

Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo

Revista de la Asociación
Colombiana de Nutrición Clínica

Número temático
Nutrición y Actividad Física: perspectivas y experiencias latinoamericanas
Editores invitados: Dra. Vanessa Collazos y Dr. John Duperly

Volumen 2, número 2 - 2019

ISSN 2619-564X (Impreso)

ISSN 2619-3906 (En línea)

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

www.nutriclinicacolombia.org

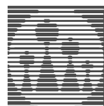
<https://revistanutricionclinicametabolismo.org/>



**ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE NUTRICIÓN CLÍNICA**

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

Editora

Diana Cárdenas, MD, PhD.

Profesora Asistente, Facultad de Medicina, Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C, Colombia.

Editora Asociada

Ángela María Navas Camacho, MD, Especialista.

Cirujana, coordinadora del Grupo de Soporte Nutricional, Clínica Reina Sofía, Bogotá, D.C, Colombia.

Asistente de Edición

Lorena Montealegre Páez, MD.

Investigadora Facultad de Medicina, Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C, Colombia.

Comité Editorial

Fanny Aldana-Parra, ND, cPhD.

Investigadora Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Nutrición y Bioquímica, Bogotá, D.C, Colombia.

Jorge Eliécer Botero López, MD, MSc.

Profesor, Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Hospital Infantil de San Vicente Fundación, Medellín, Colombia.

Mario Ramón Rodríguez, MD, Especialista.

Cirujano, jefe del Grupo de Soporte Nutricional, Hospital Juan N. Corpas, Bogotá, D.C, Colombia.

Olga Lucía Pinzón Espitia, ND, PhD.

Docente, Facultad de Nutrición, Universidad Nacional, Universidad del Rosario, Hospital Méderi, Bogotá, D.C, Colombia.

Sonia Echeverri, RN, MSc, FASPEN.

Fundación Santa Fe de Bogotá, Directora Fundación Conocimiento, Bogotá, D.C, Colombia.

Comité Asesor Científico

Ana María Menéndez, QF, PhD.

Investigadora y Profesora titular de Farmacia Hospitalaria y Clínica. Carrera de Farmacia, Universidad de Belgrano. Co-Directora Ejecutiva del Instituto Argentino de Investigación y Educación en Nutrición- IADEIN, Buenos Aires, Argentina.

Carlos Andrés Castro, QF, PhD.

Profesor Asistente, Facultad de Medicina, Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C, Colombia.

Carlos Andrés Santacruz, MD, Especialista.

Intensivista, médico institucional, Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, D.C, Colombia.

Dan Linetzky Waitzberg, MD, PhD.

Professor Associado da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Director Ganep Nutrição Humana, São Paulo, Brasil.

Gil Hardy, PhD, FRSC, FASPEN.

Profesor Emérito de Nutrición Clínica. *College of Health, Massey University, Auckland, Nueva Zelanda.*

Guillermo Ortiz, MD, PhD.

Jefe de Cuidados Intensivos del Hospital Santa Clara. Director Ejecutivo del Instituto de Simulación Médica (INSIMED), Bogotá, D.C, Colombia.

María Isabel Toulson Davisson Correia, MD, PhD.

Professora de Cirugía *Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.*

José Mario Pimiento Echeverri, MD, Especialista, FACS.

Profesor Asociado, Cirugía Oncológica Gastrointestinal, Jefe de la Sección de Oncología del tracto gastrointestinal alto, *Moffitt Cancer Center and Research Institute, Tampa, Florida, USA.*

Juan Bernardo Ochoa, MD, PhD.

Profesor de Cirugía y Cuidado Critico, Universidad de Pittsburg, PA, USA.

Lilia Yadira Cortés Sanabria, ND, PhD.

Profesora Asociada, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Nutrición y Bioquímica, Bogotá, D.C, Colombia.

Miguel León Sanz, MD, PhD.

Jefe, Sección de Endocrinología y Nutrición. Profesor Titular de Medicina en el Hospital Universitario Doce de Octubre, Universidad Complutense de Madrid, España.

Rafael Figueredo Grijalba, MD, MSc.

Director del Instituto Privado de Nutrición Integral, Paraguay.

Rubens Feferbaum, MD, PhD.

Professor, Instituto da Criança HC, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Sandra Paola Perdomo Velázquez, Bióloga, PhD.

Profesora Titular, Facultad de Medicina, Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C, Colombia.

Saúl Rugeles Quintero, MD, Especialista.

Profesor Titular de Cirugía, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C, Colombia.

Vanessa Fuchs-Tarlovsky, ND, MD, PhD.

Jefe del Servicio de Nutrición Clínica e Investigadora en Ciencias Médicas, Hospital General de México, Ciudad de México, México.

William Manzanares, MD, PhD.

