, Blancato R, Blankenship J, Mitchell K. Impact of an interdisciplinary malnutrition quality improvement project at a large metropolitan hospital. *BMJ Open Qual*. 2020;9(1):e000735. doi: 10.1136/bmjopen-2019-000735
 14. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
 15. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(2):159-211. doi: 10.1177/0148607115621863
 16. 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. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(1):207-17. doi: 10.1002/jcsm.12383
 17. Hill A, Goetzenich A, Marx G, Stoppe C. Die Rolle der Ernährung beim herzchirurgischen Patienten – eine Übersicht [Role of Nutrition Support in Cardiac Surgery Patients - an Overview]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2018;53(6):466-79. German. doi: 10.1055/s-0043-121440
 18. Mahmoodpoor A, Sanaie S, Sarfaraz T, Shadvar K, Fattahi V, Hamishekar H, et al. Prognostic values of modified NUTRIC score to assess outcomes in critically ill patients admitted to the intensive care units: prospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2023;23(1):131. doi: 10.1186/s12871-023-02086-0
 19. Elke G, Hartl WH, Kreymann KG, Adolph M, Felbinger TW, Graf T, et al. Clinical Nutrition in Critical Care Medicine - Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM). *Clin Nutr ESPEN*. 2019;33:220-75. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.05.002
 20. Stoppe C, Wendt S, Mehta NM, Compber C, Preiser JC, Heyland DK, et al. Biomarkers in critical care nutrition. *Crit Care*. 2020;24(1):499. doi: 10.1186/s13054-020-03208-7
 21. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr*. 2021;40(7):4745-61. doi: 10.1016/j.clnu.2021.03.031
 22. De Waele E, Van Zanten A, Wischmeyer P. Nutrition Management of COVID-19 Patients in the ICU and Post-ICU. *ICU Manag Pract*. 2021;21(1):29-31.
 23. Hiesmayr M, Fischer A, Veraar C, Mora B, Tarantino S, Weimann A, et al. Ernährungspraxis auf Intensivstationen: nutritionDay 2007–2021 [Nutrition practices in intensive care units: nutritionDay from 2007-2021]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2023;118(2):89-98. German. doi: 10.1007/s00063-023-00996-y
 24. Tarantino S, Hiesmayr M, Sulz I; nDay working group. nutritionDay Worldwide Annual Report 2019. *Clin Nutr ESPEN*. 2022;49:560-667. doi: 10.1016/j.clnesp.2022.01.001
 25. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, Bruyninckx F, Schetz M, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2001;345(19):1359-67. doi: 10.1056/NEJMoa011300
 26. NICE-SUGAR Study Investigators; Finfer S, Chittock DR, Su SY, Blair D, Foster D, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2009;360(13):1283-97. doi: 10.1056/NEJMoa0810625
 27. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med*. 2021;47(11):1181-247. doi: 10.1007/s00134-021-06506-y
 28. American Diabetes Association. 14. Diabetes Care in the Hospital: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. *Diabetes Care*. 2018;41(Suppl 1):S144-S51. doi: 10.2337/dc18-S014
 29. Yatabe T, Inoue S, Sakaguchi M, Egi M. The optimal target for acute glycemic control in critically ill patients: a network meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2017;43(1):16-28. doi: 10.1007/s00134-016-4558-2
 30. Muñoz Peláez ME, Cuesta Castro DP, Sánchez Martínez PA, Giraldo Mazo LN, Echavarría Vélez N, Tobón Cano MV, et al. Una mirada al paciente crítico de un hospital de alta complejidad colombiano en la auditoria internacional nutrition day 2020. *Rev. Nutr. Clin. Metab*. 2022;5(2):12-18. doi: 10.35454/rncm.v5n2.396

Concordancia entre la calorimetría indirecta y las ecuaciones predictivas para estimar gasto energético en reposo

Agreement between indirect calorimetry and predictive equations for estimating resting energy expenditure

Concordância entre a calorimetria indireta e as equações preditivas para estimar o gasto energético em repouso

Lina María Londoño-Londoño^{1*}, Ángela Patricia Montoya-Bernal², Fernando Arango³, José Fernando Escobar-Serna⁴, María Cristina Florián-Pérez^{1,3}, Diana Trejos-Gallego^{1,3}.

Recibido: 19 de enero de 2023. Aceptado para publicación: 5 de febrero de 2024.

Publicación en línea: 7 de febrero de 2024.

<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.496>

Resumen

Introducción: la determinación del gasto energético es fundamental en los pacientes críticos debido a que la subalimentación o sobrealimentación aumenta su morbimortalidad.

Objetivo: determinar la exactitud y concordancia de la medición del gasto energético en reposo (GER) por calorimetría indirecta (CI) y tres fórmulas predictivas (Harris-Benedict, Regla del pulgar y Penn State) en pacientes ventilados de una UCI de Manizales, Colombia.

Métodos: se incluyeron 31 pacientes hospitalizados en el S.E.S. Hospital Universitario de Caldas, con ventilación mecánica ≥ 48 horas. El GER se calculó para todas las variaciones de peso corporal. Como una medida de precisión de las ecuaciones, se calculó la distribución de pacientes con GER por debajo del 80 % del medido por CI (subestimación), entre 80 % y 110 % (adecuado) y >110 % (sobrestimación), y a partir de análisis con Bland-Altman se evaluó la concordancia.

Resultados: el GER promedio por CI fue de 1441,1 (IC del 95 % 1205,7-1616,5) kcal/kg para mujeres y 1624,5 (IC del 95 % 1414,7-1834,2) para hombres. El análisis de exactitud mostró que la ecuación Penn State calculada con el peso actual tuvo una con-

Summary

Introduction: determining energy expenditure is essential for critically ill patients because underfeeding or overfeeding increases their morbidity and mortality.

Objective: to determine the accuracy and concordance of resting energy expenditure (REE) measurement by indirect calorimetry (IC) and three predictive formulas (Harris-Benedict, rule of thumb, and Penn State) in ventilated patients in an ICU in Manizales, Colombia.

Methods: 31 patients hospitalized at S.E.S. Hospital Universitario de Caldas, with mechanical ventilation ≥ 48 hours were included. REE was calculated for all body weight variations. As a measure of the accuracy of the equations, the distribution of patients with REE below 80 % of that measured by IC (underestimation), between 80 % and 110 % (adequate), and >110 % (overestimation) was calculated, and from analyses with Bland-Altman, concordance was evaluated.

Results: the average REE per IC was 1441.1 (CI 95 %; 1205.7-1616.5) kcal/kg for women and 1624.5 (CI 95 %; 1414.7-1834.2) for men. Accuracy analysis showed that the Penn State equation calculated with current weight had a concordance

Resumo

Introdução: a determinação do gasto energético é fundamental em doentes críticos, uma vez que a sub ou sobrealimentação aumenta a sua morbidade e mortalidade.

Objetivo: determinar a precisão e a concordância da medição do gasto energético em repouso (GER) por calorimetria indireta (CI) e três fórmulas preditivas (Harris-Benedict, Rule of Thumb e Penn State) em doentes ventilados numa UCI em Manizales, Colômbia.

Métodos: foram incluídos 31 pacientes internados no SES Hospital Universitario de Caldas, com ventilação mecânica ≥ 48 horas. O GER foi calculado para todas as variações de peso corporal. Como medida de acurácia das equações, foi calculada a distribuição de pacientes com GER abaixo de 80 % do medido pelo CI (subestimação), entre 80 % e 110 % (adequado) e >110 % (superestimação) e, a partir da análise de Bland-Altman, foi avaliada a concordância.

Resultados: o GER médio por CI foi de 1441,1 (IC 95 % 1205,7-1616,5) kcal/kg para mulheres e 1624,5 (IC 95 % 1414,7-1834,2) para homens. A análise da acurácia mostrou que a equação de Penn State calculada com o peso atual teve uma

cordancia del 44,4 % y fue la que más subestimó con peso ideal y ajustado (51,9 %), la regla del pulgar calculada con el peso actual fue la que más sobreestimó (64,6 %) y el análisis con gráficos Bland-Altman mostró sesgos positivos y negativos.

Conclusiones: se encontró una mala concordancia entre las diferentes ecuaciones predictivas y los valores de GER por CI en pacientes críticamente enfermos de una UCI.

Palabras clave: calorimetría indirecta; metabolismo energético; cuidados críticos; predicción.

of 44.4 % and was the most underestimated with ideal and adjusted weight (51.9 %), and the rule of thumb calculated with current weight was the most overestimated (64.6 %), and the analysis with Bland-Altman graphs showed positive and negative biases.

Conclusions: a poor agreement was found between the different predictive equations and REE values by IC in critically ill patients in an ICU.

Keywords: calorimetry; indirect; energy metabolism; critical care; forecasting.

concordância de 44,4 % e foi a mais subestimada com o peso ideal e ajustado (51,9 %), e a regra de ouro calculada com o peso atual foi a mais superestimada (64,6 %) e a análise com gráficos de Bland-Altman mostrou vieses positivos e negativos.

Conclusões: verificou-se uma fraca concordância entre as diferentes equações preditivas e os valores de GER por CI em doentes críticos internados em UCI.

Palavras-chave: calorimetria indireta; metabolismo energético; cuidados críticos; previsões.

¹ Hospital Santa Sofía. Manizales, Colombia.

² Clínica Santillana. Manizales, Colombia.

³ Universidad de Manizales. Manizales, Colombia.

⁴ SES Hospital Universitario de Caldas. Manizales, Colombia.

⁵ Hospital Santa Sofía, Universidad de Manizales. Manizales, Colombia.

⁶ Hospital Santa Sofía, Universidad de Manizales. Manizales, Colombia.

*Correspondencia: Lina María Londoño-Londoño.
lina.londono1992@gmail.com

PUNTOS CLAVE

- Es el primer estudio de la región que compara y evalúa el gasto energético en reposo (GER) mediante calorimetría indirecta (CI) y fórmulas predictivas en pacientes ventilados críticamente enfermos.
- La ecuación de Penn State calculada con el peso actual tuvo una concordancia del 44,4 % y fue la que más subestimó el GER con peso ideal y ajustado (51,90 %), y la regla del pulgar con peso actual fue la que más lo sobreestimó (64,60 %).
- Hay discrepancia entre los reportes de la literatura en relación con la concordancia entre el GER a partir de CI y las ecuaciones predictivas.
- Se encontró una mala concordancia entre las diferentes ecuaciones predictivas y los valores de GER por CI en pacientes críticamente enfermos de una UCI.
- La CI, si está disponible, sigue siendo la herramienta clínica más adecuada para una medición precisa del GER.

INTRODUCCIÓN

Durante el tratamiento de enfermedades críticas, el soporte nutricional óptimo es un aspecto clave para lograr resultados clínicos positivos. En comparación con las personas sanas, los pacientes críticos tienen un mayor gasto energético, lo que aumenta sus necesidades de energía y el riesgo de desnutrición⁽¹⁾.

Se ha demostrado que la alimentación insuficiente aumenta la duración de la estancia hospitalaria, la incidencia de complicaciones como infecciones e insuficiencia orgánica y el riesgo de mortalidad^(2,3). Del mismo modo, la sobrealimentación se ha asociado con diversas complicaciones como hiperglucemia, hipertrigliceridemia, esteatosis hepática, azoemia e hipercapnia, además de una mayor tasa de mortalidad entre los pacientes⁽⁴⁾.

Para proporcionar un aporte nutricional adecuado es necesario determinar el gasto energético en reposo (GER), el cual es definido como la energía necesaria para mantener la actividad metabólica celular básica del cuerpo y las funciones vitales en ausencia de ingesta reciente de alimentos, actividad física y estrés psicológico. Por esta razón, el cálculo del GER en esta población forma parte importante del proceso de atención nutricional⁽¹⁾.

Las guías internacionales recomiendan la calorimetría indirecta (CI) para determinar los requerimientos de energía, ya que es considerada el estándar de oro para proporcionar información precisa del gasto energético para cada paciente en una situación clínica específica. Además de esto, permite medir el consumo de oxígeno (VO₂) y la producción de dióxido de carbono (VCO₂) a partir del análisis de gases respiratorios. No obstante, la disponibilidad de este método es baja en las unidades de cuidado intensivo (UCI) por su alto costo y desconocimiento en cuanto al uso, la aplicación y el análisis de resultados⁽⁵⁾.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Guía de Nutrición Clínica en la UCI de la European Society for Clinical Nutrition (ESPEN) sugiere que en pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica se determine el GER mediante CI y, en caso de no disponer de esta, utilizar un catéter de arteria pulmonar para medición de VO_2 y VCO_2 en lugar de usar las ecuaciones predictivas⁽⁶⁾. Por su parte, la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) sugiere que, en caso de no contar con la CI, se utilice la regla del pulgar (25-30 kcal/kg/día)⁽⁷⁾.

En pacientes de UCI se ha definido la meta calórica como la cantidad de energía requerida para preservar la masa corporal magra y limitar los efectos perjudiciales del catabolismo. Sin embargo, por diversas causas, dichos pacientes no reciben sus requerimientos nutricionales adecuados, suministrándose más o menos calorías de las necesarias; es por esto por lo que se han desarrollado ecuaciones predictivas que incluyen distintas variables⁽⁸⁾.

Entre estas ecuaciones está la de Harris-Benedict, la cual emplea variables “estáticas” como peso, talla, edad y sexo, aún se usa y fue desarrollada con voluntarios sanos, al igual que la ecuación de Mifflin-St. Jeor (MSJ). Otras ecuaciones incluyen parámetros “dinámicos” como temperatura corporal, frecuencia cardíaca y volumen minuto, y algunas otras fueron desarrolladas en pacientes con características diferentes como presencia de trauma o edad mayor a 60 años, como es el caso de la fórmula de Penn State^(9,10). Sin embargo, se ha reportado que estas ecuaciones son poco precisas para la estimación del GER⁽¹¹⁾ en contraste con la medición por CI⁽¹⁰⁾.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la exactitud y la concordancia de la medición del GER por CI y tres fórmulas predictivas (Harris-Benedict, regla del pulgar y Penn State) en pacientes ventilados de una UCI de Manizales, Colombia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio transversal descriptivo de concordancia con pacientes de la UCI de Servicios Especiales de Salud del S.E.S Hospital Universitario de Caldas, con 20 camas, en las que se recibían pacientes adultos con patologías médicas y quirúrgicas. Se incluyeron pacientes ≥ 18 años admitidos a la UCI entre el primero de enero y el 31 de diciembre de 2021, que estuvieran ventilados mecánicamente durante ≥ 48 horas.

Como criterios de exclusión se tuvieron: pacientes fallecidos en las primeras 48 horas desde su ingreso,

diagnóstico de muerte cerebral, inestabilidad hemodinámica dada por presión arterial media (PAM) < 65 mm Hg, inestabilidad respiratoria (saturación de oxígeno por pulsioximetría [SpO_2] $< 88,00$ % o fracción inspirada de oxígeno [FiO_2] $> 60,00$ % o presión arterial de oxígeno [PaO_2] < 60 mm Hg o presión arterial de dióxido de carbono [$PaCO_2$] > 45 mm Hg), infusión de carbohidratos > 15 kcal/kg/día, fugas de aire por el ventilador y por drenaje de neumotórax, diagnóstico de cetoacidosis diabética o intoxicación por alcohol.

La fecha de nacimiento, el peso, la talla, el diagnóstico principal y los diagnósticos asociados se extrajeron de la historia clínica y se registraron al ingreso y a las 48 horas. El registro de peso y talla se realizó con báscula digital (± 100 g) y tallímetro marca SECA (± 1 mm) a los pacientes que fue posible a su ingreso en urgencias. A quienes no fue posible, se estimó la talla por medio de un antropómetro metálico con la fórmula de altura de la rodilla de Chumlea y colaboradores⁽¹²⁾ para cada grupo de edad, y a partir de este dato se estimó el peso ajustado con la fórmula empleada en ventilación mecánica para dicho cálculo. El riesgo nutricional se evaluó con el puntaje Nutric modificado⁽¹³⁾, la temperatura se anotó a partir de la hoja de registro de enfermería y la ventilación minuto se registró directamente del ventilador.

La CI se registró en forma prospectiva durante 30 minutos de acuerdo con la recomendación de la precisión de su medición⁽¹⁴⁾. Se utilizaron módulos de CI marca General Electric conectados a una sonda de espirometría de 3 mm/10 ft conectada, a su vez, a ventiladores R860 y Engstrom. Las mediciones se realizaron en un ambiente tranquilo y termoneutral, y al inicio de cada medición se calibraron los equipos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los pacientes estaban en reposo en posición supina durante más de 30 minutos antes de la medición y con un estado de sedación adecuado.

La FiO_2 permaneció constante durante la medición y, en caso de requerir cambios en los parámetros ventilatorios, se retardó la medición durante 90 minutos. El paciente no debía haber recibido anestesia general ocho horas antes de la medición y, en caso de presentarse agitación o dolor, se administraron sedantes o analgésicos al menos 30 minutos antes de la medición del GER. La medición se retrasó durante cuatro horas después de la hemodiálisis y una hora después de realizado un procedimiento doloroso para tener una medida más estable y evitar mediciones erróneas. Se evitó el cuidado rutinario de enfermería y actividades que involucraron otros profesionales de la salud durante la medición de la CI.

En todos los pacientes, el GER se estimó a partir de las ecuaciones de Harris-Benedict, Penn State y MSJ, y el método de la regla del pulgar:

- *Harris-Benedict*⁽¹⁵⁾
 - Hombre: $66,47 + 13,75 (\text{peso en kg}) + 5,00 (\text{estatura en cm}) - 6,75 (\text{edad})$.
 - Mujer: $655,09 + 9,56 (\text{peso en kg}) + 1,84 (\text{estatura en cm}) - 4,675 (\text{edad})$.
- *Penn State*⁽¹⁶⁾
 - $\text{GER (kcal/d)} = \text{MSJ} (0,96) + T_{\text{máx}} (167) + V_E (31) - 6,21$.
- *Mifflin-St. Jeor (MSJ)*⁽¹⁶⁾
 - Hombre: $10(\text{peso}) + 6,25(\text{estatura}) - 5(\text{edad}) + 5$.
 - Mujer: $10(\text{peso}) + 6,25(\text{estatura}) - 5(\text{edad}) - 161$.

La ecuación MSJ utiliza el peso corporal real.

$T_{\text{máx}}$ = temperatura corporal máxima en las últimas 24 horas (grados centígrados).

V_E = ventilación por minuto registrada desde el ventilador en L por minuto.

El índice de masa corporal (IMC) se interpretó de acuerdo con los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁽¹⁷⁾. En todos los pacientes se calculó el peso ideal según el sexo y en los pacientes con IMC >30,00 el peso ajustado.

Análisis estadístico

Los datos continuos se presentan como promedio y desviación estándar (DE) debido a que tuvieron distribución normal, según la prueba de Shapiro-Wilk. El GER estimado (ecuación de Harris-Benedict, regla del pulgar y ecuación de Penn State) se calculó para todas las variaciones de peso corporal (actual, ideal y ajustado).

La precisión relativa de las mediciones de GER estimado, comparado con el GER medido, se resumió utilizando la razón de medición predicha, la cual se calculó como valor medido (numerador) por CI/valor estimado (denominador) a partir de las ecuaciones predictivas. Una razón de medición predicha <1 indicó subestimación del GER, mientras que >1 fue sobreestimación de este. Las razones y sus intervalos de confianza (IC) del 95 % se calcularon utilizando el promedio de todas las mediciones de GER por paciente. La precisión dentro del 10,00 % del GER medido se determinó al cuantificar el porcentaje de casos en el que la razón se encontró dentro de los límites de 0,9 y 1,1. Se calculó la distribución de pacientes con GER por debajo del 80,00 % del medido por CI (subestimación), entre 80,00 % y 110,00 % (aceptable) y >110,00 % (sobrees-

timación). Estos porcentajes se consideraron como una medida de precisión de las estrategias predictivas.

Se utilizó la prueba Chi cuadrado (χ^2) para evaluar las diferencias en la tasa de exactitud de las mediciones y para evaluar la concordancia entre los valores de GER por CI y los estimados por las ecuaciones predictivas; se realizó un análisis de variabilidad de resultados a partir de gráficos de Bland-Altman según el peso actual, ajustado e ideal.

Los límites de acuerdo se establecieron con las siguientes fórmulas:

- Límite superior = sesgo + (1,96 x DE).
- Límite inferior = sesgo - (1,96 x DE)

El análisis se realizó con Stata versión 16.1 (Statacorp, College Station, Texas). Además, se definió un nivel de significancia estadística <0,05.

Consideraciones éticas

La investigación se clasificó como de riesgo mínimo y se preservaron los principios de integridad e intimidad de las personas participantes. Este estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Manizales, según consta en el acta CBE09 de 2020.

RESULTADOS

En total se estudiaron 31 pacientes, de los cuales el 54,80 % fueron mujeres. El promedio de edad fue de 59,5 años (IC del 95 % 52,8-66,3) y el 45,10 % tenían sobrepeso u obesidad. Una tercera parte (35,60 %) cursó con neumonía por SARS-CoV-2, seguido de trauma (25,80 %), la mayoría requería ventilación mecánica y el 20,70 % tenía riesgo nutricional alto según el puntaje Nutric modificado (**Tabla 1**). El GER promedio medido por CI fue de 1441,1 (IC 95 % 1205,7-1616,5) kcal/día para mujeres y 1624,5 (IC 95 % 1414,7-1834,2) kcal/día para hombres. En la **Tabla 2** se muestra el valor del GER a partir de CI y ecuaciones predictivas según sexo y peso actual, ideal y ajustado.

Los reportes en la literatura utilizan usualmente porcentajes de ingesta con el fin de definir la adecuación del soporte nutricional. Aquellos pacientes que logran una ingesta dentro del rango del 80 %-110 % del objetivo se describen como adecuadamente alimentados. De la misma manera, la literatura define como subalimentación menos el 80 % del objetivo y sobrealimentación como más del 110 % del objetivo⁽¹¹⁾. Teniendo esto en cuenta, la exactitud en las estimaciones de GER calculadas a partir de las ecuaciones predictivas, que están dentro de la categoría de

Tabla 1. Características clínicas de la población estudiada

Variables	n=31	%
Peso		
- Promedio±DE (IC 95%)	67,1 ± 2,4 (IC 95 % 62,2-72,0)	
IMC		
- Bajo peso	2	6,50
- Normal	15	48,40
- Sobrepeso	11	35,50
- Obesidad	3	9,60
Diagnóstico principal		
- Neumonía por SARS-CoV-2	11	35,60
- Trauma	8	25,80
- Patologías del SNC	5	16,10
- Enfermedades cardiopulmonares	3	9,70
- Patologías del TGI	3	9,70
- Enfermedades neoplásicas	1	3,10
Soporte ventilatorio		
- Ventilación mecánica	27	87,10
- CPAP	4	12,90
NUTRIC		
- 0-4	23	79,30
- 5-9	6	20,70

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; NUTRIC: Nutrition Risk in the Critically Ill; SNC: sistema nervioso central; TGI: tracto gastrointestinal.

adecuado, subalimentación y sobrealimentación, se muestran en la **Tabla 2**.