Profesor Agregado de Medicina Intensiva, Cátedra de Medicina Intensiva. Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE NUTRICIÓN CLÍNICA
JUNTA DIRECTIVA 2017 – 2019

Presidente: Charles E. Bermúdez, MD.
Vicepresidente: Lina López, RN.
Secretaria ejecutiva: Angélica Pérez, ND.
Tesorero: Milena Puentes, QF.

Vocales

Clara Eugenia Plata, MD.
Esperanza Moncada Parada, ND.
Martha Elena Muñoz Peláez, ND.
Justo Olaya Ramírez, MD.
Fernando Pereira, MD.

Comité Expresidentes

Patricia Savino Lloreda, ND.
Jaime Escallón Mainwaring, MD.
Saúl Rugeles Quintero, MD.
Stella Moreno Vélez, ND.
Óscar Jaramillo Robledo, MD.
Álvaro Valencia, MD.

Julián Sotomayor Hernández, MD.
Mauricio Chona Chona, MD.
Arturo Vergara Gómez, MD.
Claudia Angarita Gómez, ND.
Josef Kling, MD.
Adriana Amaya, ND.

Política de ética, integridad y transparencia

La Revista se ajusta a los estándares internacionales de ética y buenas prácticas de las publicaciones. El propósito 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 pares académicos seguirán las normas éticas internacionales (<http://publicationethics.org> y *Committee on Publication Ethics Code of Conduct for Journal Publishers*, y validada por the *International Committee of Medical Journal Editor*).

La Revista es financiada por la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Sin embargo, algunos números tendrán publicidad de empresas farmacéuticas y 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 completa y final para aprobar la publicidad y hacer cumplir la política de ética, integridad y transparencia.

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

Publicación semestral de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Esta edición consta de 500 ejemplares.

Avenida 15 No. 118-03 Oficinas 512 / 514, Bogotá, D.C., Colombia
Visite: www.nutriclinicacolombia.org

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

Corrección de estilo: Sonia Echeverri, RN, MSc, FASPEN

Corrección estilo (inglés): Sergio Cárdenas

Diagramación e impresión: Grupo Distribuna

La Asociación Colombiana de Nutrición Clínica se reserva todos los derechos, inclusive los de traducción. Se prohíbe la reproducción y reimpresión, total o parcial de los artículos sin el permiso previo del Editor bajo las sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento, comprendidas la reprografía y el tratamiento informativo, y la distribución de ejemplares de ella, mediante alquiler o préstamo público.

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

EDITORIALES / EDITORIALS / EDITORIAIS

La democratización del conocimiento en nutrición clínica **8**
The democratization of knowledge in clinical nutrition
A democratização do conhecimento em nutrição clínica
Diana Cárdenas.

Editorial invitado: ¿Por qué escribir sobre actividad física en una revista de nutrición? **10**
Guest editorial: Why write about physical activity in a nutrition journal?
Editorial Convidado: Por que escrever sobre atividade física em uma revista de nutrição?
Vanessa Collazos, John Duperly.

Nota del Editor. Número temático. Nutrición y Actividad Física: perspectivas y experiencias latinoamericanas **13**
Editor's Note. Thematic Issue. Nutrition and Physical Activity: Latin American perspectives and experiences
Nota do Editor. Numero temático. Nutrição e Atividade Física: perspectivas e experiências latino-americanas

ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE / ARTIGO ORIGINAL

Efecto de la restricción calórica sobre la composición corporal y la capacidad de salto en jugadoras de fútbol **16**
Effect of Calorie Restriction on Body Composition and Jump Capacity in the Female Soccer Players
Efeito da restrição calórica na composição corporal e capacidade de salto nos jogadores de futebol feminino
Gloria I. García-Morales, Miguel A Niño-Rey, Ildefonso Alvear-Ordenes.

ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEWS / ARTIGOS DE REVISÃO

Impacto del ejercicio sobre el metabolismo de los lípidos y la dislipidemia **26**
Impact of exercise on lipid metabolism and dyslipidemia
Impacto do exercício sobre o metabolismo dos lipídeos e da dislipidemia
Eitan A. Scher-Nemirovsky, Daniel Ruiz-Manco, Carlos O. Mendivil.

Actividad física y nutrición en la educación médica **37**
Physical activity and nutrition in medical education
Atividade física e nutrição na educação médica
Gustavo Tovar Mojica, Erika Viviana Ladino Marín.

Recomendaciones de actividad física: un mensaje para el profesional de la salud **44**
Physical activity recommendations: A message for the health professional
Recomendações de atividade física: uma mensagem para o profissional de saúde
Sandra Marcela Mahecha Matsudo.

Actividad física, ejercicio y nutrición en niños y adolescentes	55
<i>Physical activity, exercise and nutrition in children and adolescents</i>	
<i>Atividade física, exercício e nutrição em crianças e adolescentes</i>	
Pablo Rosselli, Harold Arévalo.	
Suplementos nutricionales en la industria del <i>fitness</i>	60
<i>Nutritional Supplements in the Fitness Industry</i>	
<i>Suplementos nutricionais na indústria de fitness</i>	
Alejandro Soler Salazar, Ana María Cardona García.	
El papel de la actividad física y el ejercicio en la obesidad	67
<i>The role of physical activity and exercise in obesity</i>	
<i>O papel da atividade física e do exercício na obesidade</i>	
Diana Cárdenas, Ana Lorena Montealegre Páez, Liliana Ladino.	
Consideraciones nutricionales en entrenamiento en altura	78
<i>Nutritional considerations in altitude training</i>	
<i>Considerações nutricionais no treino em altitude</i>	
Mauricio Serrato Roa.	
OTROS / OTHERS/ OUTROS	
Noticias del <i>nutritionDay</i>	84
<i>nutritionDay News</i>	
<i>Notícias do nutritionDay</i>	
Premio José Félix Patiño Restrepo 2020	85
<i>José Félix Patiño Restrepo 2020 Award</i>	
<i>Prémio José Félix Patiño Restrepo 2020</i>	
Noticias de la Declaración de Cartagena	86
<i>News of the Cartagena Declaration</i>	
<i>Notícias da Declaração de Cartagena</i>	

Información para los autores

1. Objetivo y alcance

La Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo (RNCM) es una revista de acceso abierto y revisada por pares, cuyo 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), la relación entre nutrición y enfermedad y demás temas relacionados.

Es publicada cada semestre (mayo y octubre) en versiones impresa y electrónica con un enfoque multidisciplinario y con un contenido de artículos originales, casos clínicos, controversias, opinión y otros (artículos de revisión, los editoriales invitados, las reseñas de libros, artículos de opinión, entrevistas y cartas al Editor). Recibe para publicación trabajos en español, inglés y portugués, y ofrece la totalidad de su producción a la comunidad científica *online* (*open access*). No establece ningún cobro durante todo el proceso editorial para la publicación de los artículos.

2. Criterios para la aceptación inicial de manuscritos

La RNCM adhiere a las normas del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Los manuscritos deberán elaborarse siguiendo sus recomendaciones, las cuales pueden encontrar en: <http://www.icmje.org>.

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. Se verificará que se cumplan las normas de publicación ICMJE.

3. Proceso de revisión por pares

Recepción. El envío de artículos se debe realizar a través de la página web: revistanutricionclinicametabolismo.org/enviar-articulo/. El autor recibirá un correo de confirmación iniciando de este modo el proceso de revisión del manuscrito.

Diana Cárdenas, MD, PhD.

EDITORA

Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo.

Correo electrónico: editor-rmnc@nutricclinicacolombia.org

Aceptación editorial del tema. El proceso de aceptación de manuscritos 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 correo electrónico, si el artículo sometido cumple con las normas y los requisitos que se detallan en la sección de Criterios para la aceptación inicial.

Revisión por pares. El segundo paso consiste en una revisión externa y anónima por pares (*peer review - single blind review*). Cada manuscrito será evaluado por uno o dos revisores expertos independientes para evaluar la calidad científica del documento. Un tercer dictamen podrá ser solicitado para arbitrar un artículo en particular. El manuscrito será enviado a especialistas en el tema investigado o revisado. Con uno, 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: manuscrito aceptado/no aceptado/ nueva evaluación (sujeto a modificaciones).

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 previa validación del editor y una vez 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 manuscrito enviado a la Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo.

Los trabajos originales aceptados pasan a ser propiedad permanente de la RNCM y no podrán ser reproducidos en parte o totalmente sin permiso de la RNCM.

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

4. Secciones de la RNCM

La revista consta de las siguientes secciones:

Editorial/Editorial invitado, Artículos originales/Experimentales, Casos clínicos, Artículos de revisión/Controversias, Cartas al Editor, Otras secciones.

5. Normas de formato y estilo

El manuscrito deberá enviarse en formato *Word*, en español, inglés o portugués, letra Arial 12 y doble espacio. Cada componente del manuscrito deberá comenzar en una nueva página en el siguiente orden:

1. Carta de presentación
2. Manuscrito con:
 - Página del título (Autores, afiliaciones institucionales para cada autor, dirección postal del autor corresponsal)
 - Resumen/Resumen en inglés (*summary*) (250 palabras)
 - Texto (según tipo de artículo)
 - Referencias
 - Tablas y Figuras
 - Agradecimientos
 - Financiación
 - Declaración de conflicto de intereses
 - Declaración de autoría
3. Declaración de conflicto de interés (formato de la Revista)
4. Declaración de autoría (formato de la Revista)

Para una descripción detallada de las Normas de publicación por favor consultar la versión completa en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/wp-content/uploads/2018/07/Informacion-para-autores.pdf>.