En su mayoría, las ecuaciones subestimaron o sobreestimaron el GER. La ecuación de Penn State calculada con el peso actual logró estimaciones entre el 80 % - 110 % del GER (44,40 %). Sin embargo, esta misma ecuación resultó en subestimación (<80,00 %) en el 40,70 % de los pacientes. La ecuación que más subestimó fue la de Penn State calculada con el peso ideal y el peso ajustado (51,90 %) y la que más sobreestimó fue la regla del pulgar calculada con peso real (64,60 %).

Con respecto a la concordancia entre los métodos comparados, en las **Figuras 1, 2 y 3** se muestran los intervalos de los límites de acuerdo de los valores estimados por CI y las ecuaciones predictivas para el GER según el peso actual, ideal y ajustado mediante las gráficas de Bland-Altman.

Entre GER medido por CI y su estimación mediante la ecuación de Harris-Benedict con peso actual, la gráfica de Bland-Altman mostró ausencia de sesgo. No obstante, esto no garantiza la precisión de las mediciones pues, como se observa en la **Figura 1A**, la dispersión de los datos demuestra la variabilidad de los resultados; la **Tabla 3** describe que esta fórmula subestimó y sobreestimó en el 38,70 % y 22,60 % de los casos, respectivamente. Situación diferente se observó en las **Figuras 1B y C**, en las que se evidencia que la línea de referencia se situó bajo el 0; esto demuestra un sesgo negativo en el que la fórmula de Harris-Benedict

Tabla 2. GER medido por CI y ecuaciones predictivas

GER	Mujeres		Hombres	
	kcal/día Promedio	IC 95%	kcal/día Promedio	IC 95%
CI	1411,1	1205,7-1616,5	1624,5	1414,7-1834,2
Harris-Benedict (peso real)	1265,0	1190,5-1339,5	1522,9	1387,1-1658,7
Harris-Benedict (peso ideal)	1129,5	1060,6-1198,5	1467,2	1326,9-1607,6
Harris-Benedict (peso ajustado)	1176,1	1105,5-1246,7	1482,5	1343,7-1621,3
Regla del pulgar (peso real)	1600,0	1141,5-1788,4	1775,0	1617,3-1932,6
Regla del pulgar (peso ideal)	1293,7	1200,8-1386,5	1708,6	1567,3-1849,9
Regla del pulgar (peso ajustado)	1369,1	1280,2-1558,1	1722,2	1585,2-1859,3
Penn State (peso real)	1125,5	1020,3-1230,6	1527,1	1428,5-1625,5
Penn State (peso ideal)	1023,9	911,3-1136,5	1 499,1	1390,6-1607,5
Penn State (peso ajustado)	1052,2	946,6-1157,9	1502,4	1400,2-1604,7

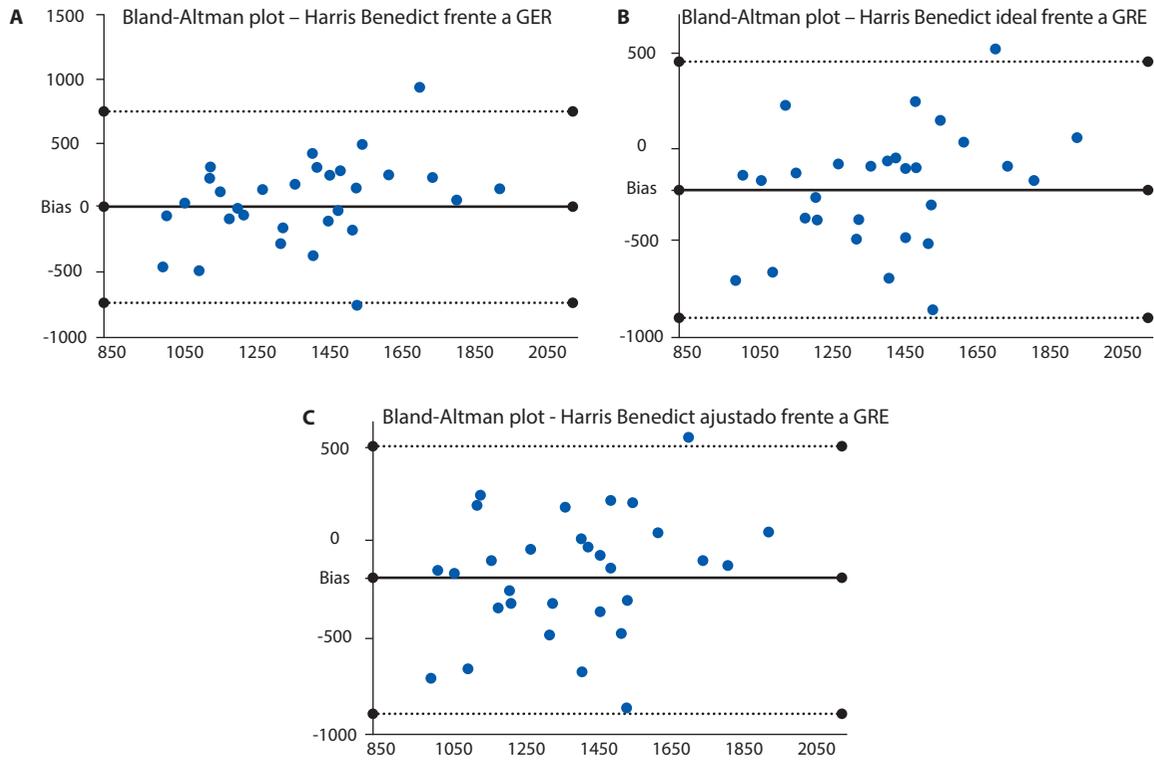


Figura 1. Gráficas de Bland-Altman - Harris-Benedict frente a GER. Gráficas de Bland-Altman - valor calculado por la ecuación de Harris-Benedict frente a GER por calorimetría indirecta: **A.** Según el peso actual. **B.** Según el peso ideal. **C.** Según el peso ajustado.

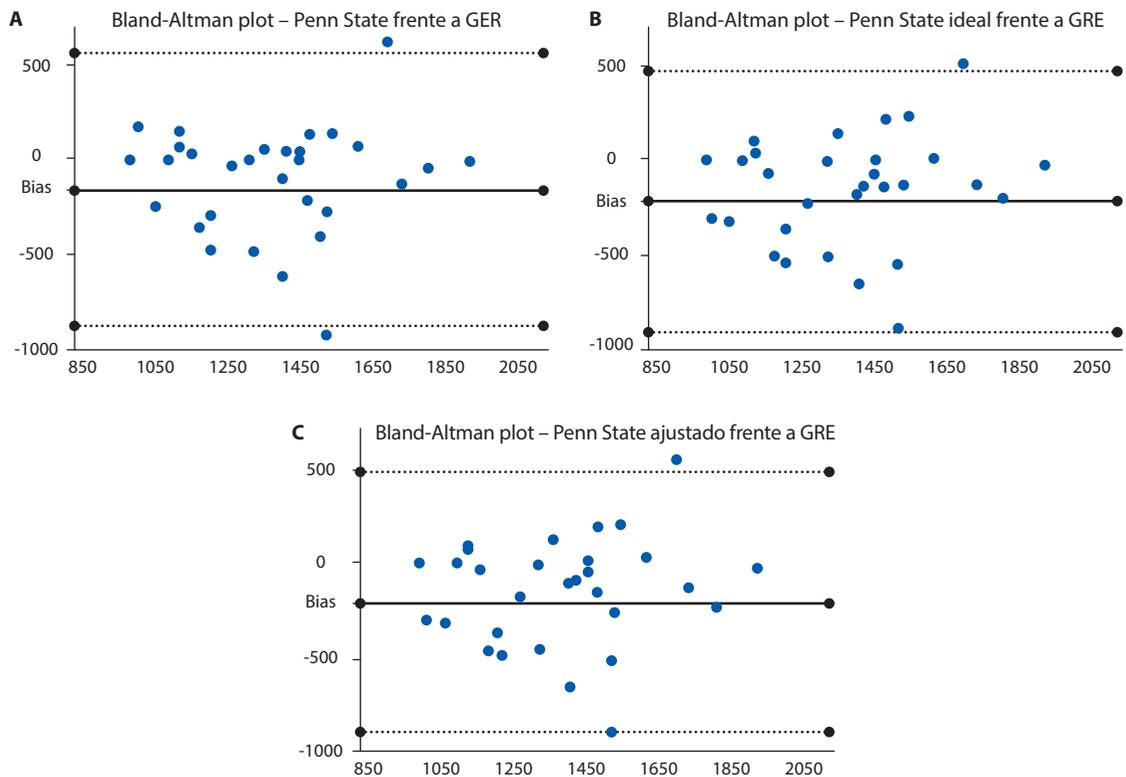


Figura 2. Gráficas de Bland-Altman – Penn State frente a GER. Gráficas de Bland Altman – valor calculado por la ecuación de Penn State frente a GER por calorimetría indirecta: **A.** Según el peso actual. **B.** Según el peso ideal. **C.** Según el peso ajustado.

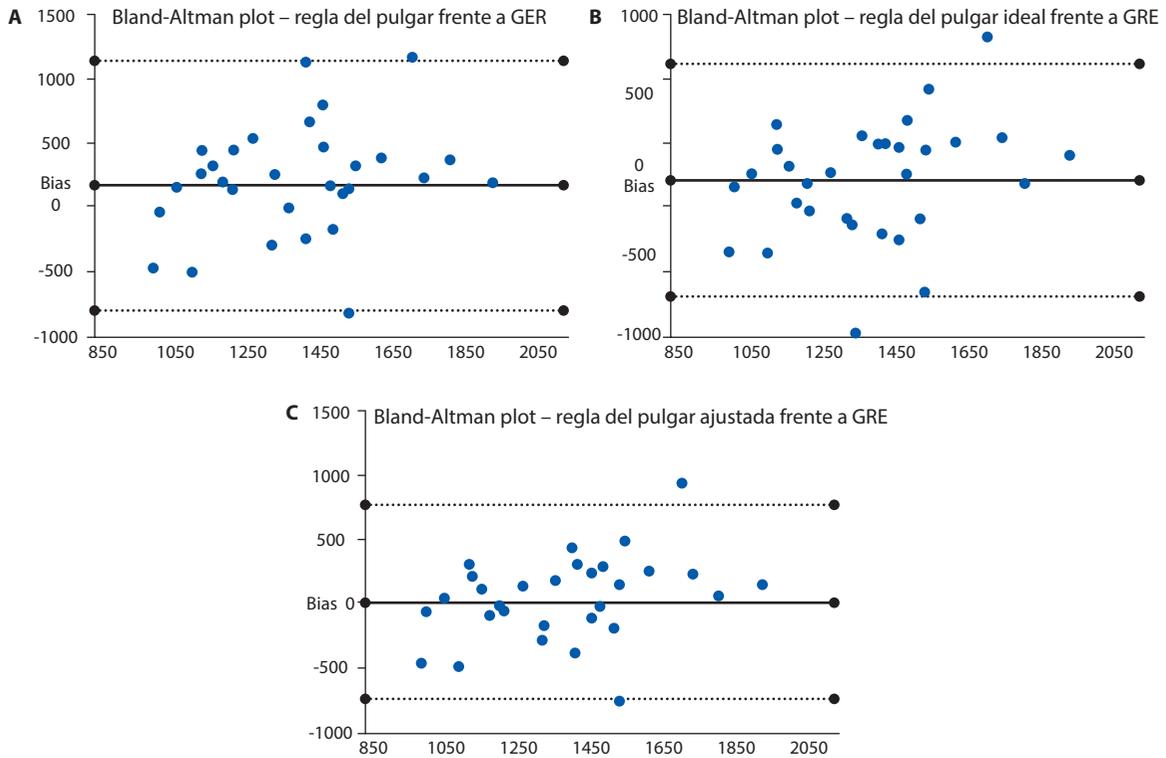


Figura 3. Gráficas de Bland-Altman – regla del pulgar frente a GER. Gráficas de Bland-Altman. Valor calculado por la regla del pulgar frente a GER por CI: **A.** Según el peso actual. **B.** Según el peso ideal. **C.** Según el peso ajustado.

Tabla 3. Exactitud en la estimación de GER a partir de las ecuaciones predictivas

Ecuaciones predictivas	Adecuado		Subestimación		Sobreestimación		p-valor
	n	%	n	%	n	%	
Harris-Benedict (peso real)	12	38,7	12	38,7	7	22,6	0,88
Harris-Benedict (peso ideal)	10	32,3	16	51,6	5	16,1	
Harris-Benedict (peso ajustado)	10	32,3	15	48,4	6	19,3	
Regla del pulgar (peso real)	5	16,1	6	19,3	20	64,6	0,23
Regla del pulgar (peso ideal)	8	25,8	11	35,5	12	38,7	
Regla del pulgar (peso ajustado)	8	25,8	11	35,5	12	38,7	
Penn State (peso real)	12	44,4	11	40,7	4	14,9	0,78
Penn State (peso ideal)	8	29,6	14	51,9	5	18,5	
Penn State (peso ajustado)	8	29,6	14	51,9	5	18,5	

Prueba χ^2 .

ajustada al peso ideal y al ajustado sobreestiman las mediciones de GER.

Para el caso de la fórmula predictiva Penn State, se encontró un sesgo negativo para cada una de las gráfi-

cas de peso actual, ideal y ajustado. Contrario a lo que sucedió en el análisis de la regla del pulgar para peso actual, el cual tuvo un sesgo positivo, lo que evidenció una sobreestimación en la estimación del GER con una

tendencia de los datos a estar por encima de la línea de referencia. Caso similar ocurrió para las otras dos fórmulas de peso ideal y ajustado; sin embargo, la diferencia media entre las medidas comparadas no fue muy variable, con la línea de referencia ubicada en cero.

En general, para cada uno de los análisis de Bland-Altman es notable la dispersión de los puntos respecto a la línea de referencia, lo que indica una mala concordancia entre los métodos comparados y una amplia sobreestimación y subestimación del GER a partir de la utilización de estas ecuaciones predictivas.

DISCUSIÓN

Esta investigación revela resultados significativos en cuanto a la exactitud y concordancia entre las mediciones del GER obtenidas a través de CI y estimaciones proporcionadas por fórmulas predictivas. En nuestro conocimiento, el presente estudio es el primero en la región que compara y evalúa el GER medido con CI y fórmulas predictivas en pacientes en estado crítico. Estos resultados resultan de gran relevancia teniendo en cuenta que este es un parámetro crítico para la evaluación y la planificación de la nutrición de pacientes críticamente enfermos.

Los hallazgos demostraron que las ecuaciones predictivas tienen mala concordancia con la CI sin aproximarse al 50 %. Estas ecuaciones, que son las más utilizadas en la práctica diaria en el manejo del paciente crítico, tienen gran porcentaje de sobreestimación y subestimación del GER independientemente de si se utiliza el peso actual, el ideal o el ajustado. Evidencia similar ha sido reportada en estudios tales como el de Reid⁽¹¹⁾, en el que compararon valores de GER con mediciones continuas de CI y estimaciones a partir de ecuaciones predictivas (Harris Benedict y Schofield), y concluyeron que la concordancia entre estos métodos fue escasa, pues cada una de las ecuaciones dio lugar a una subalimentación y sobrealimentación clínicamente significativa.

De igual manera, Flancbaum y colaboradores⁽¹⁸⁾, al comparar CI, método de Fick y ecuaciones predictivas para GER en pacientes críticos, encontraron una pobre correlación ($r=0,057 - 0,154$) que no mejoró después de ajustar por cambios en el cociente respiratorio. Por lo cual, los autores concluyen que la CI sigue siendo la herramienta clínica más adecuada para esta medición.

Por otro lado, una revisión sistemática realizada por Tatucu-Babet y colaboradores en 2016⁽¹⁹⁾, que incluyó 18 estudios, encontró que, de 13 ecuaciones predictivas

revisadas, el 38 % subestimaron y 12 % sobreestimaron el GER, además observaron diferencias de hasta 43 % por debajo y 66 % por encima de los valores medidos por CI, lo que demuestra las notables discrepancias entre la estimación y la medición por CI.

Así mismo, Aliasgharzadeh y colaboradores⁽²⁰⁾ encontraron un pobre desempeño de siete ecuaciones predictivas al comparar del GER medido con el instrumento Fitmate en mujeres de bajo peso iraníes; y Jagim y colaboradores⁽²¹⁾, en un estudio con atletas jóvenes de ambos sexos, encontraron que cinco diferentes ecuaciones predictivas subestimaron el GER en comparación con CI.

En este trabajo se evidenció que la ecuación predictiva de Harris-Benedict subestimó en gran medida el valor de GER evaluado en pacientes críticos. Esta afirmación no es consistente con estudios publicados, pues en el estudio de Alexander y colaboradores⁽²²⁾, el cual comparó en 76 pacientes con ventilación mecánica el GER evaluado a partir de ecuaciones como la de Harris-Benedict, se infirió que esta ecuación es imparcial, adecuada y precisa para predecir el GER y, por tanto, sugiere su uso en ausencia de CI. La discrepancia entre los resultados que encontramos y los de este estudio podrían deberse a que en este estudio multiplicaron la ecuación por el factor de actividad de 1,2, y en el presente estudio no se hizo de esta forma.

Caso similar fue reportado en una publicación de 2022, en la que investigadores de Florida que evaluaron el grado de concordancia y precisión entre CI y 10 ecuaciones predictivas en pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica concluyeron que la estimación más cercana de GER fue la ecuación de Harris-Benedict⁽²³⁾. Igualmente, un estudio colombiano con diseño descriptivo de corte transversal y de correlación con una muestra de 17 pacientes encontró una buena correlación ($R^2 0,7$), al comparar la ecuación de Harris-Benedict con CI⁽²⁴⁾.

La ecuación de Penn State con peso actual logró estimaciones dentro del rango del 80 %-110 % del GER en casi la mitad de los casos, lo que podría considerarse como una aproximación adecuada en estos pacientes. Sin embargo, subestimó el GER en el 40,70 % de los pacientes, lo que podría llevar a una subalimentación en estos casos. En contraste con estos resultados, un estudio publicado por Frankenfield y colaboradores encontró que la ecuación Penn State proporciona la evaluación más precisa de GER en pacientes críticamente enfermos si no se dispone de CI, pues fue la única imparcial y precisa para todos los subgrupos⁽¹⁶⁾.

Cabe mencionar que este mismo autor, en otras de sus publicaciones, informó que esta fórmula es válida para evaluar GER en pacientes de edad de 60 años o más y con un IMC igual o superior a 30 que estén críticamente enfermos y con ventilación mecánica.

La concordancia entre los métodos comparados reveló la presencia de sesgos tanto negativos como positivos en las estimaciones de GER proporcionadas por las fórmulas predictivas en comparación con la CI. Esto indica que estas ecuaciones no son consistentes ni precisas para la población estudiada, y que no son confiables para guiar la terapia nutricional en esta población de pacientes ventilados en UCI.

La principal fortaleza de este estudio radica en que se hizo con población variada y con diversas patologías que representan la naturaleza dinámica del paciente crítico. No obstante, se reconoce que diagnósticos que estén relacionados con una respuesta inflamatoria sistémica pueden aumentar el metabolismo basal y llevar a una sobreestimación del GER de no tener en cuenta dichos factores. Adicionalmente, se seleccionaron aquellas fórmulas de uso frecuentemente y las predicciones se realizaron con el peso actual, el ideal y el ajustado a diferencia de otros estudios, lo cual da una visión objetiva de su aplicación.

Encontramos varias limitaciones como el tamaño de la muestra, directamente afectado por la disponibilidad de calorímetros, la gravedad de la condición de los pacientes, el fallecimiento antes de lograr la estabilización de los parámetros para obtener la medición y la alta mortalidad debido a los picos de la pandemia por SARS-CoV-2. Además, es importante mencionar que no se empleó la fórmula de Penn State modificada para mayores de 60 años con IMC mayor o igual a 30 como lo sugiere la ASPEN, lo cual hubiera podido tener impacto en los resultados obtenidos.

Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se sugiere a los centros hospitalarios que no cuenten con el método de CI, promuevan y lleven a cabo investigaciones que tengan como objetivo desarrollar modelos matemáticos que faciliten el cálculo calórico para los pacientes críticamente enfermos y, de esta manera, mitiguen las limitaciones por la escasa disponibilidad de instrumentos para tal fin.

CONCLUSIÓN

La concordancia entre las diferentes ecuaciones y los valores de GER por CI en pacientes críticamente enfermos de una UCI fue mala. Las ecuaciones de pre-

dicción de Harris-Benedict, Penn State y la regla del pulgar pueden dar lugar a sobrealimentación o subalimentación significativa en el entorno clínico; es por esto por lo que la CI, si está disponible, sigue siendo la herramienta clínica más adecuada para una medición precisa del GER.

Declaración de autoría

LM. Londoño, AP. Montoya, F. Arango, JF. Escobar, MC. Florián y O. Jaramillo contribuyeron igualmente a la concepción y el diseño de la investigación; F. Arango y D. Trejos contribuyeron a la adquisición y el análisis de los datos; F. Arango contribuyó a la interpretación de los datos; y LM. Londoño, AP. Montoya, F. Arango y D. Trejos redactaron el manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y la precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento

El estudio fue financiado por el S.E.S Hospital Universitario de Caldas en relación con las sondas para la medición de la CI.

Referencias bibliográficas

1. Ndahimana D, Kim EK. Energy Requirements in Critically Ill Patients. *Clin Nutr Res.* 2018;7(2):81-90. doi: 10.7762/cnr.2018.7.2.81.
2. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, Savard JF, Abboud I, Tadie JM, et al. Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation. *British Journal of Nutrition.* 2009;101(7):1079-87. doi: 10.1017/S0007114508055669
3. Giner M, Laviano A, Meguid MM, Gleason JR. In 1995 a correlation between malnutrition and poor outcome in critically ill patients still exists. *Nutrition.* 1996;12(1):23-9. doi: 10.1016/0899-9007(95)00015-1
4. Weijs PJ, Looijaard WG, Beishuizen A, Girbes AR, Oudemans-van Straaten HM. Early high protein intake is associated with low mortality and energy overfeeding with high mortality in non-septic mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2014;18(6):701. doi: 10.1186/s13054-014-0701-z
5. Vargas M, Lancheros P, Barrera MP. Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos. *Rev Fac Med.* 2011;59(Supl 1):S43-58.

6. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr.* 2019;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
7. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2016;40(2):159-211. doi: 10.1177/0148607115621863
8. Wichansawakun S, Meddings L, Alberda C, Robbins S, Gramlich L. Energy requirements and the use of predictive equations versus indirect calorimetry in critically ill patients. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(2):207-10. doi: 10.1139/apnm-2014-0276
9. De Waele E, Jonckheer J, Wischmeyer PE. Indirect calorimetry in critical illness: a new standard of care? *Curr Opin Crit Care.* 2021;27(4):334-43. doi: 10.1097/MCC.0000000000000844
10. Zusman O, Theilla M, Cohen J, Kagan I, Bendavid I, Singer P. Resting energy expenditure, calorie and protein consumption in critically ill patients: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2016;20(1):367. doi: 10.1186/s13054-016-1538-4
11. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr.* 2007;26(5):649-57. doi: 10.1016/j.clnu.2007.02.003
12. Chumlea WC, 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(12):1385-8. doi: 10.1016/0002-8223(94)92540-2
13. de Vries MC, Koekkoek WK, Opdam MH, van Blokland D, van Zanten AR. Nutritional assessment of critically ill patients: validation of the modified NUTRIC score. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72(3):428-35. doi: 10.1038/s41430-017-0008-7
14. Schlein KM, Coulter SP. Best practices for determining resting energy expenditure in critically ill adults. *Nutr Clin Pract.* 2014;29(1):44-55. doi: 10.1177/0884533613515002
15. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1918;4(12):370-3. doi: 10.1073/pnas.4.12.370
16. Frankenfield D. Validation of an equation for resting metabolic rate in older obese, critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2011;35(2):264-9. doi: 10.1177/0148607110377903
17. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today.* 2015;50(3):117-28. doi: 10.1097/NT.0000000000000092
18. Flancbaum L, Choban PS, Sambucco S, Verducci J, Burge JC. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(3):461-6. doi: 10.1093/ajcn/69.3.461
19. Tatuco-Babet OA, Ridley EJ, Tierney AC. Prevalence of Underprescription or Overprescription of Energy Needs in Critically Ill Mechanically Ventilated Adults as Determined by Indirect Calorimetry: A Systematic Literature Review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2016;40(2):212-25. doi: 10.1177/0148607114567898
20. Aliasgharzadeh S, Mahdavi R, Asghari Jafarabadi M, Namazi N. Comparison of Indirect Calorimetry and Predictive Equations in Estimating Resting Metabolic Rate in Underweight Females. *Iran J Public Health.* 2015;44(6):822-9.
21. Jagim AR, Camic CL, Kisiolek J, Luedke J, Erickson J, Jones MT, et al. Accuracy of resting metabolic rate prediction equations in athletes. *J Strength Cond Res.* 2018;32(7):1875-81. doi: 10.1519/JSC.00000000000002111
22. Alexander E, Susla GM, Burstein AH, Brown DT, Ognibene FP. Retrospective evaluation of commonly used equations to predict energy expenditure in mechanically ventilated, critically ill patients. *Pharmacotherapy.* 2004;24(12):1659-67. doi: 10.1592/phco.24.17.1659.52342
23. Kamel AY, Robayo L, Liang D, Rosenthal MD, Croft CA, Ghita G, et al. Estimated vs measured energy expenditure in ventilated surgical-trauma critically ill patients. *PEN J Parenter Enteral Nutr.* 2022;46(6):1431-40. doi: 10.1002/jpen.2314
24. Espinosa JJ, Vergara A, Landaeta DP. Calorimetría indirecta versus Harris-Benedict para determinar gasto energético basal en pacientes ventilados [Internet] [Tesis]. Bogotá: Colegio Mayor del Rosario; 2012 [citado el 7 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/ea5944e6-b212-48a2-b77b-d733f37e22c3/content>. doi: 10.48713/10336_3168



Plantas para tus riñones: una revisión narrativa sobre la dieta basada en plantas y la enfermedad renal crónica

Plants for your kidneys: A narrative review on plant-based diet and chronic kidney disease

Plants for your pumps: uma revisão narrativa sobre dieta à base de plantas e doença renal crônica

Melissa Ponce^{1*}, Diana Ponce², Brian Mariños¹, Cecilia Arteaga-Pazmiño³.

Recibido: 8 de septiembre de 2023. Aceptado para publicación: 1 de noviembre de 2023.
Publicado en línea: 4 de noviembre de 2023.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.579>

Resumen

La enfermedad renal crónica (ERC) es una afección prevalente que afecta a millones de personas en todo el mundo. Los tratamientos convencionales a menudo no proporcionan recuperación renal, lo que lleva a un creciente interés en intervenciones dietéticas alternativas. Las dietas basadas en plantas han ganado atención debido a su potencial para aliviar las complicaciones relacionadas con esta patología y promover la salud en general. Este artículo examina la literatura sobre dietas basadas en plantas en el manejo de la ERC en tratamiento conservador, y destaca sus beneficios potenciales en el control de la presión arterial, la reducción de la inflamación, la mitigación del estrés oxidativo y la mejora del perfil lipídico. También discute los desafíos y las consideraciones asociados con la adopción de este tipo de regímenes alimentarios, incluidas las posibles deficiencias de nutrientes y los ajustes de medicamentos. El artículo enfatiza la importancia de los enfoques dietéticos individualizados considerando factores como la etapa de la ERC, las comorbilidades y los requisitos nutricionales. También destaca el papel de los profesionales nutricionistas en la educación y orientación de estos pacientes hacia patrones dietéticos apropiados basados en plantas. Se necesita investigación adicional para dilucidar

Summary

Chronic kidney disease (CKD) is a prevalent condition that affects millions of people worldwide. Conventional treatments often do not provide full renal recovery, which leads to a growing interest in alternative dietary interventions. Plant-based diets have gained attention due to their potential to alleviate the complications related to this pathology and promote overall health. This article examines the literature on plant-based diets in the management of CKD on conservative treatment, highlighting its potential benefits in controlling arterial blood pressure, reducing inflammation, mitigating oxidative stress, and improving lipid profile. It also discusses the challenges and considerations associated with adopting these types of diets, including potential nutrient deficiencies and medication adjustments. The article emphasizes the importance of individualized dietary approaches, considering factors such as CKD stage, comorbidities, and nutritional requirements. It also highlights the role of professional nutritionists in educating and guiding these patients towards appropriate plant-based dietary patterns. Further research is needed to elucidate the optimal composition and feasibility of plant-based diets in the treatment of individuals suffering from CKD in conservative management.

Resumo

A doença renal crônica (DRC) é uma condição prevalente que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. Os tratamentos convencionais muitas vezes não proporcionam recuperação renal, levando a um crescente interesse em intervenções dietéticas alternativas. As dietas à base de plantas têm ganhado atenção devido ao seu potencial para aliviar complicações relacionadas a essa patologia e promover a saúde em geral. Este artigo analisa a literatura sobre dietas à base de plantas no manejo da DRC no tratamento conservador, destacando seus potenciais benefícios no controle da pressão arterial, redução da inflamação, mitigação do estresse oxidativo e melhora do perfil lipídico. Discute-se também os desafios e considerações associados à adoção desses tipos de dietas, incluindo possíveis deficiências de nutrientes e ajustes de medicamentos. O artigo enfatiza a importância de abordagens dietéticas individualizadas, considerando fatores como estágio da DRC, comorbidades e necessidades nutricionais. Destaca-se, ainda, o papel dos profissionais nutricionistas na educação e orientação desses pacientes para padrões alimentares adequados à base de plantas. Mais pesquisas são necessárias para elucidar a composição ideal e a viabilidade de dietas à base de plantas no tratamento de



la composición óptima y la viabilidad de las dietas basadas en plantas en el tratamiento de individuos que padecen ERC en manejo conservador.

Palabras clave: dieta vegetariana, insuficiencia renal crónica, dieta, alimentos y nutrición.

Keywords: Vegetarian diet; Chronic renal failure; Diet; Food and nutrition.

indivíduos que sofrem de doença renal crônica no manejo conservador.

Palavras-chave: dieta vegetariana, insuficiência renal crônica, dieta, alimentos e nutrição.

¹ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada Norbert Wiener. Lima, Perú.

² Departamento de Nutrición y Dietética, Hospital Nacional "Dos de Mayo". Lima, Perú.

³ Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

*Correspondencia: Melissa Ponce.
melissa.ponce@uwiener.edu.pe

PUNTOS CLAVE

- La dieta basada en plantas puede proporcionar proteínas de calidad sin desencadenar hipertensión glomerular.
- La dieta basada en plantas tiende a ser naturalmente baja en sodio, lo que ayuda a controlar la presión arterial y reducir la retención de líquidos en personas con enfermedad renal crónica (ERC).
- Una dieta basada en plantas es rica en fibra, lo que permite regular la glucemia, reducir el colesterol, mejorar la salud microbiótica y promover la saciedad.
- Los alimentos vegetales son ricos en antioxidantes y fitoquímicos, antiinflamatorios que protegen a los riñones del daño oxidativo.
- La dieta basada en plantas es efectiva para reducir el colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL) y aumentar los niveles de colesterol lipoproteínas de alta densidad (HDL); esto es beneficioso pues las personas con ERC tienen mayor riesgo de mortalidad asociada con complicaciones cardiovasculares.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es una condición médica que afecta a un número significativo de personas en todo el mundo. Se caracteriza por una disminución gradual y progresiva de la función renal, lo que puede llevar a complicaciones graves y, en casos extremos, a la necesidad de diálisis o trasplante de riñón. En los últimos años, ha surgido un creciente interés en la dieta basada en plantas (DBP) como una estrategia nutricional para el manejo de la ERC⁽¹⁾.

La DBP se define como un enfoque alimentario que se centra en el consumo de alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, granos enteros, legumbres y nueces, y limita o excluye los alimentos de origen animal⁽²⁾. Este enfoque ha sido objeto de numerosos estudios que han demostrado sus beneficios para la salud en general, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares.

Sin embargo, la evidencia sobre los efectos de la DBP en la ERC es limitada y, en ocasiones, contradictoria. Algunos estudios sugieren que esta dieta puede ser beneficiosa para la prevención y el manejo de la ERC, ya que puede ayudar a controlar la presión arterial, reducir la inflamación y mejorar el perfil lipídico. Otros estudios, por otro lado, plantean preocupaciones sobre la ingesta adecuada de proteínas y otros nutrientes esenciales en una DBP, especialmente para aquellos con enfermedad renal avanzada.

En esta revisión narrativa se explora la evidencia científica disponible sobre la relación entre la DBP y la ERC. Se analizan los estudios más relevantes y se examinan los posibles mecanismos por los cuales este tipo de dieta podría afectar la progresión de la ERC. Además, se discuten las consideraciones nutricionales y los posibles desafíos asociados con la adopción de una DBP en el contexto de la ERC.

Al comprender mejor la relación entre la DBP y la ERC, se podrá proporcionar información valiosa para los profesionales de la salud y los pacientes que buscan opciones nutricionales para el manejo de esta enfermedad. Mediante esta revisión, se espera contribuir con el creciente cuerpo de conocimiento sobre la importancia de la alimentación en el cuidado de la ERC y fomentar un enfoque integral y personalizado para la salud renal.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Descripción general de la enfermedad renal crónica

La ERC es una condición caracterizada por la pérdida gradual de la función renal⁽³⁾. La ERC puede ser el resultado de procesos patológicos en cualquiera de las siguientes tres categorías: prerrenal (disminución de la presión de perfusión renal), renal intrínseca (patología de los vasos, glomérulos o túbulo-intersticio) o posrenal (obstructiva)⁽⁴⁾. Cualquiera que sea la etiología subyacente, una vez que la pérdida de nefronas y la reducción de la masa renal funcional alcanza un cierto punto, las nefronas restantes comienzan un proceso de esclerosis irreversible que conduce a una disminución progresiva de la tasa de filtración glomerular (TFG)⁽⁵⁾. En la **Tabla 1** se resumen los factores que contribuyen a la progresión de la ERC.

El abordaje de variables como hipertensión, proteinuria, acidosis metabólica e hiperlipidemia es crucial para prevenir el avance de la ERC⁽⁵⁾. Además, las etapas avanzadas pueden causar acumulación de líquidos, electrolitos y azoados, lo que conduce a síntomas como

anorexia, náuseas, vómitos, estomatitis y disgeusia que tienen efecto negativo en los parámetros nutricionales⁽⁷⁾.

Definición y tipos de dietas basadas en plantas

Los regímenes alimentarios basados en plantas consisten principalmente en alimentos integrales a base de plantas, incluyendo frutas, verduras, granos enteros, legumbres, nueces y semillas, y excluyen o minimizan los productos animales⁽⁸⁾. En la **Tabla 2** se describen los principales tipos de DBP.

A pesar de la evidencia, algunos profesionales de salud todavía mantienen conceptos erróneos comunes sobre estos regímenes alimentarios; por ejemplo, se tiene la idea de que son restrictivas y deficientes en términos nutricionales. No obstante, una dieta bien planificada puede proporcionar todos los nutrientes necesarios, incluyendo proteínas, vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales⁽⁹⁾.

Las DBP contienen cantidades importantes de fibra, lo que puede ayudar a reducir el colesterol, estabilizar los parámetros asociados con el metabolismo de la glucosa y promover un estado favorable de la microbiota

Tabla 1. Factores que contribuyen a la progresión de la ERC⁽⁶⁾

Relacionados con la patología	Relacionados con el estilo de vida	Otros
Hipertensión arterial	Obesidad	Exposición a metales pesados
Hiperglucemia	Tabaquismo	Algunos medicamentos analgésicos
Proteinuria	Dislipidemia	
Resistencia a la insulina	Síndrome metabólico	
Hiperuricemia		

Tabla 2. Tipos de regímenes alimentarios basados en plantas

Régimen alimentario	Descripción
Vegano	Excluye todos los productos y subproductos animales, incluyendo carne, lácteos, huevos y miel.
Vegetariano	Excluye la carne, pero puede incluir lácteos, huevos y miel.
Pescatariano	Incluye pescados y mariscos, pero excluye la carne de otros animales.
Flexitariana	Incluye el consumo ocasional de carne, pero está principalmente basada en plantas.
Lacto-ovo vegetariano	Incluye lácteos y huevos, pero excluye la carne.
Integral	Se centra en alimentos vegetales enteros y sin procesar. Excluye o minimiza todos los productos animales, incluidos los huevos y los productos lácteos.

intestinal con gran influencia en la función gastrointestinal⁽¹⁰⁾. Además, son ricas en vitaminas, minerales y antioxidantes, que pueden apoyar la función inmune y reducir la inflamación⁽¹¹⁾. Asimismo, son típicamente bajas en grasas saturadas, lo que puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedad cardíaca y accidente cerebrovascular⁽¹²⁾.

Dietas basadas en plantas en el manejo de la ERC

Durante los años, se han generado nuevos estudios con resultados que apoyan a la conjetura que la dieta exhibe un papel crucial en la progresión de la ERC. Se ha demostrado que la ingestión elevada de proteínas en la dieta se relaciona con progresión de esta enfermedad como consecuencia de hiperfiltración glomerular, mientras que las dietas bajas en proteínas se asocian con el retardo de ella⁽¹³⁾. Sin embargo, los profesionales de salud dudan en prescribir estas dietas debido a la preocupación sobre el detrimento del estado nutricional, especialmente en pacientes con ERC avanzada que exhiban disminución repentina de la ingesta⁽¹⁴⁾.

Por el contrario, la evidencia científica menciona que la dieta con proteínas a base de plantas puede tener un impacto favorable al reducir la proteinuria, toxinas urémicas, ingestión de fósforo y producción de ácidos orgánicos⁽⁹⁾.

Así, la intervención nutricional basada en el aporte dietético de macronutrientes, electrolitos y líquidos, principalmente, ayuda a aliviar los síntomas relacionados sin restringir nutrientes esenciales, lo que previene el riesgo de desnutrición⁽¹⁵⁾.

Algunos estudios mencionan que existe una asociación inversa entre la ingestión de proteínas vegetales y el riesgo de ERC, lo que demuestra el papel protector de la proteína de origen vegetal en una dieta sobre la función renal⁽¹⁶⁾. Así, un estudio prospectivo que incluyó 1639 adultos observó una tendencia lineal decreciente significativa en la ingestión de proteínas vegetales para el riesgo de ERC ($p < 0,001$)⁽¹⁷⁾. Esto fue comprobado años más tarde por un seguimiento de casi 10 años donde se evidenció que el aumento de la ingestión por 0,1 g/kg/día proteína vegetal reduce el riesgo a esta patología (aHR: 0,96; IC del 95%, 0,93-0,99)⁽¹⁸⁾.

Adicionalmente, en un estudio con 1374 mujeres se observó que una mayor ingestión de proteínas de origen vegetal se asoció con disminuciones más lentas en la TFG ($p < 0,03$). La disminución anual de la

TFG se redujo en 0,12 mL/min/1,73 m² (IC del 95%, 0,01-0,23) por cada 10 g de proteína vegetal ingerida, principalmente, proteínas derivadas de frutas, verduras y nueces⁽¹⁹⁾. De manera similar, en un seguimiento por 24 años, las DBP se asociaron con una disminución más lenta de la TFG⁽¹³⁾.

Sin embargo, la preservación de la TFG se ha puesto en debate debido a que existe evidencia de que la DBP no solo ralentiza la disminución de la TFG, sino también mejora la función de filtración renal en pacientes con ERC ($p = 0,001$)⁽²⁰⁾.

Papel de las dietas basadas en plantas en la proteinuria

Las DBP pueden contribuir al control de la proteinuria, ya que las proteínas vegetales tienen mucho menor impacto en la hemodinámica renal que las animales⁽²¹⁾. Es así que la sustitución de proteínas de origen animal por las vegetales puede disminuir la hiperfiltración renal, la proteinuria y el riesgo de desarrollar falla renal⁽⁹⁾.

Incluso, en un estudio retrospectivo que contempló 2797 sujetos en riesgo de ERC con hemoglobina glucosilada (HbA_{1c}) >6,5 % se determinó que el grupo omnívoro tuvo una mayor incidencia de proteinuria (27,7 % frente a 21,7 % [vegetales] y 20,5 % [lacto-ovo vegetarianos]), $p < 0,001$)⁽²²⁾.

Además, se ha demostrado que el tratamiento con una dieta vegetariana baja en proteínas suplementada con alfa-cetoanálogos no solo reduce la proteinuria, sino también la acidosis, fosfatemia, uremia y retrasa la progresión de la ERC⁽²³⁾. Esto es similar a lo evidenciado por un metanálisis publicado recientemente de 17 ensayos clínicos aleatorizados⁽²³⁾.

Papel de las dietas basadas en plantas en la uremia

Diversos autores recomiendan las DBP en pacientes con ERC no solo debido a que la proteína vegetal se asocia con menor producción endógena de urea, sino porque estas dietas comúnmente brindan mayor cantidad de fibra⁽²¹⁾. La ingestión de fibra en sujetos que padecen ERC ha demostrado ayudar al control de urea y creatinina⁽²¹⁾. En sujetos que siguen dietas basadas en plantas, el consumo de fibra promedio suele ser significativamente mayor ($37,9 \pm 12,3$ frente a $28,6 \pm 8,5$, $p = 0,005$) en comparación con aquellos que llevan dietas omnívoras⁽²⁴⁾.

De hecho, esto es confirmado por un metaanálisis en el que se encontró que el consumo de fibra dietética redujo significativamente los niveles séricos de urea y creatinina (-1,76 mmol/L [IC del 95%, -3,00, -0,51], $p < 0,01$ y -22,83 mmol/L [IC del 95%, -42,63, -3,02], $p = 0,02$, respectivamente) con evidencia significativa de heterogeneidad entre estudios debido a los tamaños muestrales y el tipo de fibra suplementada⁽²⁵⁾.

Control glucémico y dietas basadas en plantas en la ERC

El consumo de DBP se ha asociado con sensibilidad a la insulina y control glucémico en pacientes con ERC. Así, se ha observado que una mayor adherencia a las dietas que consisten en una mayor ingestión de granos refinados, alimentos salados y azúcares añadidos en el contexto de las dietas basadas en plantas se asoció con un aumento de glucemias en ayunas⁽²⁶⁾.

De manera similar, un estudio prospectivo de cohorte demostró que una mayor adherencia a la DBP se asoció con un menor riesgo de niveles elevados de glucosa en ayunas (HR: 0,80; IC del 95%, 0,70-0,92; $p = 0,003$)⁽¹⁰⁾.

Además, en pacientes con nefropatía diabética adheridos a un régimen alimentario vegetariano tenían un mejor control del metabolismo de la glucosa debido a la disminución de la resistencia a la insulina⁽²⁷⁾. Conjuntamente, los vegetarianos presentan un nivel de glucosa en ayunas más bajo y una mayor sensibilidad a la insulina que los omnívoros, con una función de células β 12 % menor, mientras que el puntaje HOMA-IR para vegetarianos fue de 1,10 en comparación con 1,56 para omnívoros ($p = 0,001$)⁽²⁰⁾.

Dietas basadas en plantas y perfil lipídico en pacientes con ERC

La ERC conduce a un metabolismo lipídico alterado. Los pacientes con ERC exhiben niveles altos de triglicéridos en sangre, concentraciones y funcionalidad reducidas de HDL y niveles elevados de lipoproteínas aterogénicas pequeñas, densas y de baja densidad (sdLDL)⁽²¹⁾.

La actualización de 2020 de las guías clínicas Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) solo mencionaron la suplementación con omega-3 entre sus recomendaciones para la ingestión de grasas en el tratamiento de la dislipidemia en la ERC, pero no proporcionó orientación sobre la ingestión dietética de estos ácidos grasos⁽¹⁵⁾. Además, la Kidney Disease Improving

Global Outcomes (KDIGO) publicó sus directrices para el manejo de lípidos en la ERC en 2013, pero solo consideró el tratamiento farmacológico⁽²⁸⁾.

Por otro lado, las DBP generalmente se asocian con un perfil lipídico favorable, caracterizado por una disminución del colesterol total, LDL y triglicéridos, y aumento de HDL⁽²¹⁾. Los mecanismos que pueden explicar los efectos positivos de las dietas basadas en plantas sobre la mejora del perfil lipídico están relacionados con la fibra soluble contenida en ciertos vegetales y frutas⁽²⁹⁾. La fibra soluble con alta densidad y capacidad de retención de agua forma geles viscosos en la luz intestinal que reducen la absorción de macronutrientes, así como de colesterol y ácidos biliares, lo que favorece su posterior excreción a nivel fecal⁽³⁰⁾. Una reabsorción deficiente y una excreción aumentada de ácidos biliares estimulan la síntesis de ácidos biliares en el hígado, lo que resulta en una disminución de las concentraciones de colesterol plasmático. De la misma manera, la fermentación colónica de fibra soluble por parte de las bacterias intestinales genera ácidos grasos de cadena corta, y el incremento de las concentraciones de propionato circulante que, a su vez, puede contribuir a la reducción del colesterol al disminuir la síntesis hepática de colesterol^(30,31).

Por otro lado, el aporte de omega-3 derivado de fuentes vegetales podría tener efectos importantes en el perfil lipídico. Un cuerpo creciente de evidencia sugiere que los ácidos grasos omega-3 reducen la síntesis y secreción de partículas de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y aumentan la eliminación triglicéridos, VLDL y partículas de quilomicrones a través de la regulación positiva de enzimas, como la lipoproteína lipasa^(32,33).

Se ha demostrado que el consumo de 43 g de nueces al día reduce las concentraciones séricas de colesterol total y colesterol LDL ($4,87 \pm 0,18$ y $2,77 \pm 0,15$ mmol/L, respectivamente) en adultos con hiperlipemias, en comparación con el grupo control ($5,14 \pm 0,18$ y $3,06 \pm 0,15$ mmol/L, respectivamente) y los que siguieron la dieta de pescado ($5,33 \pm 0,18$ y $3,2 \pm 0,15$ mmol/L, respectivamente; $p < 0,0001$). A pesar de estos resultados, la disminución de los niveles de triglicéridos parece ser más modestos en comparación con el consumo de dietas altas en pescado^(34,35).

En general, el consumo de frutos secos puede disminuir el colesterol total (-0,09 a -0,28 mmol/L), colesterol LDL (-0,09 a -0,26 mmol/L) y triglicéridos (-0,05 a -0,17 mmol/L). Sin embargo, existe evidencia limitada sobre sus efectos sobre el colesterol HDL^(36,37).

Tabla 3. Recomendaciones nutricionales para el manejo de pacientes con ERC

Nutriente	Función renal normal (TFGe >60) y sin proteinuria, pero con mayor riesgo de ERC; por ejemplo, diabetes, hipertensión o riñón solitario	ERC leve a moderada (TFGe 30-60) sin proteinuria sustancial (<0,3 g/día)	ERC avanzada (TFGe <30) o cualquier ERC con proteinuria sustancial (>0,3 g/día)
Energía	25-35 kcal/kg/día*		
Proteína	<1,0 g/kg/día, aumentar la proporción de proteínas de origen vegetal.	<1,0 g/kg/d (considerar 0,6-0,8 si la TFGe <45 mL/min 1,73 m ² y progresión rápida)	0,6-0,8 g/kg/día, incluido el 50 % de AVB, o <0,6 g/kg/día con adición de EAA/KA
Carbohidratos	Ajustar de acuerdo con el aporte energético y metabolismo de glucosa. Simples <10 % VCT		
Grasas	La mayoría de los lípidos mono- y poliinsaturados, incluidos los ácidos grasos omega-3, aumentan su proporción en dietas bajas en proteínas.		
Fibra	25-30 g/día, objetivo de mayor proporción (>50 %-70 %) con alimentos de origen vegetal.		
Líquidos	Sin restricción de líquidos, hidratación adecuada, >1,5 L/día (si el riesgo de hiponatremia es mínimo).	<1,5 L/día (si está edematosa o hiponatremia, considere agregar diuréticos).	<1,5 L/día (considerar diuréticos de asa y valorar la dosis o la dosificación en escala móvil).
Sodio	<4 g/día (<3 g/día en HTA).	<4 g/día, evitar <1,5 g/día si es probable que haya hiponatremia.	<3 g/d, evite <1,5 g/día si es probable que haya hiponatremia.
Potasio	Igual que la población general (4,7 g/día), a menos que sea probable que haya excursiones frecuentes o graves de hiperpotasemia.		<3 g/d si la hiperpotasemia ocurre con frecuencia mientras se mantiene una alta ingestión de fibra.
Fósforo	<1000 mg/día, minimizar el P inorgánico añadido en conservantes	<800 mg/día, minimizar el P inorgánico, fomentar más comida basada en plantas.	
Calcio	<1000-1300 mg/día	800-1000 mg/día	800-1000 mg/día
Magnesio	300 mg/día	300 mg/día	300 mg/día
Otros micronutrientes	Recomendar la ingestión diaria de multivitaminas.	Evite los medicamentos a base de aluminio, controle los índices de hierro y garantice la terapia con hierro según sea necesario.	

AVB: alto valor biológico; EAA/KA: alfa-cetoanálogos de aminoácidos; HTA: hipertensión arterial; P: Fósforo; TFGe: tasa de filtración glomerular estimada; VCT: valor calórico total. *Extraído de: Izkizler TA, et al. Am J Kidney Dis. 2020;76(3):S1–107⁽¹⁵⁾. Adaptado de: Kopple JD, et al, editores. Elsevier; 2022⁽²¹⁾.

Adecuación nutricional y adherencia de dietas basadas en plantas para pacientes con ERC

Según las guías clínicas KDOQI, es recomendable para adultos con ERC una ingestión diaria de energía de 25-35 kcal/kg de peso/día según la edad, el sexo, la actividad física, la composición corporal, los objetivos de peso y la inflamación. Además, sugieren restringir la ingestión de proteínas puede reducir el riesgo de enfermedad renal terminal y mejorar la calidad de vida. Así, se aconseja una dieta con 0,55-0,60 g de proteína/kg de

peso/día. No obstante, para adultos con ERC y diabetes, una ingestión de 0,6-0,8 g de proteína/kg de peso/día por día es razonable⁽¹⁵⁾. En la **Tabla 3** se resumen las recomendaciones nutricionales para el manejo de pacientes con ERC.

Dado que los individuos con ERC regularmente presentan reducción involuntaria del apetito derivada de la anorexia producida por el síndrome urémico, la promoción de la implementación de estrategias que aseguren la suficiencia nutricional es obligatoria⁽²¹⁾. Ya que las dietas basadas en plantas han demostrado tener

una gran adherencia por parte de los pacientes y que estas contienen menor cantidad de proteínas animales, la producción endógena de urea es menor^(21,38); de ahí que estos regímenes alimentarios suelen controlar de mejor manera el estado nutricional y metabólico⁽²¹⁾.

No obstante, es fundamental la planificación cuidadosa para garantizar la ingestión suficiente no solo en términos cuantitativos, sino también cualitativos. Es crucial incluir una variedad de alimentos de origen vegetal que permitan satisfacer la ingestión de aminoácidos esenciales (EAA)⁽⁹⁾. Incluso, si es necesario, se pueden brindar suplementos de proteína vegetal⁽⁹⁾. Más aún, se recomienda una intervención por tres meses o más con suplementos nutricionales orales si el paciente no demuestra suficiencia nutricional⁽¹⁵⁾.

Manejo del equilibrio electrolítico en dietas basadas en plantas

Controlar el equilibrio electrolítico en una DBP es posible con una planificación cuidadosa y una variedad de alimentos de origen vegetal⁽³⁹⁾.

Si bien reducir la ingestión de sodio puede ser beneficioso para algunas personas, es importante asegurarse de que el consumo sea suficiente (2300 mg/día) de acuerdo con las recomendaciones, puesto que su ingestión insuficiente provoca desequilibrios electrolíticos⁽¹⁵⁾.

Los regímenes alimentarios basados en plantas tienden a ser ricos en potasio. No obstante, de manera análoga al sodio, se debe considerar la recomendación de ingestión diaria (3500 mg/día) y asegurar que el consumo dietético sea suficiente para mantener los niveles séricos regulares⁽¹⁵⁾.

Si bien muchos alimentos de origen vegetal son ricos en calcio y magnesio, puede ser difícil obtener suficiente en una dieta basada en plantas, por lo que es necesario considerar su suplementación⁽⁴⁰⁾. La recomendación de ingestión dietética para el calcio oscila entre 800-1000 mg/día⁽¹⁵⁾, mientras que de lo sugerido para magnesio se encuentra alrededor de los 300 mg/día⁽²¹⁾.

Una complicación importante de la ERC es la hiperfosfatemia⁽⁴¹⁾. Un nivel elevado de fosfato sérico se ha relacionado con la calcificación vascular y un mayor riesgo de morbilidad cardiovascular⁽²¹⁾. Como resultado, controlar el nivel de fosfato sérico es fundamental para mejorar el pronóstico de los pacientes con ERC⁽¹⁵⁾. Una gran estrategia es identificar las características de la absorción intestinal de las especies de fósforo orgánico e inorgánico. Así, el fósforo vegetal ha demostrado

tener menor absorción intestinal que el animal y el inorgánico⁽²¹⁾. Por lo tanto, la aplicación de una DBP es potencialmente favorable para mantener los niveles séricos regulares de este electrólito⁽⁴¹⁾.

Adicionalmente, se ha verificado que el nivel sérico del factor de crecimiento fibroblástico 23 (FGF23), que tiene función de fosfatona, fue significativamente menor en el grupo que consumió menos proteína animal y más proteína vegetal, que en el grupo que consumió más proteína animal y menos proteína vegetal ($p < 0,05$), según un estudio en pacientes con ERC⁽⁴²⁾.

Dietas basadas en plantas y complicaciones relacionadas con la ERC

Impacto de las dietas basadas en plantas en la salud cardiovascular

Numerosos estudios han encontrado que las DBP, especialmente cuando son ricas en alimentos vegetales de alta calidad como granos enteros, frutas, verduras y nueces, están asociadas con un menor riesgo de resultados cardiovasculares y factores de riesgo en sujetos con ERC.

Además, se ha encontrado que las DBP reducen las lecturas de presión arterial en comparación con otras dietas. Un estudio longitudinal de cinco años mostró que el consumo de una dieta alta en frutas y verduras reduce los niveles de presión arterial sistólica de forma significativa en comparación con grupos control y suplementados con bicarbonato⁽¹²⁾.

Un análisis secundario en esta misma población identificó que los sujetos que llevaban una dieta alta en frutas y verduras no desarrollaron eventos de enfermedad cardiovascular en comparación con los otros grupos ($p=0,009$) durante el seguimiento⁽⁴³⁾. Los mecanismos que podrían explicar los efectos positivos de una DBP sobre la salud cardiovascular en sujetos con ERC parecen tener relación con el aporte total de fibra de la misma.

En una cohorte de adultos mayores se reportó que una dieta con menor proporción proteínas/fibra dietética se asocia con una menor incidencia de eventos cardiovasculares⁽⁴⁴⁾. En este mismo contexto, Kwon y colaboradores observaron una relación significativa e inversa entre la ingestión de fibra dietética y el riesgo de mortalidad cardiovascular en pacientes con ERC⁽⁴⁵⁾.

Por otro lado, las DBP pueden modular marcadores bioquímicos de riesgo cardiovascular en pacientes con ERC. Azadbakht y colaboradores demostraron que el consumo de una dieta de 0,8 g/kg de peso/día de pro-

teínas (35 % de proteína animal, 35 % de proteínas de soya texturizada y 30 % de otras proteínas vegetales) frente a una dieta habitual afectó significativamente los niveles de lípidos sanguíneos en sujetos con nefropatía diabética; el valor medio de colesterol total fue -23 ± 5 frente a 10 ± 3 mg/dL ($p=0,01$), colesterol LDL -20 ± 5 frente a 6 ± 2 mg/dL ($p=0,01$) y triglicéridos séricos -24 ± 6 frente a -5 ± 2 mg/dL ($p=0,01$)⁽⁴⁶⁾.

Efectos de las dietas basadas en plantas sobre la inflamación y el estrés oxidativo

Los estudios observacionales y de intervención han indicado una asociación inversa entre las DBP, como las dietas mediterráneas y DASH, con concentraciones más bajas de varios biomarcadores de estrés oxidativo e inflamación, como la proteína C-reactiva (PCR) y la interleucina-6 (IL-6)⁽⁴⁷⁾.

En comparación con las dietas que incluyen productos animales, se ha descubierto que las DBP son mejores para reducir los compuestos dietéticos inflamatorios, como los productos finales de glicación avanzada (AGE). El potencial antiinflamatorio de las DBP está relacionado con el mayor consumo de frutas y verduras que contienen más vitaminas antioxidantes como la vitamina C, E y betacaroteno, las cuales estabilizan las especies reactivas de oxígeno⁽⁴⁸⁾.

González-Ortiz y colaboradores reportaron que una mayor adherencia a una DBP se asoció con niveles significativamente más bajos de IL-6 y PCR en hombres adultos mayores con ERC⁽¹¹⁾. En este mismo sentido, un metaanálisis reciente de ensayos clínicos no aleatorizados reportó una tendencia a la baja en los niveles de PCR en pacientes con ERC que consumen proteínas vegetales en comparación con las proteínas animales. Asimismo, se identificó que las proteínas animales (huevos y carnes rojas) mostraron tendencias crecientes en los niveles de PCR en comparación con el aislado de proteína de suero⁽⁴⁹⁾.

Por otra parte, las DBP pueden modular de forma positiva la microbiota intestinal y disminuir la producción de toxinas urémicas como N-óxido de trimetilamina (TMAO) e indoxil (IS). El TMAO y el IS pueden alterar la permeabilidad de la barrera intestinal y promover la inflamación y el estrés oxidativo en pacientes con ERC; de la misma manera, están implicados en diversas complicaciones asociadas a la ERC como la enfermedad cardiovascular, la anemia, las alteraciones del metabolismo mineral o la progresión de la misma⁽⁵⁰⁾.

Dietas basadas en plantas y salud ósea en la ERC

Las dietas ricas en fibra se han asociado con una mejor salud ósea en algunos estudios. Sin embargo, las DBP pueden ser altas en fitatos, que pueden interferir con la absorción de calcio y otros minerales. Además, estas dietas pueden ser bajas en calcio y vitamina D, que son importantes para la salud ósea^(51,52).

No hay evidencia de que una DBP, cuando se elige cuidadosamente para mantener niveles adecuados de calcio y vitamina D, tenga efectos perjudiciales sobre la salud ósea. Varios estudios no han demostrado diferencias significativas en la salud ósea entre vegetarianos/veganos y omnívoros siempre y cuando la ingestión de calcio y vitamina D fuera adecuada⁽⁵³⁾.

Algunos estudios prospectivos de cohortes o longitudinales sugieren beneficios potenciales de una dieta basada en plantas en la salud ósea, pero estas afirmaciones siguen sin probarse. Los hallazgos teóricos sugieren que una dieta basada en plantas a largo plazo puede reducir el riesgo de osteoporosis, aunque los mecanismos son actualmente especulativos.

Una revisión sistemática reciente evaluó los efectos del consumo de proteínas de origen vegetal sobre la función renal y los resultados del trastorno óseo mineral en adultos con ERC en estadios 3-5. Los resultados mostraron que los niveles de fosfato en suero son significativamente más bajos en sujetos que llevan dietas ovolactovegetarianas en comparación con pacientes con dietas omnívoras, lo que sugiere que las primeras podrían prevenir la hiperfosfatemia y, con ello, el riesgo de desarrollar trastorno mineral óseo asociado a ERC⁽⁵⁴⁾.

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS Y EL PAPEL DEL NUTRICIONISTA EN LA PRESCRIPCIÓN DE DIETAS BASADAS EN PLANTAS EN LA ERC

La transición a una DBP para pacientes con ERC requiere una planificación cuidadosa y la orientación de un nutricionista con experiencia en la atención de pacientes con patologías renales para determinar las necesidades específicas y proporcionar recomendaciones personalizadas⁽⁵⁵⁾.

En general, se recomienda hacer la transición gradual a una dieta basada en plantas. Es crucial iniciar con la incorporación gradual y progresiva de comidas a base de plantas. Esto permite la adaptación a los cambios y garantiza un enfoque equilibrado y sostenible⁽⁵⁵⁾.

Sin embargo, la implementación de estos regímenes puede acarrear diversas dificultades como⁽⁵⁶⁾:

- **Insuficiencia de nutrientes:** asegurar que los pacientes con ERC reciban cantidades suficientes de nutrientes esenciales (proteínas, vitamina B₁₂, hierro y calcio) en una DBP puede ser un desafío. La planificación y la monitorización cuidadosos son necesarias para satisfacer sus necesidades nutricionales individuales.
- **Sabor y familiaridad:** algunos pacientes con ERC pueden encontrar difícil adaptarse a los sabores y texturas de los alimentos de origen vegetal, especialmente si tienen preferencias dietéticas específicas.
- **Factores culturales y sociales:** pueden influir en las elecciones dietéticas.
- **Practicidad y conveniencia:** las DBP pueden requerir más planificación, preparación y cocción en comparación con otros patrones dietéticos, lo que dificulta su incorporación en rutinas diarias, especialmente si carecen de tiempo o tienen habilidades culinarias limitadas.
- **Inversión económica:** las DBP pueden ser rentables, pero ciertos alimentos de origen vegetal, como los productos frescos y los productos especiales a base de plantas, pueden ser más costosos.
- **Ofrecer ideas de recetas y consejos de cocina** para hacer que las comidas basadas en plantas sean más agradables y manejables.
- **Ser culturalmente sensibles** y trabajar con pacientes con ERC para encontrar alternativas basadas en plantas que se alineen con sus preferencias y tradiciones culturales.
- **Proporcionar soluciones prácticas** para incorporar comidas basadas en plantas en las rutinas diarias.
- **Ofrecer información sobre fuentes de proteínas** de origen vegetal rentables y sugerir estrategias de planificación de comidas económicas.

MONITORIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DIETÉTICO

Es importante controlar el cumplimiento dietético de las DBP en pacientes con ERC para garantizar que los pacientes reciban los nutrientes adecuados y sigan las guías clínicas. Por tal motivo, es de suma importancia contar con un protocolo de trabajo que contemple los componentes de la monitorización en términos del proceso de atención nutricional⁽²¹⁾. En la **Tabla 4** se presentan las principales pruebas ambulatorias recomendadas en pacientes con ERC que siguen una DBP.

Para verificar el cumplimiento dietético del régimen alimentario prescrito se deben utilizar herramientas validadas como el registro dietético o cuestionarios de frecuencia alimentaria. No obstante, el registro dieté-

Para abordar estos desafíos, los nutricionistas deben:

- **Proporcionar educación y orientación** sobre cómo satisfacer las necesidades de nutrientes a través de fuentes vegetales y suplementos apropiados si es necesario.

Tabla 4. Pruebas ambulatorias recomendadas en una dieta basada en plantas

Meses en dieta basada en plantas		0	1	3	6	9	12	18	24	30	36	Tiempo
Consulta del profesional de nutricionista	Bioquímicos: creatinina, urea, albúmina, PCR, perfil metabólico, TFGe, nitrógeno ureico urinario en 24 horas, electrolitos en sangre y orina.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	<10 min
	Educación dietética (50 % a base de plantas).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10-20 min
	Registro dietético de 3 días.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10-20 min
	Antropometría y composición corporal.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	5-10 min
	Puntaje de malnutrición e inflamación (MIS).	X		X	X	X	X	X	X	X	X	2-5 min
	Fuerza de prensión manual.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	1-2 min
Cuestionarios	Cuestionario de palatabilidad y apetito de la dieta.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15-30 min
	Cuestionario de frecuencia alimentaria.	X			X		X	X	X	X	X	15-30 min
	Cuestionario de síntomas urémicos.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	10-15 min

Adaptado de: Kopple JD, et al, editores. Elsevier; 2022⁽²¹⁾.

tico puede proporcionar información precisa solo si los pacientes son instruidos y la ingestión se registra durante al menos 7 días, puesto que el porcentaje de subregistro puede alcanzar el 72,5 % en sujetos con ERC⁽¹⁵⁾.

En otra instancia y de manera más indirecta, la tasa catabólica de proteínas (PCR) se puede utilizar para evaluar la ingestión de proteínas en pacientes con ERC debido a que se encontraron correlaciones significativas con el registro dietético⁽¹⁵⁾.

En general, esto requiere un enfoque multidisciplinario que implique controles regulares, así los pacientes pueden asegurarse de que están recibiendo los nutrientes adecuados y siguiendo las pautas dietéticas recomendadas para apoyar su salud renal.

CONCLUSIÓN

Esta revisión narrativa examinó la evidencia en relación con la aplicación de una DBP y la ERC. Aunque la evidencia es limitada en ciertos aspectos, se sugiere que una DBP puede ayudar a controlar la presión arterial, reducir la inflamación y mejorar el perfil de lipoproteínas. Sin embargo, es crucial superar los desafíos nutricionales asociados con la adopción de este tipo de régimen alimentario en el contexto de dicha patología. Por último, se necesita más investigación para comprender los efectos específicos de las DBP en la ERC para evaluar los resultados clínicos y la progresión a largo plazo.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Financiamiento

El presente estudio no tuvo financiación.