6. Referencias bibliográficas

Para las referencias bibliográficas se adoptarán las normas 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 *Índex Medicus*, disponible en: <ftp://nlmpubs.nlm.nih.gov/online/journals/>. En lo posible se evitará el empleo de expresiones como: “observaciones no publicadas” ni “comunicación personal”, pero sí pueden citarse entre paréntesis dentro del texto. Los originales aceptados, pero aún no publicados, se incluyen en las citas bibliográficas como [en prensa] (entre corchetes). Las citas bibliográficas deben compararse por comparación con los documentos originales. Los ejemplos de formatos de citas bibliográficas se encuentran en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/wp-content/uploads/2018/07/Informacion-para-autores.pdf>

7. Política de ética, integridad y transparencia

La RNCM busca promover la publicación de artículos producto de investigaciones ajustadas a los principios

éticos de la investigación, así como evitar casos de fabricación, falsificación, omisión de datos y el plagio.

La RNCM se ajusta a los estándares internacionales de ética y buenas prácticas de las publicaciones. La finalidad es promover una publicación transparente y ética por lo que sus 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 (<http://publicationethics.org> y *Committee on Publication Ethics Code of Conduct for Journal Publishers*, y validada por *the International Committee of Medical Journal Editor*).

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 poner 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 nombrar la compañía farmacéutica. Es importante declarar cualquier tipo de relación económica. Si no hay ninguna fuente se debe declarar “El presente estudio no tuvo financiación”.

9. Conflicto de Intereses

Un conflicto de interés es una vinculación económica o de otra naturaleza que pudiera afectar las opiniones, conductas o el manuscrito de un autor, o que otras personas razonablemente pudieran pensar que los afectan. Los conflictos de intereses actuales o potenciales deberán declararse al final del manuscrito y diligenciar el formulario en línea (Declaración de conflicto de intereses).

10. Declaración de Autoría

Se deberá indicar al final del manuscrito la participación de cada uno de los autores en el artículo en los siguientes aspectos: la concepción, realización y desarrollo, así como en la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, la redacción y revisión del artículo. Diligenciar el formulario en línea (Declaración de autoría).



La democratización del conocimiento en nutrición clínica

The democratization of knowledge in clinical nutrition

A democratização do conhecimento em nutrição clínica

Diana Cárdenas^{1*}

<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.001>

La ciencia es un bien común. Sin embargo, en el acceso a los resultados científicos se encuentran múltiples barreras. La principal barrera es la económica. Por ejemplo, para acceder en Internet a un artículo publicado en una revista indexada el autor y el lector deben pagar en promedio 40 dólares. En el caso de las universidades, bibliotecas, sociedades científicas y otras instituciones académicas estas deben pagar sumas importantes por suscripciones a los grupos editoriales que monopolizan el acceso al conocimiento.

Esta situación es el reflejo de una paradoja. En la era de la información impulsada por una economía del conocimiento de dimensiones globales, y donde el acceso a Internet ha facilitado la democratización del conocimiento, las universidades no pueden acceder totalmente a su propia producción de investigación. Incluso las mejores bibliotecas de universidades líderes en investigación no pueden darse el lujo de proporcionar acceso a todo. Las revistas son demasiado costosas, aunque cada día circulen más. Las empresas editoriales han convertido la difusión del conocimiento científico en uno de los negocios más grandes y productivos: Elsevier, Springer y Taylor y Francis, controlan el 60 por ciento de las publicaciones con ganancias millonarias anuales⁽¹⁾. Estas empresas se convierten en propietarias intelectuales obteniendo ganancias económicas importantes a partir del trabajo de los autores, sus instituciones y

el dinero de los organismos financiadores. A los autores y las instituciones solo les queda el prestigio de la publicación, un bien difícil de cuantificar. Lo que está en juego es, en últimas, la democratización del conocimiento científico. Según el sociólogo francés Pierre Bourdieu, el conocimiento libera de los determinismos sociales e institucionales convencionales que fundamentan las lógicas de dominación y desigualdad. Por esto, la democratización del conocimiento es fundamental para la construcción de las sociedades.