Declaración de autoría

M. Ponce y D. Ponce contribuyeron igualmente a la concepción y diseño de la investigación; B. Mariños y C. Arteaga contribuyeron a la interpretación de los datos; y M. Ponce, B. Mariños y C. Arteaga redactaron el manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Referencias bibliográficas

1. Asghari G, Momenan M, Yuzbashian E, Mirmiran P, Azizi F. Dietary pattern and incidence of chronic kidney disease among adults: a population-based study. *Nutr Metab (Lond)*. 2018;15:88. doi: 10.1186/s12986-018-0322-7
2. Chen Y, Wu J, Yu D, Liu M. Plant or Animal-Based or PLADO Diets: Which Should Chronic Kidney Disease Patients Choose? *J Ren Nutr*. 2023;33(2):228-35. doi: 10.1053/j.jrn.2022.06.011
3. Provenzano PF, Caridi G, Parlongo G, Leonardi D, Puntorieri E, Tripepi G, et al. Are there sex differences in cardiovascular outcomes in non-dialysis CKD patients? *Clin Kidney J*. 2023;16(11):2141-46. doi: 10.1093/ckj/sfad174
4. Vergnaud P, Cohen C, Isnard P. Aux sources de la compréhension de la maladie rénale chronique. *médecine/sciences*. 2023;39(3):265-70. doi: 10.1051/medsci/2023033
5. Sandino J, Martín-Taboada M, Medina-Gómez G, Vila-Bedmar R, Morales E. Novel Insights in the Physiopathology and Management of Obesity-Related Kidney Disease. *Nutrients*. 2022;14(19):3937. doi: 10.3390/nu14193937
6. Hannan M, Ansari S, Meza N, Anderson AH, Srivastava A, Waikar S, et al. Risk Factors for CKD Progression: Overview of Findings from the CRIC Study. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2021;16(4):648-59. doi: 10.2215/CJN.07830520
7. Lauriola M, Farré R, Evenepoel P, Overbeek SA, Meijers B. Food-Derived Uremic Toxins in Chronic Kidney Disease. *Toxins (Basel)*. 2023;15(2):116. doi: 10.3390/toxins15020116
8. Butola LK, Kanyal D, Ambad R. Vegetarian Diet - Dealing with Efficiency and Deficiency of It - A Review. *J Evol Med Dent Sci*. 2021;10(41):3592-97. doi: 10.14260/jemds/2021/728
9. Cases A, Cigarrán-Guldris S, Mas S, Gonzalez-Parra E. Vegetable-Based Diets for Chronic Kidney Disease? It Is Time to Reconsider. *Nutrients*. 2019;11(6):1263. doi: 10.3390/nu11061263
10. Kim H, Lee K, Rebholz CM, Kim J. Plant-based diets and incident metabolic syndrome: Results from a South Korean prospective cohort study. *PLoS Med*. 2020;17(11):e1003371. doi: 10.1371/journal.pmed.1003371
11. González-Ortiz A, Xu H, Avesani CM, Lindholm B, Cederholm T, Risérus U, et al. Plant-based diets, insulin sensitivity and inflammation in elderly men with chronic kidney disease. *J Nephrol*. 2020;33(5):1091-101. doi: 10.1007/s40620-020-00765-6
12. Goraya N, Munoz-Maldonado Y, Simoni J, Wesson DE. Fruit and Vegetable Treatment of Chronic Kidney Disease-Related Metabolic Acidosis Reduces Cardiovascular Risk Better than Sodium Bicarbonate. *Am J Nephrol*. 2019;49(6):438-48. doi: 10.1159/000500042

13. Kim H, Caulfield LE, Garcia-Larsen V, Steffen LM, Grams ME, Coresh J, et al. Plant-Based Diets and Incident CKD and Kidney Function. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2019;14(5):682-91. doi: 10.2215/CJN.12391018
14. Cruickshank K, Saleh A, Morancy T, Nadeem I, Kasparov E, Markell M. Beliefs About Plant-Based Diet in Inner City CKD and Family Medicine Patients and Relationship to Dietary Patterns. *Curr Dev Nutr.* 2020;4(Suppl 2):516. doi: 10.1093/cdn/nzaa046_016
15. 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/ajkd.2020.05.006
16. Liu HW, Tsai WH, Liu JS, Kuo KL. Association of Vegetarian Diet with Chronic Kidney Disease. *Nutrients.* 2019;11(2):279. doi: 10.3390/nu11020279
17. Alvirdizadeh S, Yuzbashian E, Mirmiran P, Eghtesadi S, Azizi F. A prospective study on total protein, plant protein and animal protein in relation to the risk of incident chronic kidney disease. *BMC Nephrol.* 2020;21(1):489. doi: 10.1186/s12882-020-02079-y
18. 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):687-697.e1. doi: 10.1053/j.ajkd.2023.05.007
19. Bernier-Jean A, Prince RL, Lewis JR, Craig JC, Hodgson JM, Lim WH, et al. Dietary plant and animal protein intake and decline in estimated glomerular filtration rate among elderly women: a 10-year longitudinal cohort study. *Nephrol Dial Transplant.* 2021;36(9):1640-47. doi: 10.1093/ndt/gfaa081
20. Świątek Ł, Jeske J, Miedziaszczyk M, Idasiak-Piechocka I. The impact of a vegetarian diet on chronic kidney disease (CKD) progression - a systematic review. *BMC Nephrol.* 2023;24(1):168. doi: 10.1186/s12882-023-03233-y
21. Kopple JD, Massry SG, Kalantar-Zadeh K, Fouque D, editors. *Nutritional management of renal disease.* 4.^a edición. London: Elsevier; 2022.
22. Hou YC, Huang HF, Tsai WH, Huang SY, Liu HW, Liu JS, et al. Vegetarian Diet Was Associated With a Lower Risk of Chronic Kidney Disease in Diabetic Patients. *Front Nutr.* 2022;9:843357. doi: 10.3389/fnut.2022.843357
23. Apetrii M, Timofte D, Voroneanu L, Covic A. Nutrition in Chronic Kidney Disease-The Role of Proteins and Specific Diets. *Nutrients.* 2021;13(3):956. doi: 10.3390/nu13030956
24. Jedut P, Glibowski P, Skrzypek M. Comparison of the Health Status of Vegetarians and Omnivores Based on Biochemical Blood Tests, Body Composition Analysis and Quality of Nutrition. *Nutrients.* 2023;15(13):3038. doi: 10.3390/nu15133038
25. Chiavaroli L, Mirrahimi A, Sievenpiper JL, Jenkins DJA, Darling PB. Dietary fiber effects in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Eur J Clin Nutr.* julio de 2015;69(7):761-8.
26. Stanford J, Stefoska-Needham A, Lambert K, Batterham M, Charlton K. Association between plant-based diet quality and chronic kidney disease in Australian adults. *Proc Nutr Soc.* 2023;82(OCE2):E205. doi: 10.1017/S0029665123002148
27. Mocanu CA, Simionescu TP, Mocanu AE, Garneata L. Plant-Based versus Animal-Based Low Protein Diets in the Management of Chronic Kidney Disease. *Nutrients.* 2021;13(11):3721. doi: 10.3390/nu13113721
28. Ferro CJ, Mark PB, Kanbay M, Sarafidis P, Heine GH, Rossignol P, et al. Lipid management in patients with chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol.* 2018;14(12):727-49. doi: 10.1038/s41581-018-0072-9
29. Trautwein EA, McKay S. The Role of Specific Components of a Plant-Based Diet in Management of Dyslipidemia and the Impact on Cardiovascular Risk. *Nutrients.* 2020;12(9):2671. doi: 10.3390/nu12092671
30. Anderson JW, Baird P, Davis RH Jr, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev.* 2009;67(4):188-205. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
31. Theuwissen E, Mensink RP. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiol Behav.* 2008;94(2):285-92. doi: 10.1016/j.physbeh.2008.01.001
32. Mone P, Varzideh F, Kansakar U, Infante C, Lombardi A, de Donato A, et al. Omega-3 fatty acids coordinate glucose and lipid metabolism in diabetic patients. *Lipids Health Dis.* 2022;21(1):31. doi: 10.1186/s12944-022-01642-w
33. Yanai H, Masui Y, Katsuyama H, Adachi H, Kawaguchi A, Hakoshima M, et al. An Improvement of Cardiovascular Risk Factors by Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *J Clin Med Res.* 2018;10(4):281-89. doi: 10.14740/jocmr3362w
34. Rajaram S, Haddad EH, Mejia A, Sabaté J. Walnuts and fatty fish influence different serum lipid fractions in normal to mildly hyperlipidemic individuals: a randomized controlled study. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(5):1657S-1663S. doi: 10.3945/ajcn.2009.26736S
35. Le T, Flatt SW, Natarajan L, Pakiz B, Quintana EL, Heath DD, et al. Effects of Diet Composition and Insulin Resistance Status on Plasma Lipid Levels in a Weight Loss Intervention in Women. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(1):e002771. doi: 10.1161/JAHA.115.002771
36. Caldas APS, Rocha DMUP, Dionísio AP, Hermsdorff HHM, Bressan J. Brazil and cashew nuts intake improve body composition and endothelial health in women at cardiometabolic risk (Brazilian Nuts Study): a randomized controlled trial. *Br J Nutr.* 2022;1-38. doi: 10.1017/S000711452100475X

37. Guasch-Ferré M, Tessier AJ, Petersen KS, Sapp PA, Tapsell LC, Salas-Salvadó J, et al. Effects of Nut Consumption on Blood Lipids and Lipoproteins: A Comprehensive Literature Update. *Nutrients*. 2023;15(3):596. doi: 10.3390/nu15030596
38. Clegg DJ, Hill Gallant KM. Plant-Based Diets in CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2019;14(1):141-143. doi: 10.2215/CJN.08960718
39. Carrero JJ, González-Ortiz A, Avesani CM, Bakker SJL, Bellizzi V, Chauveau P, et al. Plant-based diets to manage the risks and complications of chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol*. 2020;16(9):525-42. doi: 10.1038/s41581-020-0297-2
40. Chuang TL, Lin CH, Wang YF. Effects of vegetarian diet on bone mineral density. *Tzu Chi Med J*. 2020 Sep 16;33(2):128-134. doi: 10.4103/tcmj.tcmj_84_20.
41. Campbell TM, Liebman SE. Plant-based dietary approach to stage 3 chronic kidney disease with hyperphosphataemia. *BMJ Case Rep*. 2019;12(12):e232080. doi: 10.1136/bcr-2019-232080.
42. Yoshioka M, Kosaki K, Matsui M, Mori S, Nishitani N, Saito C, et al. Association between the intake of plant and animal proteins and the serum fibroblast growth factor-23 level in patients with chronic kidney disease analyzed by the isocaloric substitution model. *Endocr J*. 2023;70(1):31-42. doi: 10.1507/endocrj.EJ22-0063
43. Goraya N, Munoz-Maldonado Y, Simoni J, Wesson DE. Treatment of Chronic Kidney Disease-Related Metabolic Acidosis With Fruits and Vegetables Compared to NaHCO₃ Yields More and Better Overall Health Outcomes and at Comparable Five-Year Cost. *J Ren Nutr*. 2021;31(3):239-247. doi: 10.1053/j.jrn.2020.08.001
44. Xu H, Rossi M, Campbell KL, Sencion GL, Ärnlöv J, Cederholm T, et al. Excess protein intake relative to fiber and cardiovascular events in elderly men with chronic kidney disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2016;26(7):597-602. doi: 10.1016/j.numecd.2016.02.016
45. Kwon YJ, Lee HS, Park GE, Lee JW. Association Between Dietary Fiber Intake and All-Cause and Cardiovascular Mortality in Middle Aged and Elderly Adults With Chronic Kidney Disease. *Front Nutr*. 2022;9:863391. doi: 10.3389/fnut.2022.863391
46. Azadbakht L, Atabak S, Esmailzadeh A. Soy protein intake, cardiorenal indices, and C-reactive protein in type 2 diabetes with nephropathy: a longitudinal randomized clinical trial. *Diabetes Care*. 2008;31(4):648-54. doi: 10.2337/dc07-2065
47. Pirouzeh R, Heidarzadeh-Esfahani N, Morvaridzadeh M, Izadi A, Yosae S, Potter E, et al. Effect of DASH diet on oxidative stress parameters: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Diabetes Metab Syndr*. 2020;14(6):2131-38. doi: 10.1016/j.dsx.2020.10.031
48. Khalid W, Arshad MS, Ranjha MMAN, Róžańska MB, Irfan S, Shafique B, et al. Functional constituents of plant-based foods boost immunity against acute and chronic disorders. *Open Life Sci*. 2022;17(1):1075-93. doi: 10.1515/biol-2022-0104
49. Aycart DF, Acevedo S, Eguiguren-Jimenez L, Andrade JM. Influence of Plant and Animal Proteins on Inflammation Markers among Adults with Chronic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2021;13(5):1660. doi: 10.3390/nu13051660
50. Wiese GN, Biruete A, Moorthi RN, Moe SM, Lindemann SR, Hill Gallant KM. Plant-Based Diets, the Gut Microbiota, and Trimethylamine N-Oxide Production in Chronic Kidney Disease: Therapeutic Potential and Methodological Considerations. *J Ren Nutr*. 2021;31(2):121-131. doi: 10.1053/j.jrn.2020.04.007
51. Dai Z, Zhang Y, Lu N, Felson DT, Kiel DP, Sahni S. Association Between Dietary Fiber Intake and Bone Loss in the Framingham Offspring Study. *J Bone Miner Res*. 2018;33(2):241-49. doi: 10.1002/jbmr.3308
52. Lee T, Suh HS. Associations between Dietary Fiber Intake and Bone Mineral Density in Adult Korean Population: Analysis of National Health and Nutrition Examination Survey in 2011. *J Bone Metab*. 2019;26(3):151-60. doi: 10.11005/jbm.2019.26.3.151
53. Hsu E. Plant-based diets and bone health: sorting through the evidence. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2020;27(4):248-52. doi: 10.1097/MED.0000000000000552
54. Burstad KM, Cladis DP, Wiese GN, Butler M, Hill Gallant KM. Effects of Plant-Based Protein Consumption on Kidney Function and Mineral Bone Disorder Outcomes in Adults With Stage 3-5 Chronic Kidney Disease: A Systematic Review. *J Ren Nutr*. 2023;33(6):717-30. doi: 10.1053/j.jrn.2023.04.004
55. Calvo MS, Uribarri J. Perspective: Plant-based Whole-Grain Foods for Chronic Kidney Disease: The Phytate-Phosphorus Conundrum. *Adv Nutr*. 2021;12(6):2056-67. doi: 10.1093/advances/nmab066
56. Torreggiani M, Fois A, Lippi F, Attini R, Longhitano E, Matarazzo I, et al. Plant-based diets for CKD patients: fascinating, trendy, but feasible? A green nephrology perspective. *Clin Kidney J*. 2022;16(4):647-61. doi: 10.1093/ckj/sfac267



Papel de la microbiota intestinal en el desarrollo del síndrome metabólico: revisión narrativa

Role of the gut microbiota in the development of metabolic syndrome: narrative review

Papel da microbiota intestinal no desenvolvimento da síndrome metabólica: revisão narrativa

Rosario Adriana Reyes-Díaz^{1*}, Nidia Mercedes Cruz-Lara¹.

Recibido: 30 de mayo de 2023. Aceptado para publicación: 18 de noviembre de 2023.
Publicado en línea: 18 de noviembre de 2023.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.551>

Resumen

El síndrome metabólico se define como una serie de anomalías metabólicas que predisponen a los individuos a desarrollar diabetes y/o enfermedades cardiovasculares. La prevalencia aumenta según factores como la edad, el sexo, la etnia e inclusive el estado de la microbiota intestinal. El correcto estado y equilibrio de la microbiota, "eubiosis", o su desequilibrio, "disbiosis", condiciona el funcionamiento de distintos mecanismos como el de control de saciedad, homeostasis de la glucosa y la insulina, estado de inflamación y formación de placa de ateroma. De esta manera, la siguiente revisión tiene el objetivo de identificar la relación entre la microbiota intestinal y los factores relacionados con el síndrome metabólico.

Palabras clave: microbiota; microbioma gastrointestinal; probióticos; prebióticos; síndrome metabólico.

Summary

Metabolic syndrome is defined as a series of metabolic abnormalities that predispose individuals to develop diabetes and/or cardiovascular disease. The prevalence increases according to factors such as age, sex, ethnicity, and even the state of the gut microbiota. The correct state and balance of the microbiota "eubiosis", or its imbalance "dysbiosis", conditions the functioning of different mechanisms, such as satiety control, glucose and insulin homeostasis, state of inflammation, and formation of atheromatous plaque. In this manner, the following review aims to identify the relationship between the intestinal microbiota and the factors related to metabolic syndrome.

Keywords: microbiota; gastrointestinal microbiome; probiotics; prebiotics; metabolic syndrome.

Resumo

A síndrome metabólica é definida como uma série de anormalidades metabólicas que predisõem os indivíduos a desenvolver diabetes e/ou doenças cardiovasculares. A prevalência aumenta de acordo com fatores como idade, sexo, etnia e até mesmo estado da microbiota intestinal. O correto estado e equilíbrio da microbiota, "eubiose", ou o seu desequilíbrio "disbiose", condiciona o funcionamento de diferentes mecanismos, como o controle da saciedade, a homeostase da glicose e da insulina, o estado de inflamação e a formação de placa de ateroma. Dessa forma, a seguinte revisão tem como objetivo identificar a relação entre a microbiota intestinal e os fatores relacionados à síndrome metabólica.

Palavras-chave: microbiota; microbioma; probióticos; prebióticos; síndrome metabólica.

¹ Facultad de Nutrición, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

*Correspondencia: Rosario Adriana Reyes Díaz.
rosareyes@uv.mx

PUNTOS CLAVE

- La microbiota intestinal actúa como un factor que previene o predispone el desarrollo de síndrome metabólico.

- Las implicaciones de la microbiota intestinal en el metabolismo de macronutrientes (como carbohidratos y lípidos), micronutrientes (como las vitaminas y minerales), así como sus implicaciones en la producción de sustancias (como sales biliares, hor-



monas y desarrollo de tejidos como el intestinal y el linfóide) han hecho que se piense que la microbiota intestinal va mucho más allá de ser solo un conjunto de bacterias.

- El estado de disbiosis observado en la microbiota intestinal conlleva un desequilibrio caracterizado por un aumento de toxinas y sustancias proinflamatorias que, aunadas a una permeabilidad intestinal, condicionan una serie de anormalidades metabólicas.
- El estado proinflamatorio mediado por la disbiosis facilita el desarrollo de la resistencia a la insulina, el desbalance energético y la formación de placa de ateroma.
- El ser humano tiene la capacidad de modular la composición de su microbiota mediante el consumo de prebióticos como la fibra, probióticos como los lácteos fermentados o adoptando patrones alimentarios como la dieta mediterránea, siempre aunado a hábitos saludables como la práctica de ejercicio, los cuales actuarían como acciones preventivas en el desarrollo del síndrome metabólico y contribuiría a reducir su prevalencia.

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) es un problema de salud pública. La Federación Internacional de Diabetes (IDF) estima que un cuarto de la población mundial lo presenta; no obstante, es difícil estimar su prevalencia exacta, pues varía según la región, la población estudiada o la definición utilizada⁽¹⁾.

Clínicamente es definido como el desarrollo simultáneo o secuencial de una serie de anormalidades metabólicas^(2,3), las cuales predisponen a la aparición de enfermedades cardiovasculares y/o diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2)⁽²⁾.

Los organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Estadounidense de Endocrinología (ACE) y la IDF⁽²⁾ coinciden en los elementos clínicos y de laboratorio que conforman el diagnóstico: obesidad central, hipertensión arterial, trastornos en el metabolismo de la glucosa, resistencia a la insulina (RI)⁽²⁾, elevación de triglicéridos y dislipidemia aterogénica⁽⁴⁾; sin embargo, discrepan en aspectos como puntos de corte, estrategias de medición, o énfasis en algún componente en particular⁽³⁾, lo cual complica el poder establecer prevalencias⁽²⁾.

De una manera general, se considera que un paciente tiene SM cuando presenta tres o más anormalidades

como: circunferencia de cintura ≥ 90 cm en hombres o ≥ 80 cm en mujeres, presión arterial $\geq 130/85$ mm Hg, triglicéridos ≥ 150 mg/dL, colesterol HDL < 40 mg/dL en hombres o < 50 mg/dL en mujeres o glucosa en ayunas ≥ 126 mg/dL⁽⁵⁾.

Dentro de los factores que contribuyen a aumentar la prevalencia⁽⁶⁾ se encuentran el sexo (se observa una mayor presencia de SM en mujeres⁽²⁾), la edad, la etnia⁽⁶⁾ e inclusive el estado de la microbiota intestinal. En relación con este último factor se ha demostrado una fuerte interacción de la microbiota con el metabolismo del huésped, y se afirma que eventos que comienzan en el intestino a menudo tienen efectos de gran alcance más allá de este⁽²⁾, por lo cual el motivo de esta revisión es identificar la relación entre la microbiota intestinal y los factores relacionados con el síndrome metabólico.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Microbiota: definición, origen y características

La microbiota se define como el conjunto de microorganismos que residen en el organismo humano^(7,8), al menos 10^{13} unidades formadoras de colonias por gramo dominadas por más de 1000 especies diferentes de bacterias, más de 7000 cepas, virus, protozoos, arqueas e incluso hongos⁽⁹⁾.

En el tracto gastrointestinal se dice que la sección superior está colonizada principalmente por bacterias aeróbicas, mientras que la sección inferior está poblada principalmente por bacterias anaeróbicas⁽¹⁰⁾.

El tipo, el número y la distribución de la microbiota están determinados por aspectos como el pH, la disponibilidad de oxígeno, la cantidad de nutrientes, las tasas de flujo digestivo y las enzimas secretadas⁽¹⁰⁾. De esta manera, en el tracto digestivo, donde el pH es ácido (pH2), se encontrarán especies aerobias y resistentes a la acidez como la *Helicobacter pylori*; por otro lado, en el intestino delgado, con pH4 y poco oxígeno, se encontrarán especies aerotolerantes como bacterias de los géneros *Streptococcus* y *Lactobacillus*, mientras que en el intestino grueso, con pH7, un hábitat anaerobio y con gran cantidad de alimento encontraremos a la mayoría de los microorganismos⁽¹¹⁾.

Los principales grupos que residen en el tracto digestivo humano son de cinco filos principales: *Firmicutes* (con géneros como *Faecalibacterium*, *Ruminococcus*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Veillonella*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Lachnospiraceae* y *Roseburia*),

Bacteroidetes (con géneros como *Porphyromonas*, *Bacteroides*, *Prevotella* y *Alistipes*), *Proteobacterias* (como la *Helicobacter*), *Actinobacterias* (con géneros como *Bifidobacterium* y *Collinsella*) y *Verrucomicrobias*^(9,10).

El desarrollo de la microbiota intestinal inicia casi inmediatamente después del nacimiento: el tracto gastrointestinal pasa a ser colonizado apenas poco después⁽¹²⁾; no obstante, la composición de la microbiota es relativamente simple y poco diversa en ese momento de la vida^(8,13). Varía mucho de un recién nacido a otro dependiendo de aspectos como el tipo de parto, la frecuencia de la lactancia, el tipo de lactancia, el entorno (hospitalario o doméstico, urbano o rural), así como la interacción con gente a su alrededor (presencia de hermanos) o presencia de mascotas^(13,14).

La microbiota del recién nacido suele estar dominada por microorganismos pertenecientes a los filos *Proteobacterias* y *Actinobacterias*⁽⁸⁾ para, después del destete, comenzar a estabilizarse y establecer lo que se considera la huella dactilar de la microbiota intestinal a lo largo de la vida⁽¹³⁾. Durante los dos años siguientes, la microbiota pasará a estar dominada por bifidobacterias y seguirá cambiando según la edad, el ambiente, la dieta y el uso de antibióticos⁽¹²⁾.

Como adultos jóvenes, la microbiota intestinal tendrá alrededor de 100 billones de microorganismos, un tercio de estos serán comunes en todas las personas, mientras que el resto será específico para cada individuo⁽⁷⁾. De igual manera, es importante establecer que estaremos ante una microbiota residente, aquella característica de cada región del organismo, y una microbiota transitoria compuesta por microorganismos variables que colonizan de forma intermitente una determinada región^(8,12).

Si bien estudios señalan que la microbiota alcanza su máxima diversificación en la vida adulta⁽¹²⁾, también se establece que la gran mayoría de estas bacterias no serán dañinas para la salud⁽⁹⁾, pero será importante no conducirnos a estados de desequilibrio⁽¹⁵⁾ entre bacterias de tipo beneficiosas y aquellas de tipo patógenas⁽⁷⁾.

De esta manera, la microbiota intestinal, como un complejo ecosistema en un estado sano y equilibrado denominado *eubiosis*, expresará efectos positivos como la regulación de funciones de tipo epiteliales, metabólicas e inmunitarias⁽¹³⁾; por el contrario, en un estado desequilibrado denominado *disbiosis* puede propiciar un estado crítico donde se vean alterados procesos relacionados con la salud, el desarrollo de condiciones patológicas y/o las enfermedades^(15,16).

Aunque no está clara la composición taxonómica exacta de lo que constituye una microbiota intestinal

“saludable” o parámetros cuantitativos, es evidente que la diversidad microbiana es un componente esencial para la salud del huésped⁽¹⁷⁾. Un ejemplo de esto es la ya mencionada *Helicobacter pylori*, bacteria relacionada con gastritis, úlceras e incluso tumores⁽¹¹⁾, o la bacteria *Clostridium difficile*, la cual se asocia con cuadros diarreicos si presenta crecimientos descontrolados⁽¹⁸⁾.

La microbiota intestinal ha demostrado tener funciones protectoras, estructurales y metabólicas, lo cual la ha hecho pasar de ser un “simple comensal” a ser considerada un “órgano metabólico”⁽¹²⁾ con un papel importante en procesos de digestión, nutrición y mantenimiento de homeostasis energética⁽¹³⁾.

Los polisacáridos complejos, proteínas, lípidos y otros componentes de la dieta que escapan a la digestión en el intestino delgado⁽¹³⁾ son precisamente procesados y posteriormente fermentados por la microbiota intestinal, lo que da como resultado gases como CO₂, CH₄ y H₂⁽¹³⁾, azúcares simples y ácidos grasos de cadena corta (AGCC)^(11,13) como acetato, propionato y butirato en la proporción 60:25:15⁽¹⁹⁾.

El acetato, posterior a que es absorbido y transportado, actúa a nivel periférico como sustrato para que el colesterol sea sintetizado, mientras que el propionato participa activamente en la gluconeogénesis una vez captado por la circulación portal⁽¹⁹⁾; en adición, dentro de su comportamiento junto con el butirato se encuentra una acción inhibitoria sobre las histonas desacetilasas de células tumorales, con lo que estarían realizando mecanismos de efecto anticancerígeno y antitumoral en el huésped, la cual se ha podido observar tanto en cáncer colorrectal como en linfomas en experimentos *in vitro* e *in vivo*⁽²⁰⁾.

La microbiota intestinal es responsable de la desconjugación de ácidos biliares mediante procesos de desconjugación y deshidroxilación en la luz intestinal gracias a las enzimas hidrolasas de sales biliares, las cuales se encuentran en muchas especies bacterianas, pero principalmente en los filos *Firmicutes* y *Bacteroidetes*^(19,21).

La hidrólisis inhibe la recaptación de ácidos biliares por los enterocitos, lo que impide su recirculación enterohepática y propicia su eliminación con implicaciones importantes en la absorción de grasas⁽¹⁹⁾.

Otras funciones metabólicas incluyen su intervención en la depuración de toxinas provenientes de la dieta, su papel coadyuvante en la producción de ácido linolénico conjugado, su participación en la reducción de oxalato en el intestino, así como el metabolismo de xenobióticos^(8,22); de igual forma mejora la disponibili-

dad y la absorción de nutrientes⁽¹³⁾, como los electrolitos y el hierro^(8,19,22), y también interviene en la síntesis de algunas vitaminas y cofactores enzimáticos como vitamina B₁, B₂, B₁₂, PP, K, H, ácido pantoténico, ácido fólico y piridoxina^(8,19,22).

En relación con esta última vitamina, producida por la acción bacteriana, estudios señalan como la piridoxina estimula la vigilancia antitumoral por parte del sistema inmune en el huésped, y son solo un ejemplo de cómo la microbiota intestinal se relaciona con el sistema inmunológico⁽²⁰⁾.

En su papel estructural⁽²²⁾, la microbiota intestinal estimula el crecimiento y el desarrollo de los enterocitos^(8,22), lo que favorece la integridad de la barrera intestinal⁽²²⁾, y ocupa la capa mucosa exterior del epitelio intestinal desde donde interactúa con el entorno luminal; mientras que, por el otro lado, la capa mucosa interior del epitelio intestinal limita la exposición de las células epiteliales a la microbiota y otros patógenos potenciales⁽¹⁷⁾.

Así pues, las bacterias residentes sirven como una línea crucial de resistencia a la colonización e invasión de microbios exógenos, lo que establece una relación simbiótica y compleja entre microbiota y epitelio intestinal y actúa como un fuerte mecanismo de defensa inmune⁽¹⁷⁾.

El papel protector no se limita solo al intestino, la microbiota intestinal también se relaciona con el buen estado del sistema inmune⁽¹²⁾. El tejido linfoide asociado al intestino (GALT) permanece en constante contacto con la microbiota intestinal, lo cual le permite mantener una comunicación bidireccional⁽²²⁾.

Por un lado, el GALT protege al intestino mediante la generación de células B que producen inmunoglobulina A (IgA) y que monitoriza constantemente el estado del contenido luminal⁽¹³⁾; por el otro, la estimulación bacteriana ayuda al correcto estado y desarrollo del GALT, aspecto importante por las implicaciones de este último con procesos de inflamación sistémica⁽¹²⁾.

En este sentido, la microbiota intestinal termina asociándose con enfermedades crónicas cuya fisiopatología involucra inflamación como obesidad, enfermedad inflamatoria intestinal, esteatosis alcohólica, cirrosis hepática, diabetes *mellitus*, aterosclerosis y algunos tipos de cáncer, así como una relación directa con las alteraciones necesarias para el desarrollo del síndrome metabólico⁽⁷⁾.

Microbiota intestinal y su relación con el estado inflamatorio

La dieta, la diarrea exudativa, un aumento en la concentración de ácidos biliares, la herencia, entre otros fac-

tores, pueden generar un estado de disbiosis y con ello aumentar la expresión de los lipopolisacáridos (LPS)⁽²³⁾.

Los LPS son moléculas proinflamatorias que generalmente se encuentran en la pared celular de bacterias gramnegativas; después de la muerte de la bacteria estas son liberadas y luego absorbidas por el intestino⁽¹⁹⁾, lo que contribuye a la degradación de la capa mucosa y provoca la translocación tanto de LPS como de otros metabolitos bacterianos como el ácido fenilacético, la trimetilamina (TMA) y el propionato de imidazol⁽²³⁾ al sistema circulatorio, estado denominado *endotoxemia*^(23,24).

Los receptores de reconocimiento celular de las células del sistema inmune innato, receptores Toll-like (TLR), se activan en respuesta a estos estímulos microbianos⁽⁸⁾, lo que a su vez activa la transcripción y la síntesis de diferentes citocinas⁽⁸⁾.

Por ejemplo, en el caso de los LPS, estos contienen lípido A, el cual inicia una cascada de señalización⁽¹⁹⁾ al actuar como ligando para los TLR2 y TLR4; una vez activados, estimularán la liberación de distintas citocinas inflamatorias como el factor de necrosis tumoral (TNF- α), la interleucina 6 (IL-6), interleucina-1 beta (IL-1 β) y otras citocinas proinflamatorias^(8,13), las cuales aumentan el estrés oxidativo⁽¹⁹⁾ y propician el desarrollo de un estado inflamatorio⁽⁸⁾.

Esta inflamación crónica de bajo grado alcanza y afecta a órganos remotos como el hígado, el tejido adiposo y el sistema cardiovascular, lo que da pie a las diferentes alteraciones observadas en el SM^(23,24).

Microbiota intestinal y su relación con la obesidad

La microbiota intestinal participa en la homeostasis energética, y los estados de inflamación desempeñan un papel importante en la fisiopatología de la obesidad debido a que también está implicada en el control de peso; algunos mecanismos que profundizan en este último punto son los siguientes⁽¹⁶⁾:

El intestino y el hipotálamo tienen un complejo sistema de comunicación, el cual no solo se basa en el sistema nervioso, sino también en la secreción de hormonas relacionadas con el balance energético⁽⁸⁾.

Estudios tanto en ratones como en humanos han demostrado que los AGCC producidos por la microbiota intestinal estimulan hormonas íntimamente relacionadas con el control del apetito^(17,25).

La microbiota mejora la producción intestinal del péptido anorexigénico YY (PYY), una hormona liberada por las células epiteliales del íleon y del colon, y

estimula a la hormona leptina asociada con los adipocitos, lo que aumenta los niveles de saciedad y promueve la reducción de la ingesta de energía⁽¹⁷⁾.

Trabajos recientes han demostrado que los AGCC tienen propiedades neuroactivas que les permite la modulación directa del control del apetito⁽¹⁷⁾.

El acetato si bien estimula la producción en el estómago de concentraciones más altas de grelina, una hormona esencial para la regulación del apetito⁽¹⁹⁾, también puede cruzar la barrera hematoencefálica y mejorar la neurotransmisión hipotalámica, reprimir apetito y reducir ingesta de energía⁽¹⁷⁾.

De manera similar, el butirato puede suprimir la actividad de neuronas orexigénicas en el hipotálamo y los aferentes vagales en el tronco encefálico, mediando en la reducción de la ingesta de alimentos y protegiendo contra los efectos de la alimentación rica en grasas⁽¹⁷⁾.

Es importante señalar que, en comparación con las personas delgadas, las personas obesas tienen una diversidad bacteriana notablemente menor, razón por la cual la disminución de la riqueza de genes microbianos fecales se asocia con marcadores fisiológicos para el desarrollo de obesidad⁽¹⁷⁾. Un ejemplo de esto sería la reducción en los filos *Firmicutes* y *Bacteroidetes* ya que cuando se altera la acción enzimática de estos filos, también lo hace la composición de las sales biliares, lo que a su vez altera la señalización de hormonas, facilita la absorción de grasas y propicia el desarrollo de obesidad⁽²¹⁾.

Microbiota intestinal y su relación con el desarrollo de resistencia a la insulina

Los AGCC influyen en el metabolismo de carbohidratos al estimular la secreción de péptidos a nivel intestinal, como el péptido similar al glucagón 1 (GLP-1) y el péptido similar al glucagón 2 (GLP-2).

Estas hormonas, también denominadas *incretinas*, son producidas por las células enteroendocrinas del tubo digestivo^(8,16). Como *incretinas* ejercen una fuerte influencia sobre el vaciado gástrico, promueven el estado de saciedad, protegen a las células β frente a la apoptosis y mantienen la homeostasis de la glucosa.

Bajo la estimulación de las *incretinas*, la insulina se secreta solo en caso de hiperglucemia⁽¹⁹⁾, lo cual ayuda a evitar estados de hiperinsulinemia persistente^(8,19).

La estimulación de las *incretinas*, derivada de la microbiota intestinal, se puede explicar a través de la estimulación al receptor FFAR2 (receptor de ácidos grasos libres-2) acoplado a la proteína G en la mucosa

del colon⁽²⁵⁾, con lo que los AGCC estarían estimulando la secreción de GLP-1; de este modo, estarían proporcionando indirectamente señales que suprimen la secreción de glucagón e inducen secreción de insulina, lo que promueve la homeostasis de la glucosa⁽²⁵⁾.

En un estado de endotoxemia metabólica se ve alterada la secreción de GLP-1 y GLP-2⁽¹⁷⁾. Medicamentos como la metformina parecen inducir modificaciones benéficas en la microbiota intestinal y, por lo tanto, promover el aumento de GLP-1⁽¹⁹⁾; sin embargo, el aumento de propionato de imidazol mediado por estados de disbiosis puede interferir con la metformina debido a que ambas buscan actuar sobre el AMPk, la primera activándolo y la segunda desactivándolo⁽²⁶⁾.

En pacientes con DM se ha observado una cantidad alta de *Bacteroidetes* y *Proteobacterias* frente a una cantidad notablemente baja de *Firmicutes*⁽¹⁹⁾.

Los *Firmicutes* producen butirato, AGCC que han demostrado tener efectos antiinflamatorios y promover el aumento de la sensibilidad a la insulina, por lo que un descenso en este filo impactaría negativamente al huésped⁽¹⁹⁾. Este desequilibrio entre *Firmicutes* y *Bacteroidetes* modifica significativamente los tipos de AGCC producidos. Los *Bacteroidetes* producen principalmente acetato y propionato, y un aumento en la producción de acetato combinado con la reducción de butirato acentúa el aumento del grado de la RI⁽¹⁹⁾.

Los desequilibrios entre géneros producen cambios en las vías metabólicas y de señalización que influyen en la autoinmunidad mediada por células T y trastornos autoinmunes; de tal manera que los cambios en la diversidad de la microbiota se reconocen en la progresión de muchos trastornos metabólicos, incluyendo la DM2 y diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1)⁽²⁷⁾.

Microbiota intestinal y salud cardiovascular

La microbiota intestinal también tiene relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares⁽²⁸⁾, y un mecanismo de relación entre ambos se encuentra nuevamente en un estado de disbiosis⁽²⁹⁾.

Al haber un mayor número de bacterias gramnegativas, mayor será la cantidad de LPS y estas endotoxinas son consideradas como *compuestos proaterogénicos*⁽²⁸⁾. Los LPS favorecen la oxidación de las LDL, la generación de citocinas proinflamatorias, el aumento de estrés oxidativo, la disminución de óxido nítrico (NO) y la elevación de la endotelina-1 (ET-1), situaciones que en su conjunto conducen a la vasoconstricción y el aumento de la presión arterial⁽²⁹⁾.

Las personas que llevan una dieta alta en grasas, en la que hay una reducción del flujo sanguíneo, presentan un cuadro de translocación de endotoxinas; por lo tanto, cuando el LPS ingresa al torrente sanguíneo, induce la formación de células espumosas y la acumulación de colesterol⁽²⁸⁾. Por otro lado, cambios ateroscleróticos estarían sucediendo como resultado de un aumento de las cepas *Clostridiaceae* y *Peptostreptococcaceae*, cepas que estarían fuertemente vinculadas con el aumento en la producción de N-óxido de trimetilamina (TMAO)⁽²⁸⁾.

Los mecanismos mediante los cuales este otro metabolito proaterogénico TMAO aumenta el riesgo cardiovascular son: aumentar el calcio sérico, activar las vías protrombóticas, apoyar a la diferenciación de monocitos a macrófagos y la formación de células espumosas, alterar la remodelación cardíaca, disminuir el NO y activar tanto el factor nuclear-κB (NF-κB) como demás interleucinas proinflamatorias.

Por tal motivo, la relación entre enfermedades cardiovasculares y la microbiota intestinal estaría basada en múltiples mecanismos que involucran disbiosis, permeabilidad intestinal y estado de endotoxemia⁽²⁸⁾.

Nutrición y estilo de vida

La dieta aparece como el elemento clave para la relación simbiótica entre la microbiota intestinal y el ser humano, esto quiere decir que el ser humano es capaz de influir y modular tanto la estructura como la composición de su microbiota a través de su dieta⁽¹⁵⁾.

Con respecto a los macronutrientes, el consumo de proteínas se correlaciona positivamente con la diversidad microbiana. Sin embargo, el aumento de determinados géneros puede estar asociado con el tipo de proteína, por ejemplo, el consumo de proteína de origen animal se asocia con el aumento de géneros como *Bacteroides*, *Alistipes* y *Bilophila*, pero no es así en personas cuya alimentación se basa únicamente en proteína de origen vegetal⁽¹⁰⁾.

En cuanto a los lípidos, una dieta alta en grasas saturadas aumentaría la proporción relativa de *Faecalibacterium prausnitzii*⁽⁷⁾ y una disminución de *Bifidobacterium*, *Bacteroidetes*, *Bacteroides*, *Prevotella* y *Lactobacillus*⁽¹⁰⁾, lo que a largo plazo se estaría asociando con un mayor número de bacterias que contienen LPS, así como una mayor fuga de este compuesto desde la luz intestinal hasta el plasma⁽¹³⁾.

Una dieta baja en grasas conduciría a una mayor abundancia de *Bifidobacterium* con un efecto reductor sobre los niveles de glucosa y colesterol total⁽⁷⁾ y una

dieta enriquecida en ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados, eleva las *Bifidobacterium* y *Akkermansia muciniphila* con implicaciones benéficas para el estado de salud⁽¹⁰⁾.

En relación con los carbohidratos, se ha observado que los azúcares simples, como la sacarosa y la fructosa, causan una rápida desregulación de la microbiota y, por ende, del huésped⁽¹⁰⁾.

Al contrario, la fibra, como carbohidrato complejo, tiene un efecto regulador al ser un carbohidrato no digerible y llega al intestino grueso donde se somete a la fermentación por parte de los microorganismos residentes⁽⁷⁾; esta propiedad la cataloga como prebiótico⁽⁷⁾, que es todo aquel ingrediente alimentario no digerible que estimula selectivamente el crecimiento y la actividad de un número limitado de especies de bacterias⁽¹⁸⁾.

Los prebióticos sustentan preferentemente el crecimiento de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*^(10,17) al modular el pH intestinal, también crean un entorno bactericida para enteropatógenos como *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli*⁽¹⁷⁾.

El efecto microbiano de los prebióticos refuerza la función de barrera de la mucosa y la inmunidad entérica, y estimula la producción de hormonas que regulan la señalización de hambre y saciedad⁽¹⁷⁾.

Los AGCC producidos de las fibras prebióticas, particularmente el propionato, puede unirse a los receptores en la superficie de las células epiteliales, lo que promueve secreción de incretinas y PYY con su respectivo impacto sobre la modulación del hambre y la saciedad⁽¹⁷⁾.

Otros alimentos considerados como prebióticos son las alcachofas, el plátano, los frijoles, las lentejas, la papa, el ajo, la cebolla, el puerro, la soya, el trigo, la avena cruda y la cebada, los cuales son ricos en compuestos como la inulina, la rafinosa, la estaquiosa, la polidextrosa, los xiloolosacáridos y los arabinooligosacáridos, los fructooligosacáridos y los galactooligosacáridos⁽⁷⁾.

En una situación en la que la microbiota se encuentre alterada, podría verse afectada positivamente o inclusive podría ser parcialmente restaurada mediante la suplementación con probióticos⁽¹⁶⁾. Los probióticos, definidos como microorganismos vivos que se administran en determinadas cantidades, han demostrado tener efectos benéficos a la salud⁽³⁰⁾ debido a que la mayoría pertenece a especies con funciones similares a las de la microbiota simbiótica. Los probióticos han mostrado la capacidad de hidrolizar sales biliares y reducir la acumulación de la grasa, la inflamación sistémica y los valores de leptina⁽²¹⁾.

En cuanto a las condiciones y patologías en las que han podido ser confirmados dichos beneficios se incluyen gastroenteritis, gastroenteritis por rotavirus, diarrea del viajero, diarrea inducida por radioterapia, entre otras, como la obesidad⁽³⁰⁾.

La acción de los probióticos sobre la obesidad está mediada por los AGCC, aunque existen varias hipótesis. El mecanismo más probable implica la capacidad del propionato y el butirato para unirse a los receptores acoplados a la proteína G, lo que estimula la producción del PYY y GLP-1; aunado a esto, los AGCC activarían la gluconeogénesis intestinal y la glucosa liberada desencadenaría una señalización en distintos órganos: en el cerebro estaría induciendo saciedad y sensibilidad a la insulina; en el páncreas, un aumento de insulina y reducción de la síntesis de glucagón; en el hígado podría afectar la tasa de lipólisis y propiciar un menor almacenamiento de lípidos; en el músculo esquelético, un aumento de la síntesis de glucógeno y una reducción de la glucólisis; y en el tejido adiposo, una reducción de la adiposidad mediada por insulina⁽¹⁶⁾. Sin embargo, serán la cepa y la dosis indicada las que dictaminen los posibles efectos y eficacia.

Los probióticos más usados, comúnmente grampositivos, son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y levaduras como *Saccharomyces boulardii*⁽³⁰⁾.

Hay alimentos que contienen probióticos, como los productos lácteos, los cuales han comprobado tener efectos benéficos como reguladores de la presión arterial. En especial, se habla de los lácteos fermentados, de manera más específica aquellos que contienen cepas de *Lactobacillus helveticus*, y sus efectos inhibitorios sobre la enzima convertidora de angiotensina (ECA), que, sumado a sus efectos hipocolesterolemiantes, contribuyen al efecto hipotensor de esta cepa⁽³¹⁾.

Otro ejemplo es la *Akkermansia muciniphila*, perteneciente al filo *Verrucomicrobia*, que ha demostrado ser factible y segura como probiótico y efectos benéficos en pacientes obesos como una mejoría de la sensibilidad de la insulina, niveles bajos de colesterol plasmático (c-LDL), triglicéridos, niveles de glucosa y niveles de LPS, y un aumento de la actividad antioxidante plasmática, lo que puede ayudar a reducir la endotoxemia metabólica⁽³²⁾.

La *Akkermansia* puede consumirse como probiótico o se puede hacer uso de prebióticos para inducir su crecimiento de manera selectiva. Dentro de los alimentos que apoyarían un incremento de dicha cepa se destaca el nopal, las semillas de chía, la proteína de soya o la suplementación con extracto de granada, resveratrol, poli-

dextrosa, EpiCor o butirato de sodio. Seguir una dieta alta en FODMAP (oligo, di, monosacáridos y polioles fermentables) también es una opción para aumentar la concentración de *Akkermansia muciniphila*⁽³²⁾.

En relación con este último punto, ciertos patrones alimentarios determinarían la composición de la microbiota. Estudios señalan que un incremento en la ingesta de proteínas y grasa animal, junto con la ausencia del consumo de fibra dietética, aumenta la abundancia de anaerobios tolerantes de las sales biliares (*Alistipes*, *Bilophila* y *Bacteroides*)^(10,15), pero disminuye niveles de especies que metabolizan carbohidratos complejos (*Roseburia*, *Eubacterium rectale* y *Ruminococcus bromii*)⁽¹⁵⁾.

La adherencia a un patrón de dieta basado en el estilo mediterráneo, caracterizado por un alto contenido en productos ricos en polifenoles (aceite de oliva extra virgen, vino tinto, vegetales, legumbres, cereales integrales y frutos secos), un consumo elevado de ácidos mono- y poliinsaturados y un bajo consumo de grasas saturadas y azúcares refinados podría influir positivamente en la microbiota intestinal, por ejemplo, puntuaciones más altas de bifidobacterias⁽¹⁰⁾.

Es importante remarcar que los polifenoles no solo inducen un aumento de bifidobacterias y *Lactobacillus*, sino también impactan sobre especies de *Clostridium*, como el caso *Clostridium perfringens* y *Clostridium histolyticum*, los cuales disminuyen⁽¹⁰⁾.

Los estilos de vida y hábitos también guardan íntima relación con el estado de la microbiota intestinal. Wutthi-In y colaboradores en 2020 realizó un estudio en 111 pacientes tailandeses con SM para identificar patrones comunes o enterotipos. Si bien los perfiles de la microbiota intestinal de estos pacientes fueron diversos, los autores pudieron clasificarlos en tres grupos o enterotipos: el enterotipo 1, identificable por *Ruminococaceae*; el enterotipo 2, identificable por *Prevotella*; y el enterotipo 3, identificable por *Bacteroides*⁽⁵⁾.