Ante la dominación y monopolio de las empresas editoriales, a inicios de la década de los 90 la comunidad académica se ha movilizado proponiendo el sistema Acceso Abierto (*Open Access*). Esta iniciativa conlleva a una modificación integral en el sistema de comunicación de la ciencia. Existen tres declaraciones internacionales que han definido y marcado la pauta de este modelo: las declaraciones de Budapest 2002, de Bethesda 2003 y de Berlín 2003. En 2015 la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc) lo define como: “Movimiento internacional cuyo objetivo es que cualquier persona en el mundo, con una conexión a Internet, pueda acceder libremente sin ninguna restricción de tipo económico, técnico o legal a la información científica, académica y cultura”⁽²⁾.

El *Open Access* es un modelo que permite el acceso y el uso de la información científica sin costo para el usuario. En pocas palabras, favorece la democratización del conocimiento. Aunque este modelo también ha generado controversia, de lo que se trata es de aumentar el impacto de la investigación al aumentar el acceso a la misma. En este modelo la propiedad intelectual existe, pero el uso es libre. Es decir, que el lector está autorizado a descargar,

¹ Médico Cirujano, Universidad El Bosque. Profesora Asistente, Facultad de Medicina, Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C, Colombia.

*editor-rmnc@nutriclinicacolombia.org

leer, copiar, distribuir, imprimir y enlazar a los artículos completos sin permiso previo del editor o del autor, siempre y cuando la integridad del trabajo publicado no sea alterada y sus autores sean referenciados de forma adecuada y citados cada vez que sea usada la publicación. Este modelo no implica que sea completamente gratis. Ciertas revistas cobran a los autores entre 500 y 2.500 euros por la publicación de los artículos.

Mikael Laakso et al. señalan que entre 2005 y 2009 después de una etapa llamada pionera (1993 a 1999) y una etapa de innovación (2000 a 2004), el modelo *Open Access* se consolidó. En estos años de “consolidación” el número de revistas y artículos ha seguido aumentando (hoy existen más de 4 millones de revistas en este sistema) y la infraestructura para el soporte de las publicaciones se desarrolló y estableció. Es así como el *Open Journal System* (OJS) fue desarrollado por iniciativa de *The Public Knowledge Project's* la cual reunió a varias universidades para desarrollar un *software* de código abierto (gratuito) y facilitar el *Open Access*⁽³⁾. Este sistema se aplica a publicaciones revisadas por pares (*peer-reviewed journals*), facilitando la infraestructura técnica no solo para la presentación en línea de los artículos de la revista sino también para todo el proceso editorial. Esto incluye el envío de artículos, la revisión por pares, las decisiones editoriales y la indexación.

Este modelo cada día toma más fuerza a medida que los científicos salen de la inercia y se concientizan de que también hay revistas de excelente calidad publicadas en *Open Access* y que los derechos de autor y publicación son fundamentales. En Europa, donde la mayoría de los fondos para la investigación son públicos, *Science Europe* promueve, desde septiembre 2018, la iniciativa Plan S cuya principal reivindicación es que para 2020 las investigaciones financiadas por subvención pública deben ser publicadas en revistas o plataformas de acceso abierto⁽⁴⁾.

Para nosotros es un placer presentar el número cuatro (2019;2(2)) de la Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo, el primero que se publica en la plataforma OJS. La transferencia de la Revista a esta plataforma responde a la necesidad de cumplir con las exigencias actuales en materia de publicaciones científicas para la indexación nacional e internacional. Seguiremos publicando con el modelo *Open Access* para permitir el acceso total sin ningún costo al lector, a las instituciones académicas y financiadoras, a las bibliotecas y al autor. Esto se logra gracias a los esfuerzos del doctor Charles Bermúdez, presidente de la ACNC y su Junta Directiva que han conseguido los recursos necesarios

para su financiación. Sea esta la oportunidad para agradecerles la confianza que han depositado en mí y que me ha permitido llevar a la Revista, dos años después, a la plataforma OJS y a su disponibilidad en diversas bases de datos.

Aunque el principal reto de este tipo de publicaciones, donde ni el lector ni el autor pagan, es la sostenibilidad. Estamos convencidos de que la ACNC se seguirá fortaleciendo y consolidando, de manera que a través de sus afiliados, actividades académicas y pauta comercial se obtengan los recursos necesarios para mantener la Revista de Metabolismo y Nutrición Clínica (RMNC) con la más alta calidad científica, elevado estándar ético y gran transparencia. Este esfuerzo es reflejo de las prioridades y de la clara política de la ACNC para desarrollar la investigación y la educación en nutrición clínica.

La indexación en otras bases de datos y la clasificación en Publindex (Índice Bibliográfico Nacional de Colombia, bajo el amparo de Colciencias) serán los retos del 2020.

Así las cosas, la plataforma OJS permitirá que que la Revista tenga una mejor visualización digital y un mejor manejo editorial a la vez que posibilitará cumplir las numerosas exigencias de Publindex y otros sistemas de Indexación.