Wutthi-In y colaboradores detectaron que el enterotipo 2 pertenecía a personas que, además de tener SM, presentaban una alta frecuencia de tabaquismo y consumo de alcohol⁽⁵⁾; esto sugiere una relación potencial entre estos comportamientos y el enriquecimiento del género *Prevotella*⁽⁵⁾, género implicado con un peor estado de salud bucal⁽³³⁾.

Por otro lado, estudios señalan que la práctica de ejercicio serviría como modulador de la microbiota intestinal⁽³⁴⁾, lo que mejora tanto respuesta inmune como perfil metabólico. El nivel de mejora⁽²¹⁾ dependería de varios factores como la intensidad, la duración del entrenamiento, el tipo de ejercicio que se realice⁽³⁴⁾

e, inclusive, el peso, ya que se observa un mayor predominio de *Bacteroides* si el ejercicio es realizado por personas que padecen obesidad, o de *Faecalibacterium* y *Lachnospiraen* en sujetos de peso normal⁽²¹⁾.

En términos generales, los efectos del ejercicio parecen ser de tipo protectores, lo que favorece la diversidad del ecosistema microbiano tanto de forma cuantitativa como cualitativa⁽³⁴⁾.

Campaniello y colaboradores realizaron un análisis a distintos estudios que vinculan tipo de ejercicio y/o duración-intensidad con su efecto sobre ciertos filos. Los resultados muestran ser muy diversos pero contundentes; no obstante, a pesar de existir hipótesis, el modo de acción por el cual el ejercicio determina estos

cambios aún no está claro, y son necesarios más estudios para esclarecer la relación⁽³⁴⁾.

CONCLUSIÓN

La microbiota intestinal se ha considerado un órgano por todas sus implicaciones en la homeostasis del huésped, así como su comunicación con distintos órganos a través de distintos ejes.

Un estado de eubiosis mantiene funciones benéficas para el control del apetito, regulación de la presión arterial y los niveles de glucosa; por otro lado, un estado de disbiosis conlleva en primera instancia una disminución de neuropéptidos e incretinas a nivel intestinal,

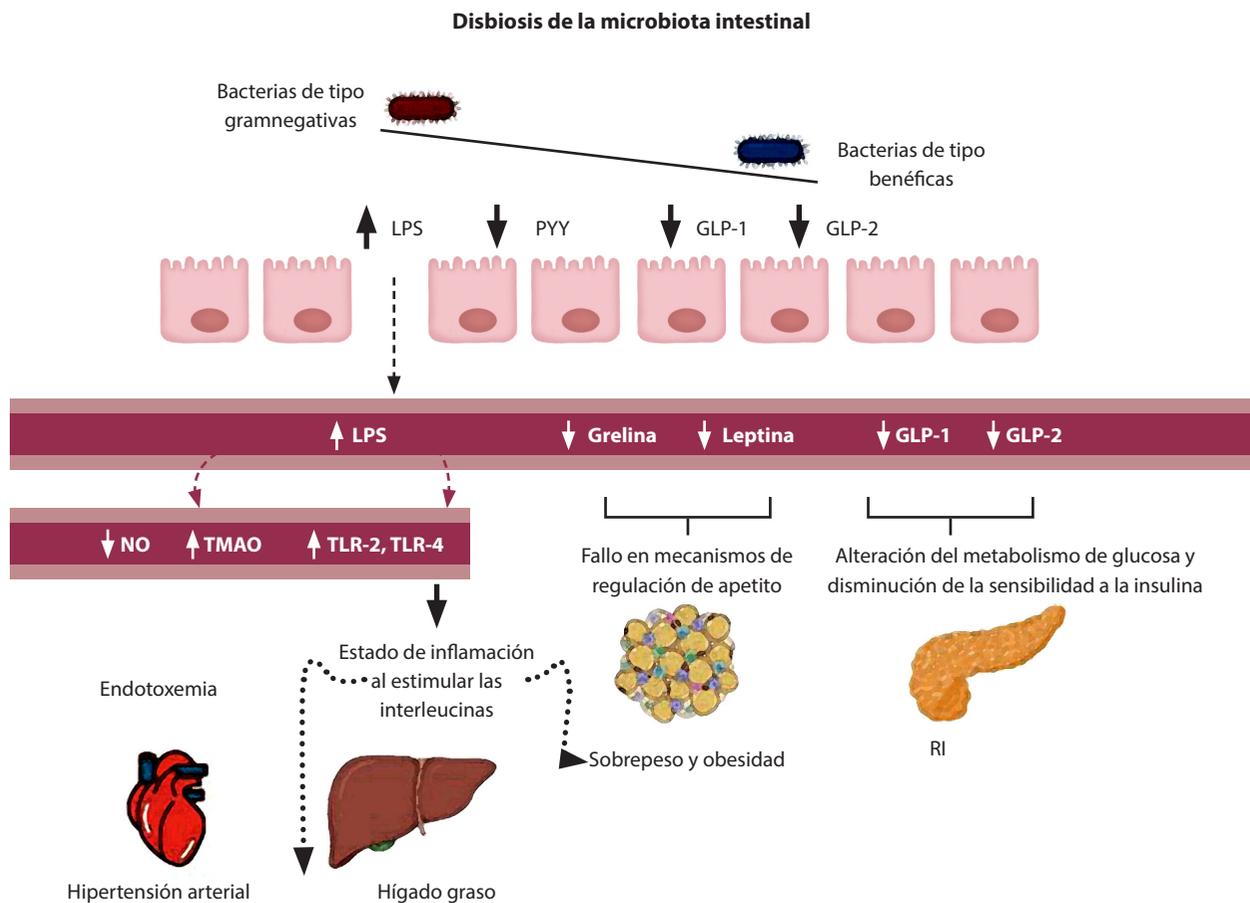


Figura 1. Microbiota intestinal y su vinculación con las alteraciones metabólicas que conforman el SM. Se muestran las reacciones en cadena generadas por la disbiosis intestinal. En la imagen se puede observar cómo el desbalance entre bacterias gramnegativas y bacterias de tipo benéficas deriva en una disminución de la producción de neuropéptidos e incretinas. Un estado de permeabilidad intestinal le permitirá el paso al LPS, el cual, una vez en el torrente sanguíneo, estimulará el aumento de niveles de TMAO, lo que propicia endotoxemia; de igual forma, el efecto estimulante sobre los TLR propiciará el desarrollo de un estado inflamatorio que, aunado a la disminución de neuropéptidos, propiciará obesidad y RI. GLP: péptido similar al glucagón; LPS: lipopolisacárido; NO: óxido nítrico; PYY: péptido YY; RI: resistencia a la insulina; TLR: receptores tipo Toll; TMAO: N-óxido de trimetilamina.

producción de toxinas proaterogénicas, que, aunado a la permeabilidad intestinal, logran pasar al torrente sanguíneo y afectar a distintos órganos (**Figura 1**). Por esta razón, procurar un estado saludable de la microbiota pasa a ser un factor importante de protección de factores de riesgo para el desarrollo de SM como la obesidad, la dislipidemia y la resistencia a la insulina.

El consumo de probióticos, como lácteos fermentados, y prebióticos como alcachofas, plátano, frijoles, lentejas, papa, ajo, cebolla, puerro, soya, trigo, avena cruda y cebada, a la par de estilos de vida saludables alejados del consumo de alcohol o cigarrillos, ayudan en el mantenimiento de una adecuada microbiota intestinal. Con respecto al ejercicio y su papel benéfico en la modulación de la microbiota, si bien hay indicios de numerosos mecanismos faltan más estudios que lo esclarezcan.

Financiamiento

El presente estudio no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

R. A. Reyes Díaz y N. M. Cruz Lara contribuyeron igualmente a la concepción y el diseño de la investigación; R. A. Reyes Díaz contribuyó al diseño de la investigación; N. M. Cruz Lara contribuyó a la adquisición y el análisis de los datos; R. A. Reyes Díaz y N. M. Cruz Lara contribuyeron a la interpretación de los datos y redactaron el manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y la precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Referencias bibliográficas

- Carvajal Carvajal C. Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Med. leg. Costa Rica*. 2017;34(1):175-93.
- Martínez MP, Vergara ID, Molano KQ, Pérez MM, Ospina AP. Síndrome metabólico en adultos: Revisión narrativa de la literatura. *Archivos de medicina*. 2021;17(2):1-5. doi: 10.3823/1465
- Fragozo-Ramos MC. Síndrome metabólico: revisión de la literatura. *Medicina & Laboratorio*. 2022;26(1):47-62. doi: 10.36384/01232576.559
- Ramírez-López LX, Aguilera Astrid M, Rubio CM, Aguilar-Mateus ÁM. Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales. *Rev. Colomb. Cardiol*. 2021;28(1):60-6. doi: 10.24875/rccar.m21000010
- Wutthi-In M, Cheevadhanarak S, Yasom S, Kerdphoo S, Thiennimitr P, Phrommintikul A, et al. Gut Microbiota Profiles of Treated Metabolic Syndrome Patients and their Relationship with Metabolic Health. *Sci Rep*. 2020;10(1):10085. doi: 10.1038/s41598-020-67078-3
- Pereira-Rodríguez JE, Melo-Ascanio J, Caballero-Chavarró M, Rincón-Gonzales G, Jaimes-Martin T, Niño-Serrato R. Síndrome metabólico. Apuntes de interés. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc*. 2016;22(2):109-16.
- Padrón Pereira CA. Microbiota intestinal humana y dieta. *CYT*. 2019;12(1):31-42. doi: 10.18779/cyt.v12i1.315
- Valero Y, Colina J, Herrera H. La microbiota intestinal y su rol en la diabetes. *An Venez Nutr*. 2015;28(2):132-44.
- Andreo-Martínez P, García-Martínez N, Sánchez-Samper EP. La microbiota intestinal y su relación con las enfermedades mentales a través del eje microbiota-intestino-cerebro. *Rev Dis Cli Neuro*. 2017;4(2):52-8. doi: 10.14198/DCN.2017.4.2.05
- Mozzak M, Szulińska M, Bogdański P. You Are What You Eat-The Relationship between Diet, Microbiota, and Metabolic Disorders-A Review. *Nutrients*. 2020;12(4):1096. doi: 10.3390/nu12041096
- González Cervantes RM, Bravo Ruiseco Sánchez G. La microbiota del humano. *Ciencia-Academia Mexicana de Ciencias*. 2017;68(2):60-67.
- Icaza-Chávez, M. E. Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de gastroenterología de México*. 2013;78(4):240-48. doi: 10.1016/j.rgmx.2013.04.004
- Nagpal R, Kumar M, Yadav AK, Hemalatha R, Yadav H, Marotta F, et al. Gut microbiota in health and disease: an overview focused on metabolic inflammation. *Benef Microbes*. 2016;7(2):181-94. doi: 10.3920/bm2015.0062
- Álvarez J, Fernández Real JM, Guarner F, Gueimonde M, Rodríguez JM, Sáenz de Pipaon M, et al. Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*. 2021;44(7):519-35.
- Álvarez Calatayud G, Guarner F, Requena T, Marcos A. Dieta y microbiota. Impacto en la salud. *Nutr. Hosp*. 2018;35(spe6):11-5. doi: 10.20960/nh.2280
- Green M, Arora K, Prakash S. Microbial Medicine: Prebiotic and Probiotic Functional Foods to Target Obesity and Metabolic Syndrome. *Int J Mol Sci*. 2020;21(8):2890. doi: 10.3390/ijms21082890
- Campaniello D, Bevilacqua A, Speranza B, Racioppo A, Sinigaglia M, Corbo MR. A narrative review on the use of probiotics in several diseases. Evidence and perspectives. *Front Nutr*. 2023;10:1209238. doi: 10.3389/fnut.2023.1209238
- Arce-Hernández W. Disbiosis intestinal: alteración de la relación mutualista entre microbiota y sistema inmune. *AA*. 2020; 67(Noviembre):171-82.

19. Pascale A, Marchesi N, Marelli C, Coppola A, Luzi L, Govoni S, et al. Microbiota and metabolic diseases. *Endocrine*. 2018;61(3):357-71. doi: 10.1007/s12020-018-1605-5
20. Rodríguez Veintimilla D, Frias Toral E. Microbiota intestinal y cáncer Gastrointestinal *Rev. Nutr. Clin. Metab.* 2021;4(1):94-102 doi: 10.35454/rncm.v4n1.175
21. Sarmiento-Andrade Y, Suárez R, Quintero B, Garrochamba K, Chapela SP Microbiota intestinal y obesidad: nuevos conocimientos. *Frente. Nutrición.* 2022;9:1018212. doi: 10.3389/fnut.2022.1018212
22. Lucas Moreno BD, González Soltero MDR, Bressa C, Bailén Andriano M, Larrosa Pérez M. Modulación a través del estilo de vida de la microbiota intestinal. *Nutr Hosp.* 2019;36(3):35-9. doi: 10.20960/nh.02805
23. Wang PX, Deng XR, Zhang CH, Yuan HJ. Gut microbiota and metabolic syndrome. *Chin Med J (Engl).* 2020;133(7):808-16. doi: 10.1097/CM9.0000000000000696
24. Yang G, Wei J, Liu P, Zhang Q, Tian Y, Hou G, et al. Role of the gut microbiota in type 2 diabetes and related diseases. *Metabolism.* 2021;117:154712. doi: 10.1016/j.metabol.2021.154712
25. Devaraj S, Hemarajata P, Versalovic J. La microbiota intestinal humana y el metabolismo corporal: Implicaciones con la obesidad y la diabetes. *Acta bioquím. clín. latinoam.* 2013;47(2):421-34.
26. Molinaro A, Bel Lassen P, Henricsson M, Wu H, Adriouch S, Belda E, et al. Imidazole propionate is increased in diabetes and associated with dietary patterns and altered microbial ecology. *Nat Commun.* 2020;11(1):5881. doi: 10.1038/s41467-020-19589-w
27. Martínez Martínez R, Castañeda Guillot CD, Pimienta Concepción I. Microbiota intestinal y diabetes. *Universidad y Sociedad.* 2022;14(2):158-63.
28. Álvarez VM, Cortés BMV, Quirós MLM. El impacto de la microbiota en la enfermedad cardiovascular. *Revista Médica Sinergia.* 2021;6(02):1-12. <https://doi.org/10.31434/rms.v6i2.643>
29. Rosario-Castro S, Rojas-García D, Pilar Sánchez I. Relación entre la composición de la microbiota y la hipertensión arterial esencial. Una revisión narrativa. *Med. Lab.* 2023;27(1):65-79. doi: 10.36384/01232576.623
30. Merino Rivera JA, Taracena Pacheco S, Díaz Greene EJ, Rodríguez Weber FL. Microbiota intestinal: "el órgano olvidado". *Acta méd. Grupo Ángeles.* 2021;19(1):92-100.
31. Villarreal DA. El papel de la nutrigenómica y los nutraceuticos en la prevención de las enfermedades cardiovasculares; revisión de la literatura. *Rev. cuba. cardiol. cir. cardiovasc.* 2019;25(3):1-27.
32. Amaral Montesino C, Abrego Sánchez A, Díaz Granados MA, González Ponce R, Salinas Flores A, Rojas García OC. *Akkermansia muciniphila*, una ventana de investigación para la regulación del metabolismo y enfermedades relacionadas. *Nutr. Hosp.* 2021;38(3):675-76. doi: 10.20960/nh.03598
33. Yamashita Y, Takeshita T. The oral microbiome and human health. *J Oral Sci.* 2017;59(2):201-6. doi: 10.2334/josnusd.16-0856
34. Campaniello D, Corbo MR, Sinigaglia M, Speranza B, Racioppo A, Altieri C, et al. How Diet and Physical Activity Modulate Gut Microbiota: Evidence, and Perspectives. *Nutrients.* 2022;14(12):2456. doi: 10.3390/nu14122456



Bilateral humeral fracture due to vitamin D deficiency: case report

Fractura humeral bilateral por deficiencia de vitamina D: reporte de un caso *Fratura umeral bilateral por deficiência de vitamina D: relato de um caso*

Marcos Antonio Amezcua-Gutiérrez^{1,2*}, Nikolett Iren Medveczky-Ordóñez², Jessica Garduño-López¹, Karen Harumi López-Rodríguez¹, José Carlos Gasca-Aldama¹, Marcos Vidals-Sánchez¹, Ricardo Rodríguez-Villanueva¹, Daniel Antonio Guevara-Cruz².

Received: August 15th, 2023. Accepted: January 29th, 2024.

Published online: February 7th, 2024.

<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n1.568>

Summary

Introduction: vitamin D is a fat-soluble vitamin used by the body for bone development and maintenance through the increased absorption of calcium, magnesium, and phosphate. Vitamin D deficiency, or insufficiency, has been identified as a global problem that affects at least one billion people worldwide. The presence of muscle weakness, falls, and fractures associated with vitamin D deficiency is frequent in the elderly; however, its impact on young people is little known.

Clinical case: we present the case of a 34-year-old male with no sun exposure and a history of consuming alcoholic beverages, presenting with progressive muscle weakness and a non-traumatic bilateral humeral fracture associated with vitamin D deficiency. We also describe the diagnostic-therapeutic approach as well as review the literature and its current importance.

Conclusions: vitamin D deficiency is common and often unrecognized, yet it can play an important role in exacerbating underlying pathologies, especially in vulnerable populations. Proximal humerus fractures are common among elderly patients, but not in young people, and less in the absence of trauma. In low-energy fractures without obvious traumatic mechanisms, greater prevalence has been observed in patients with low vitamin levels.

Resumen

Introducción: la vitamina D es una vitamina liposoluble utilizada por el cuerpo para el desarrollo y mantenimiento de los huesos al aumentar la absorción de calcio, magnesio y fosfato. La deficiencia o insuficiencia de vitamina D ha sido identificada como un problema global, ya que afecta al menos a un billón de personas en todo el mundo. La presencia de debilidad muscular, caídas y fracturas asociadas al déficit de vitamina D es frecuente en los ancianos, sin embargo, se conoce poco su impacto en población joven.

Caso clínico: presentamos el caso de paciente masculino de 34 años de edad, sin exposición solar y con antecedentes de consumo de bebidas alcohólicas, que presenta debilidad muscular progresiva y fractura de húmero bilateral no traumática asociada a déficit de vitamina D. También describimos el abordaje diagnóstico-terapéutico realizado, así como una revisión de la literatura y su importancia actual.

Conclusiones: la deficiencia de vitamina D es común y a menudo infradiagnosticada, pero puede desempeñar un papel importante en la exacerbación de patologías subyacentes, especialmente en poblaciones vulnerables. Las fracturas de húmero proximal son frecuentes en pacientes de edad avanzada, pero no en jóvenes, y menos en ausencia de traumatismos. En fracturas de baja energía, sin mecanismo traumático evidente, se ha

Resumo

Introdução: A vitamina D é uma vitamina lipossolúvel utilizada pelo organismo para o desenvolvimento e manutenção dos ossos por aumentar a absorção de cálcio, magnésio e fosfato. A deficiência ou insuficiência de vitamina D foi identificada como um problema global, afetando pelo menos um bilhão de pessoas em todo o mundo. A presença de fraqueza muscular, quedas e fraturas associadas à deficiência de vitamina D é frequente em idosos, entretanto, pouco se sabe sobre seu impacto na população jovem.

Caso clínico: Apresentamos o caso de um doente do sexo masculino, 34 anos, sem exposição solar e com antecedentes de consumo de álcool, que apresentou fraqueza muscular progressiva e fratura bilateral não traumática do úmero associada a deficiência de vitamina D. Descrevemos também o abordagem diagnóstico-terapêutica realizada, bem como uma revisão da literatura e sua importância atual.

Conclusões: A deficiência de vitamina D é comum e muitas vezes subdiagnosticada, mas pode desempenhar um papel importante na exacerbção de patologias subjacentes, especialmente em populações vulneráveis. Fraturas do úmero proximal são comuns em pacientes idosos, mas não em jovens, e menos na ausência de trauma. Nas fraturas de baixa energia, sem mecanismo traumático evi-



Keywords: vitamin D deficiency; humeral fracture; cholecalciferol; bone density.

observado mayor prevalencia en pacientes con niveles bajos de vitaminas.

dente, observa-se maior prevalência em pacientes com baixos níveis de vitaminas.

Palabras clave: deficiencia de vitamina D; fracturas del húmero; colecalciferol; densidad ósea.

Palavras-chave: deficiência de vitamina D; fraturas do úmero; colecalciferol; densidade óssea.

¹ Intensive Care Unit. Hospital Juárez de México. Mexico City, Mexico.

² Intensive Care Unit. Hospital Star Médica. State of Mexico, Mexico.

*Correspondence: Marcos Antonio Amezcua Gutiérrez. amezcua_20@hotmail.com

STATEMENT OF CLINICAL RELEVANCE

Vitamin D plays an important role in calcium homeostasis and bone metabolism, and it influences the immune system, muscle, heart, and nervous system. Muscle weakness, falls, and fractures associated with vitamin D deficiency are frequent in the elderly, but their impact on young people is little known. For this reason, presenting information on the diagnostic-therapeutic approach and reviewing this case is important for knowledge, given its global impact and underdiagnosis.

INTRODUCTION

Vitamin D is not a classic vitamin but a steroid hormone precursor. The vitamin D receptor is expressed in many body tissues, muscle, heart, bone, immune system, skin, and endocrine organs⁽¹⁾. Vitamin D deficiency, or insufficiency, has been identified as a global problem that affects at least one billion people worldwide. More than 40.00 % of U.S. and European elderly men and women are deficient in vitamin D, while in South America the overall prevalence of vitamin D deficiency is 34.76 %^(2,3). Vitamin D is primarily synthesized in the skin through a sunlight-dependent reaction that converts 7-dehydrocholesterol into cholecalciferol. In the liver, it is converted to 25 hydroxyvitamin D [25(OH)D] thanks to the enzyme 25 vitamin D hydroxylase and, finally, in the kidney, to 1,25-dihydroxyvitamin D [1,25(OH)2D]⁽⁴⁾, the active form of the vitamin (**Figure 1**).

The presence of muscle weakness, falls, and fractures associated with vitamin D deficiency is frequent in the elderly. However, its impact on young people is little known, so we present the case of a young patient with a non-traumatic bilateral humeral fracture with vitamin D deficiency as well as a review of the literature and its current importance.

CASE REPORT

We present the case of a 34-year-old male patient who worked in an office, without sun exposure and had a history of alcoholic beverage consumption (>8 g of alcohol/day for three days a week). No significant pathologic history. His condition began with progressive muscle weakness and general malaise exacerbated by a generalized tonic-clonic convulsive episode, with loss of alertness (time not specified) and gaze supraversion, without sphincter relaxation or direct trauma, with a postictal period characterized by somnolence. On admission to the emergency department, alertness was documented, without focalization or lateralization, with decreased muscle strength in the upper extremities and dark-colored urine. His laboratory tests are shown in **Table 1**.

Given the clinical picture and laboratory findings, a simple cranial computed tomography (CT) scan was performed with no evidence of structural alterations, and an abdominal ultrasound showed increased hepatic echogenicity, suggestive of fatty infiltration, without intrahepatic or extrahepatic biliary tract dilatation. Based on the clinical and biochemical findings, the patient was admitted to the intensive care unit (ICU), and treatment for acute kidney injury due to rhabdomyolysis was started with optimization of blood volume and hydroelectrolyte control. During his stay in the ICU, he continued to have neurological integrity without hemodynamic or respiratory deterioration and with adequate urinary flows. However, he presented intense pain in the shoulder that limited mobility and did not improve despite analgesic escalation, so a thoracic CT scan was performed (**Figure 2**), which showed a bilateral metaphyseal distal multifragmentary fracture of the humerus with a non-displaced fracture of the right coracoid process and a fracture of the anterosuperior aspect of the right glenoid labrum. A surgical

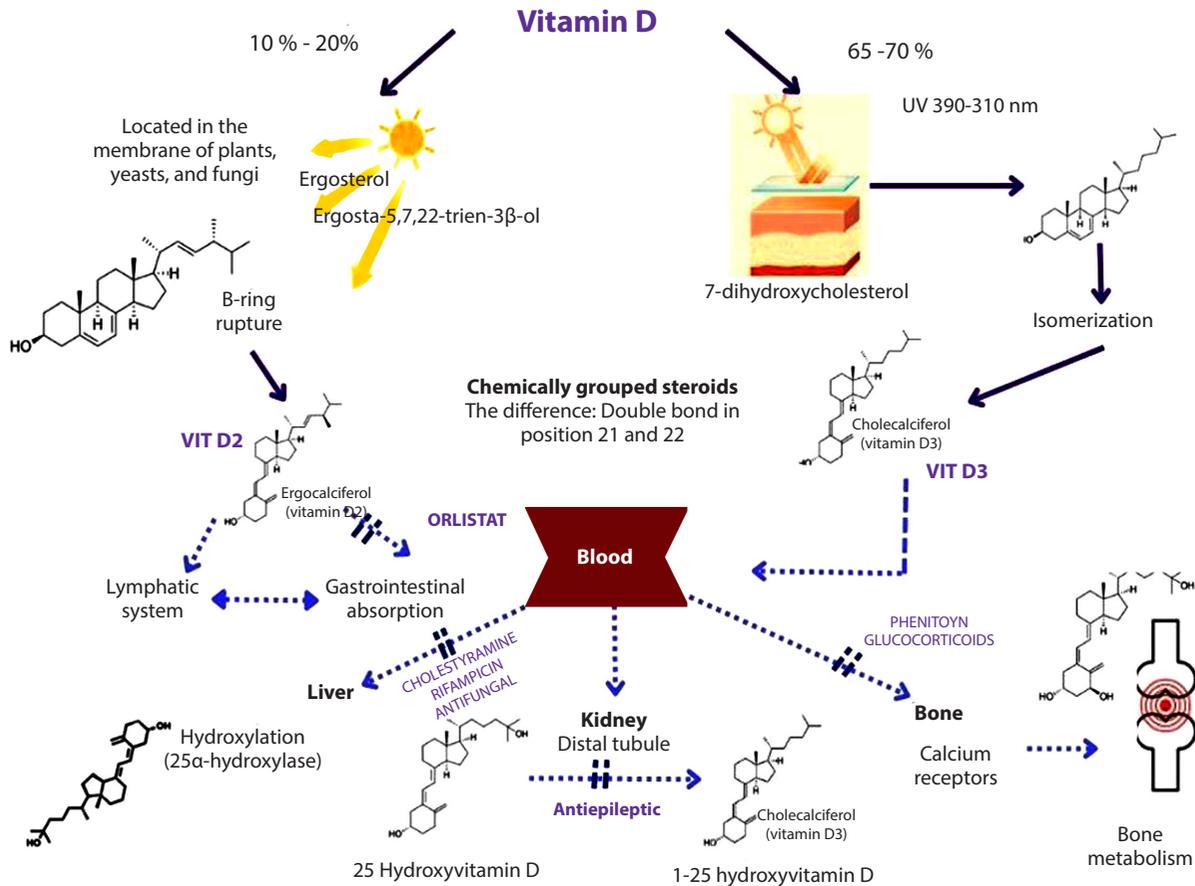


Figure 1. The metabolism of vitamin D has two main sources (animal or vegetable origin), which have ergosterol as a vitamin D precursor, which is converted into ergocalciferol (Vit D2), responsible for 10 % to 20 % of metabolism. The other 70 % to 80 % is obtained from the metabolism of 7-hydroxycholesterol after isomerization by UV rays from sunlight, obtaining cholecalciferol (Vit D3). In the liver, they undergo hydroxylation by 25 a-hydroxylase; in the kidney, it is metabolized in the renal tubule and in the bone matrix by bone metabolism. Some drugs act by inhibiting key points in the metabolism of vitamin D, from absorption to binding to its receptors.

procedure of open reduction and internal fixation with a plate with locking screws was performed.

As part of the patient’s diagnostic protocol and since he did not present direct trauma during the seizure, serum vitamin D 25(OH)D levels of 8 ng/mL (reference range of 30-100 ng/mL) and parathyroid hormone levels of 36.8 pg/mL are documented. Based on the recommendations of the Endocrinology Society, supplementation with vitamin D, 8000 IU per day, was started during hospitalization.

Given the history of frequent alcohol consumption and the biochemical findings: neutrophilia, hyperbilirubin, elevated liver enzymes, AST/ALT ratio >1.5, BT >3 mg/dL, and prolonged coagulation times, he was considered at risk of alcoholic liver disease, according to the criteria of the 2018 European Association

for the Study of the Liver (EASL), and initiated conservative management and close monitoring of liver function.

The patient evolved satisfactorily with correction of renal and hematological function, was asymptomatic, was discharged in good condition after ten days of hospitalization, and subsequently continued with vitamin D at 800 IU per day for three months with serum vitamin D measurements of 28.1 ng/mL. So, it was decided to continue with vitamin D supplementation, physical rehabilitation, and lifestyle changes.

DISCUSSION

The clinical case that we present here shows the relevance that vitamin D has for the organism since it plays

Table 1. Laboratory results. A patient with a bilateral fracture of the humerus due to vitamin D deficiency showing elevated nitrogen levels, hyperlactatemia, elevated liver enzymes, hypermyoglobinemia, and leukocytosis

Parameter	Unit	Reference
Creatine kinase (CK)	479 U/L	21-232 U/L
Myoglobin	> 400 ng/dL	25-70 ng/dL
Creatinine	2.63 mg/dL	0.7-1.2 mg/dL
Urea	26.3 mg/dL	16.6-48.5 mg/dL
Lactate	8.1 mmol/L	0.5-1 mmol/L
Total bilirubin (TB)	4.16 mg/dL	0-1.2 mg/dL
Direct bilirubin (DB)	2.09 mg/dL	<0.20 mg/dL
Indirect bilirubin (IB)	2.08 mg/dL	0.2-0.8 mg/dL
Aspartate aminotransferase (AST/TGO)	115 U/L	10-50 U/L
Alanine aminotransferase (ALT/TGP)	65 U/L	10-50 U/L
Gamma-glutamyl transferase (GGT)	2110 U/L	8-61 U/L
Albumin	4.18 g/dL	3.97-4.9 g/dL
Lipase	34 U/L	13-60 U/L
Amylase	68 U/L	28-100 U/L
Lactic dehydrogenase (LDH)	278 U/L	135-225 U/L
Na	135 mmol/L	136-145 mmol/L
K	3.72 mmol/L	3.4-5.1 mmol/L
Cl	100 mmol/L	98-107 mmol/L
Phosphorus	2.52 mg/dL	2.5-4.5 mg/dL
Ionic calcium	0.86 mmol/L	1-1.3 mmol/L
Hemoglobin	13 g/dL	12.5-16 g/dL
Leukocytes	22.300/uL	5-10.5/uL
Neutrophils	20.400/uL	1500-6000/uL
Lymphocytes	668/uL	1000-3500/uL
Platelets	183.000/uL	150.000-400.000/uL
Prothrombin time	17.7 s	11.5-16.1 s
INR	1.33	0.85-1.3
Activated Partial Thromboplastin Time	33.3 s	24.3-38 s
Fibrinogen	291 mg/dL	200-400 mg/dL

Cl: chlorine; INR: international normalized ratio; K: potassium; Na: sodium.



Figure 2. Chest three-dimensional computed tomography reconstruction. Bilateral distal metaphyseal multifragmentary fracture of the humerus (white arrow) with non-displaced fracture of the right coracoid process and fracture of the anterosuperior face of the right glenoid labrum. Source: Database, ICU Hospital Juárez de México, 2023.

an extremely important role in the absorption of calcium at the intestinal level, the maintenance of bones and teeth, as well as the normal functioning of muscles and the immune system.

Vitamin D is a generic term referring to both cholecalciferol (D3) and ergocalciferol (D2). The major circulating form routinely used to assess vitamin D status is 25-hydroxyvitamin (25-OHD), which reliably reflects the free fractions of the vitamin D metabolites. Even though the bioavailable fractions may be more clinically informative⁽⁵⁾.

The main function of vitamin D is to maintain a stable extracellular ionic calcium concentration through the stimulation of intestinal calcium absorption and the formation of mature osteoclasts that mobilize calcium from the bone to the extracellular space, which is key to the formation of new bone and correct bone metabolism⁽⁶⁾.

Vitamin D maintains an adequate blood phosphocalcium product that generates adequate bone mineralization. This is done through binding to the vitamin D receptor (VDR) on the enterocytes and osteoblasts. Without vitamin D, only 10–15 % of dietary calcium is absorbed, and up to 40.00 % if optimal levels of vitamin D are maintained. A low level of vitamin D stimulates the production of parathyroid hormone (PTH), which releases calcium from the bone, weakening it, to restore the levels of blood phosphocalcium product. This leads

to the fact that the levels of 25(OH)D are related to the mineral density, achieving a maximum bone density with levels of 40 ng/ml. From this, it follows that there is a directly proportional relationship between the levels of 25(OH)D reached and the anti-fracture efficacy⁽⁷⁾.

The clinical practice guidelines of the Endocrine Society Task Force on Vitamin D have defined a cutoff level of 30 ng/mL as vitamin D deficient. Although there is no consensus on optimal levels of 25(OH)D as measured in serum, vitamin D insufficiency is defined as 21–29 ng/mL, deficiency as less than 20 ng/mL, sufficiency as 30–60 ng/mL, and vitamin D intoxication with levels greater than 150 ng/mL. Levels of 30 ng/mL achieve adequate bone density and good muscle function in the lower extremities, as well as a reduction in the risk of falls, fractures, and colorectal cancer^(3,5,7). The most documented factors associated with vitamin D deficiency are: poorer functional capacity, older age, poor sun exposure, lower intake of fatty fish, poorer nutritional status, living alone, and being institutionalized⁽⁷⁾.

Specific categories of patients have a very high prevalence of vitamin D deficiency. Patients with chronic renal failure, on hemodialysis, renal transplant recipients, poor nutrition, liver disease, hyperthyroidism, granulomatous diseases, critical illness, and the use of medications such as anticonvulsants, immunosuppressants, and glucocorticoids may have a prevalence of vitamin D deficiency ranging from 85 % to 99 %. In patients with liver failure, there is a severe deficiency characterized by levels <7 ng/mL⁽⁵⁾. Available information about the association between alcohol use and vitamin D is still limited. It is suggested that low vitamin D serum levels in chronic alcoholics could be caused by malabsorption due to cholestasis or pancreatic insufficiency, poor dietary intake, lack of sunlight exposure, direct effects on vitamin D metabolism, impaired renal synthesis, and/or increased 1,25(OH)₂D degradation, as well as direct bowel mucosal lesions⁽⁴⁾.

There is moderate evidence for a positive association of vitamin D with bone mineral density and skeletal fragility. Low vitamin D status is associated with preferential atrophy of type II muscle fibers and influences signaling pathways that regulate inflammation in the skeletal muscle of elderly people at rest and following exercise. Inflammatory cytokines, such as tumor necrosis factor- α (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6), can inhibit muscle protein synthesis and cause greater apoptosis in skeletal muscle. Therefore, vitamin D supplementation can improve muscle function and suppress the synthesis of C-reactive protein, TNF- α , IL-6, and the

previously described effects⁽⁸⁾. Approximately 85 % of the human skeleton is composed of compact (cortical) bone, demanding a great amount of calcium to mineralize the newly formed bone matrix, which is provided by vitamin D-dependent intestinal calcium absorption⁽⁹⁾.

In low-energy fractures with no obvious traumatic mechanism, a higher prevalence has been observed in patients with low levels of vitamin D, especially at the hip level. This is due to secondary hyperparathyroidism that occurs due to the lack of counter-regulation of vitamin D on PTH synthesis, a situation that leads to a considerable increase in bone resorption without adequate replacement of the mineralized matrix, ending in a significant reduction in bone resorption and resistance of this tissue⁽⁶⁾.

Stress fractures are the result of excessive stress on the bone due to prolonged and repetitive loading. The association between serum 25(OH)D levels and the occurrence of stress fractures has been previously documented in published studies, especially in military personnel (young and active military recruits). The addition of 2000 mg of calcium and 800 IU of vitamin D demonstrated a 20.00 % reduction in stress fracture incidence, and serum vitamin D levels greater than 40 ng/mL may be considered optimal for preventing stress fractures, especially for active patients with moderate to high functional demand^(10,11).

Regarding fractures caused by convulsive crises, there is little updated statistical information; however, some single-center studies report a hospital incidence of 1.1 %, of which 0.50 % presented fracture due to direct trauma, 0.30 % fracture as a consequence of the seizure only, and in 0.30 % the etiology was not documented. These data suggest that fractures secondary to seizures are infrequent, and even more so if they are not associated with trauma⁽¹²⁾.

Unless a person eats oily fish frequently, it is very difficult to obtain that much vitamin D3 daily from dietary sources. Sensible sun exposure can provide an adequate amount of vitamin D3, which is stored in body fat and released during the winter, when vitamin D3 cannot be produced. Exposure of arms and legs for 5 to 30 minutes between the hours of 10 a.m. and 3 p.m. twice a week is often adequate. Almost full exposure is equivalent to the ingestion of approximately 20,000 IU of vitamin D2. Excessive exposure to sunlight, especially sunlight that causes sunburn, will increase the risk of skin cancer. Thus, sensible sun exposure and the use of supplements are needed to fulfill the body's vitamin D requirement⁽³⁾.

It has been observed that the benefit in preventing fractures is with doses of vitamin D greater than 700–800 IU per day, which becomes relevant when considering that the vast majority of supplements on the market only provide 400 IU, so these doses could not prevent the risk of fractures⁽⁶⁾. The reduction in fractures within 6 months of commencing vitamin D supplementation is attributable to the benefits of 1,25(OH)D on muscle function, with a consequent reduction in falls⁽⁸⁾.

When a vitamin D deficiency has been diagnosed in the context of a fracture, vitamin D supplementation should be implemented to improve the body's osseous healing capability. The Endocrine Society has suggested that adults with vitamin D deficiency, regardless of the presence of a fracture, should supplement with 50,000 IU of vitamin D2 or vitamin D3 once a week for 4 to 8 weeks or its equivalent of 6000 IU daily to achieve a 25(OH)D level >30 ng/mL and until fracture healing has occurred. Repeat serum 25(OH)D measurements should be taken every 3 months or after the patient's treatment course. If adequate levels have been met, the patient should be advised to continue with a lower maintenance supplementation dose of 2000 IU daily to prevent the recurrence of a stress fracture^(1,10).

The severity of the deficiency and dose required for treatment will determine the frequency of blood determination for efficacy and safety⁽¹⁾.

Regarding the history of alcoholism, it should be noted that the levels of serum concentration of vitamin D are 28.00 % lower in alcoholics than in non-alcoholics and up to 64 %-92 % in patients with cirrhosis, due to malabsorption caused by cholestasis or pancreatic insufficiency, poor dietary intake, lack of sunlight exposure, impaired renal synthesis, increased 1,25(OH)2D degradation, and direct bowel mucosal lesions. Hypovitaminosis D is an independent risk factor for sarcopenia and osteoporosis in patients with chronic liver disease and, therefore, the risk of fracture^(13,14).

Vitamin D deficiency is highly prevalent, but the literature to support vitamin D supplementation is unsatisfactory to date. Unless major funding sources are used for vitamin D research, it appears sensible to focus on vitamin D-deficient populations with a high event rate. Vitamin D is not a panacea but may be an important, inexpensive, and safe adjuvant therapy for many diseases and stages of life, including pregnancy, childhood, and advanced old age. Public health efforts to prevent severe vitamin D deficiency should, therefore, be further promoted.

Vitamin D deficiency is common and often unrecognized, yet it can play an important role in exacerbating underlying pathologies, especially in vulnerable populations and in association with low PTH levels. However, cortical bone loss is associated with bone turnover and vitamin D levels, but not always with PTH levels, as evidenced in this case.

Proximal humeral fractures are common among elderly patients, but not in the young, and less so in the absence of trauma. Most fractures are the result of a fall onto an overextended arm, less frequently from a direct blow. In this case, despite the episode of convulsive crisis, no trauma was documented; however, there was a vitamin D deficiency as a condition for bone fragility.

Regardless of the surgical treatment involved in the fracture, immediate vitamin D supplementation should be performed to improve bone healing capacity and not underestimate the importance of this micronutrient that impacts the osteomuscular level.

CONCLUSIONS

This clinical case demonstrates the relevance that vitamin D has for the body, having an important role in the absorption of calcium at the intestinal level as well as in the proper functioning of bones, teeth, muscles, and the immune system. The serious consequences of this fat-soluble vitamin deficiency can lead to pathological fractures at ages where these should not occur, and therefore the doctor must be able to suspect its deficiency for an adequate diagnosis and short- and long-term treatment.

It is important to consider the risk factors for vitamin D deficiency: chronic renal failure, hemodialysis, renal transplant receptors, poor nutrition, liver disease, hyperthyroidism, granulomatous diseases, critical disease, and drugs such as anticonvulsants, immunosuppressives and glucocorticoids.

Vitamin D supplementation improves muscle function and suppresses the synthesis of C-reactive protein, TNF- α , IL-6, and the apoptotic effects that it entails.

The proximal humerus fractures are common among elderly patients, but not in young people, and less in the absence of trauma. In low-energy fractures without obvious traumatic mechanisms, greater prevalence has been observed in patients with low vitamin levels.

For the surgical treatment involved in the fracture, an immediate vitamin D supplementation should be performed to improve the bone healing capacity and not underestimate the importance of this micronutrient that impacts at the osteomuscular level.

Acknowledgments

To the entire team of the intensive care unit of Hospital Juárez de México.

Declaration of authorship

Amezcu-Gutierrez and Medveczky-Ordoñez equally contributed to the conception and design of the research; Amezcu-Gutierrez, Medveczky-Ordoñez, and Garduño-Lopez contributed to the research design; Lopez-Rodriguez and Gasca-Aldama contributed to data acquisition and analysis; Rodriguez-Villanueva, Vidals-Sánchez and Guevara-Cruz contributed to the interpretation of the data; and Amezcu-Gutierrez, Medveczky-Ordoñez, and Garduño-Lopez drafted the manuscript. All authors reviewed the manuscript, agree to be fully responsible for ensuring the completeness and accuracy of the paper, and have read and approved the final manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Funding

The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Ethical disclosures

- Protection of human and animal subjects. The authors declare that no experiments were performed on humans or animals for this study.
- Confidentiality of data. The authors declare that no patient data appears in this article.

References

1. Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, Amrein K, Augsburger M, Biesalski HK, et al. ESPEN micronutrient guideline. *Clinical Nutrition*; 2022;41(6):1357-1424. doi: 10.1016/j.clnu.2022.02.015
2. Mendes MM, Gomes APO, Araújo MM, Coelho ASG, Carvalho KMB, Botelho PB. Prevalence of vitamin D deficiency in South America: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2023;81(10):1290-1309. doi: 10.1093/nutrit/nuad010
3. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357(3):266-81. doi: 10.1056/NEJMra070553
4. Tardelli VS, Lago MPPD, Silveira DXD, Fidalgo TM. Vitamin D and alcohol: A review of the current literatura.

- Psychiatry Research. 2017;248:83–6. doi: 10.1016/j.psychres.2016.10.051
5. Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, Neuwersch-Sommeregger S, Köstenberger M, Tmava Berisha A, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr.* 2020;74(11):1498-1513. doi: 10.1038/s41430-020-0558-y
 6. Donoso M. R, Román V. J. Vitamina D: ¿qué es lo que debe saber un traumatólogo? *Rev Chil Ortop Traumatol.* 2016;57(2):64-8. doi: 10.1016/j.rchot.2016.07.004
 7. Marañón E, Omonte J, Álvarez ML, Serra JA. Vitamina D y fracturas en el anciano. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2011;46(3):151–62. doi: 10.1016/j.regg.2011.01.005
 8. Sanders KM, Scott D, Ebeling PR. Vitamin D deficiency and its role in muscle-bone interactions in the elderly. *Curr Osteoporos Rep.* 2014;12(1):74-81. doi: 10.1007/s11914-014-0193-4
 9. Paranhos-Neto FP, Vieira Neto L, Madeira M, Moraes AB, Mendonça LMC, Lima ICB, et al. Vitamin D deficiency is associated with cortical bone loss and fractures in the elderly. *Eur J Endocrinol.* 2019;181(5):509-17. doi: 10.1530/EJE-19-0197
 10. Miller JR, Dunn KW, Ciliberti LJ Jr, Patel RD, Swanson BA. Association of Vitamin D With Stress Fractures: A Retrospective Cohort Study. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(1):117-20. doi: 10.1053/j.jfas.2015.08.002
 11. Knechtle B, Jastrzębski Z, Hill L, Nikolaidis PT. Vitamin D and Stress Fractures in Sport: Preventive and Therapeutic Measures-A Narrative Review. *Medicina.* 2021;57(3):223. doi: 10.3390/medicina57030223
 12. Finelli PF, Cardi JK. Seizure as a cause of fracture. *Neurology.* 1989; 39(6):858-60. doi: 10.1212/wnl.39.6.858
 13. Tadokoro T, Morishita A, Himoto T, Masaki T. Nutritional Support for Alcoholic Liver Disease. *Nutrients.* 2023;15(6):1360. doi: 10.3390/nu15061360
 14. Uzdżicki AW, Zych A, Świerad BA, Wawrzynowicz-Syczewska M. The role of vitamin and microelement supplementation in the treatment of ethanol-induced liver disease. *Prz Gastroenterol.* 2022;17(4):253-6. doi: 10.5114/pg.2022.121820