Estamos convencidos de que la ciencia es un bien común y el acceso a los resultados científicos un derecho. En consecuencia, el equipo editorial de la Revista y la ACNC se comprometen a fomentar la democratización del conocimiento en nombre del progreso de la ciencia de la nutrición clínica.

Referencias bibliográficas

1. Willinsky J. The Nine Flavours of Open Access Scholarly Publishing. *J Postgrad Med.* 2003; 263-267
2. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (2015). Declaración sobre acceso abierto. México: Universidad Autónoma del Estado de México. (Consultado el 02 de agosto de 2019) disponible en: <http://www.redalyc.org/info.oa?page=/acceso-abierto/declaracionoa.html>
3. Open Journal System, The Public Knowledge Project. University of British Columbia. (Consultado el 1 de Julio 2019) Disponible en : <http://pkp.ubc.ca>.
4. Coalition-S: The Plan-S Principles. 4 de septiembre de 2018. (Consultado el 10 de Agosto 2019). Disponible en: <https://www.coalition-s.org/about/>.



¿Por qué escribir sobre actividad física en una revista de nutrición?

Why write about physical activity in a nutrition journal?
Por que escrever sobre atividade física em uma revista de nutrição?

Vanessa Collazos¹, John Duperly²

<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.002>

Para algunas personas puede resultar intrigante que una revista de nutrición decida publicar una edición especial alrededor de la actividad física (AF), particularmente cuando en el ámbito académico y profesional parecieran tomar cada vez más fuerza las opiniones extremas. Mientras los académicos se enredan en las minucias de la discusión, los pacientes son despachados de los consultorios con consejos tan generales como “bájelo a la grasa, a la sal, a las harinas, nada de azúcar, o mejor si no come carne ni lácteos... y haga más ejercicio”. Ante este escenario, las pocas personas que toman conciencia sobre la necesidad de mejorar su alimentación y condición física se enfrentan a la tarea titánica de sortear un volumen de información disponible en los medios de comunicación, las redes sociales, los anuncios publicitarios, sin mencionar los consejos de la tía, el amigo, el amigo del amigo, la entrenadora del gimnasio o el señor de la farmacia.

Si bien el conocimiento frente a la nutrición y el ejercicio ha prosperado fuertemente en las últimas décadas,

los profesionales de la salud aún tenemos la deuda de tener las habilidades y los conocimientos elementales para dar una consejería asertiva y efectiva en estilo de vida⁽³⁾. En cambio, las redes sociales están saturadas de autoproclamados expertos en nutrición y *fitness* que prometen resultados casi inmediatos a expensas de la salud o la ilusión de sus clientes, a veces llevándolos a consumir productos o sustancias, que además de costosas, no cuentan con evidencia científica que respalde su seguridad y sus exageradas promesas.

Esta edición resulta de la reflexión acerca de la responsabilidad que tenemos de trabajar de manera colaborativa en pro de la salud de nuestras comunidades. Las discusiones profundamente académicas son necesarias para avanzar en el entendimiento de las ciencias de la nutrición y el ejercicio, pero en el día a día se hacen necesarias estrategias sencillas y concretas dirigidas con claridad a nuestras poblaciones y realidades para mejorar los hábitos de alimentación e incrementar los niveles de AF, ambas estrategias fundamentales en la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, obesidad, e incluso condiciones de enfermedades neurodegenerativas y salud mental.

LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Los beneficios de la actividad física en la salud se han estudiado rigurosamente desde hace varias décadas, los padres de la medicina ya lo intuían, pero la necesidad de promover la práctica regular del ejercicio ha tomado mayor relevancia ante la epidemia de las enfermedades crónicas, primera causa de mortalidad en todo el mundo. En el 2004, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó la Estrategia Mundial Sobre Régimen

1 Médica con énfasis en investigación y salud pública de la Universidad de los Andes, Magister en Fotografía del Instituto SPEOS de París como becaria de Colfuturo. Desde el 2005 ha trabajado en promoción de estilos de vida saludable desde diferentes ámbitos (Uniandes, CDC (EEUU), OMS (Suiza), *Exercise is Medicine*[®]). Fue docente y coordinadora de internado en la Pontificia Universidad Javeriana (Cali). Ha publicado sus fotografías con diferentes proyectos, incluyendo el libro “La Vuelta al Mundo en 80 bicicletas”. Actualmente, es Médica de Enlace Científico en Obesidad de Novo Nordisk Colombia SAS.

2 Médico especialista en Medicina Interna de la Universidad del Rosario y PhD en Medicina del Deporte de la Universidad Alemana para la Ciencias del Deporte. Es el Director del Instituto de Medicina del Ejercicio y Rehabilitación de la Fundación Santa Fe de Bogotá y profesor asociado de la Facultad de Medicina en la Universidad de los Andes. Es investigador y autor de publicaciones nacionales e internacionales, incluyendo el libro “Prescripción del Ejercicio, Una Guía para Recomendar Actividad Física a cada Paciente”.

Alimentario, Actividad Física y Salud, urgiendo a los países a tomar medidas multisectoriales para promover una alimentación adecuada y oportuna, así como para alcanzar las recomendaciones mínimas de ejercicio para la salud. Sin embargo, un estudio publicado por *The Lancet* en 2018 revela que los niveles de inactividad física mundiales no mejoraron entre 2001 y 2016⁽²⁾. Según el análisis, que incluyó 168 países y 1,9 millones de personas, aproximadamente uno de cada cuatro hombres y una de cada tres mujeres no cumplía con las recomendaciones mínimas de AF para la salud (150 minutos semanales de AF moderada o 75 minutos semanales de AF vigorosa, o una combinación equivalente). Algunas regiones como América Latina y el Caribe muestran una clara tendencia a empeorar sus niveles de vida sedentaria, siendo más drástico entre las mujeres: 43,7 % de ellas no cumplen con las recomendaciones mínimas AF, la cifra más alta del estudio en mención. En el mismo año, 2018, la OMS lanzó su Plan Global de Actividad Física 2018 - 2030: "Más Personas Activas para un Mundo Más Sano", en el que proponen reducir los niveles de inactividad física globales en 15 % para 2030, una cifra retadora frente a los datos históricos mencionados con anterioridad. No obstante, el plan hace un fuerte llamado a todos los sectores involucrados para evaluar e implementar estrategias que realmente sean incluyentes y permeen todos los niveles de la sociedad. Uno de los ítems importantes de este plan global es la inclusión de la actividad física en los servicios de salud y el entrenamiento del personal de salud en el conocimiento y habilidades necesarias para recomendar y fomentar las estrategias que aumenten las oportunidades a todos los miembros de la sociedad para que sean físicamente activos.

La necesidad de abordar la creciente y preocupante prevalencia de inactividad física por motivos de salud y las consecuencias deletéreas del sedentarismo traspasan la competencia del sector salud. Es así como el Foro Económico Mundial ha reconocido la importancia de fomentar los estilos de vida saludable con estrategias que involucren diferentes actores de la sociedad, públicos y privados, optimizando los esfuerzos y recursos disponibles en cada país. Es un llamado a la colaboración permanente entre sectores y profesionales en todos los niveles, local, regional y nacional⁽⁵⁾.

En consecuencia, los médicos, nutricionistas, enfermeras, psicólogos y fisioterapeutas, tenemos un rol fundamental en este esfuerzo mundial por promover la actividad física regular, cuyos beneficios trascienden la esfera de la salud para impactar en forma positiva otros contextos del ser

humano (ambiente, transporte, cohesión social y desarrollo) y difícilmente son comparables con otra intervención que esté en manos del profesional de salud.

NUTRICIÓN Y DEPORTE

Las autoridades científicas internacionales reconocen la importancia de las estrategias nutricionales en el bienestar, rendimiento y recuperación de los atletas. Aunque existen grandes diferencias en los requerimientos nutricionales para alcanzar el éxito deportivo, se han planteado objetivos comunes que buscan dar soporte a la adaptación al entrenamiento, optimizar el rendimiento durante el proceso de entrenamiento y la competencia, así como minimizar el riesgo de lesiones y de enfermedad⁽¹⁾.

Existe suficiente evidencia científica para poder dar recomendaciones sobre el tipo de alimentos, nutrientes, líquidos y electrolitos, sus cantidades, proporciones, periodización y horarios recomendados para alcanzar un óptimo estado de salud y rendimiento deportivo a lo largo de diversos escenarios de entrenamiento y competencia. En colaboración con los profesionales de las ciencias del deporte, en especial con expertos en nutrición deportiva, debidamente acreditados, los atletas deben desarrollar un plan de alimentación personalizado y práctico.

Los mayores retos y aprendizajes en nutrición y deporte se han evidenciado en deportes de larga duración como maratones y ultra-maratones, ciclismo de ruta, natación o triatlón, en especial por sus altas demandas de energía, líquidos y sales en entrenamiento y competencia⁽⁴⁾.

Alteraciones hematológicas como la anemia del atleta, los frecuentes trastornos gastrointestinales y de termorregulación, desequilibrios hidroelectrolíticos como hiponatremia, injuria renal, inmunosupresión y eventos cardiovasculares son problemas frecuentes estrechamente relacionados con planes nutricionales improvisados y alejados de la evidencia científica.

LO QUE ENCONTRARÁ EN ESTA EDICIÓN

Desde el momento en que surgió la invitación a colaborar en esta edición especial sobre AF, nutrición y salud por parte de nuestra editora, la doctora Diana Cárdenas, vimos la oportunidad de reunir en una sola publicación el conocimiento, la experiencia y la evidencia alrededor de esta temática que estamos generando en América Latina. Creemos que interpretar y adaptar el conocimiento a nuestro contexto y compartir las experiencias más cercanas, nos permite fortalecer la comunidad científica local,

generar conciencia sobre los retos y oportunidades propios de nuestra región, y fomentar la colaboración entre diferentes profesionales e instituciones. El propósito de esta edición es promover la discusión y actualización académica sobre actividad física, nutrición y salud, abordándolo desde las ciencias básicas hasta la visión de salud pública, pasando por la clínica y las ciencias del deporte.

Los autores invitados a esta edición han dedicado gran parte de su vida profesional al estudio y la promoción de la actividad física en diferentes contextos: el alto rendimiento, la práctica clínica, la educación médica y la investigación. Son reconocidos regionalmente tanto por sus méritos profesionales como por su rol como líderes y modelo de vidas activas y productivas al servicio de la salud y el bienestar.

Esperamos que disfruten de los contenidos cuidadosamente seleccionados para esta edición, que busca seguir promoviendo el crecimiento académico de todos los profesionales interesados en las ciencias de la nutrición, el deporte y la AF para brindar cada vez mejores herramientas a nuestros deportistas, pacientes y familiares.

Referencias bibliográficas

1. Burke LM, Castell LM, Casa DJ, Close GL, Costa RJS, Desbrow B, et al. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019 Mar 1;29(2):73-84. doi: 10.1123/ijsnem.2019-0065. Epub 2019 Apr 5. PubMed PMID: 30952204.
2. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health.* 2018 Oct;6(10):e1077-e1086. doi: 10.1016/S2214-109X(18)30357-7. Epub 2018 Sep 4.
3. Mozaffarian D, Rosenberg I, Uauy R. History of modern nutrition science-implications for current research, dietary guidelines, and food policy. *BMJ.* 2018; 361:j2391.
4. Nikolaidis PT, Veniamakis E, Rosemann T, Knechtle B. Nutrition in Ultra-Endurance: State of the Art. *Nutrients.* 2018 Dec 16;10(12). pii: E1995. doi: 10.3390/nu10121995. Review. PubMed PMID: 30558350; PubMed Central PMCID: PMC6315825.
5. World Economic Forum. Multistakeholder Collaboration for Healthy Living Toolkit for Joint Action. Geneva: World Economic Forum, 2013.



Número temático. Nutrición y Actividad Física: perspectivas y experiencias latinoamericanas

*Thematic Issue. Nutrition and Physical Activity:
Latin American perspectives and experiences*

*Número temático. Nutrição e Atividade Física:
perspetivas e experiências latino-americanas*

Nos complace presentarles el primer número temático de la Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo. No se trata de un suplemento, sino de un número dedicado a un tema seleccionado, en este caso, la Actividad Física y la Nutrición. Para ello hemos invitado a dos médicos expertos de gran trayectoria en este campo, los doctores Vanessa Collazos y John Duperly. De la mano, hemos preparado una recopilación de artículos originales y de revisión escritos por destacados profesionales de la salud, licenciados en educación física, médicos, investigadores, deportólogos y nutricionistas.

Este número surge como lo afirman los doctores Duperly y Collazos en su editorial: “de la responsabilidad que tenemos de trabajar de manera colaborativa en pro de la salud de nuestras comunidades”. Por lo tanto, aquí se concreta un espacio donde se realizan discusiones académicas necesarias para avanzar en las ciencias de la nutrición y el ejercicio al tiempo que se recopilan las recomendaciones y estrategias para promover el incremento de los niveles de actividad física y hábitos de alimentación saludables.

Quiero agradecer de manera muy especial a los editores invitados por sus aportes y liderazgo, ha sido un gran honor y placer trabajar con ellos. Gracias a los autores por su dedicación y el compromiso con el que asumieron este reto y lo hicieron realidad.

EDITORES INVITADOS

Vanessa Collazos, MD, MPhotog.

Médica con énfasis en investigación y salud pública de la Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Magíster en Fotografía del Instituto SPEOS de París como becaria de Colfuturo, Colombia.

Desde 2005 ha trabajado en promoción de estilos de vida saludable desde diferentes ámbitos (Uniandes, CDC (EEUU), OMS (Suiza), *Exercise is Medicine*[®]).

Fue docente y coordinadora de internado en la Pontificia Universidad Javeriana (Cali). Ha publicado sus fotografías con diferentes proyectos, incluyendo el libro “La Vuelta al Mundo en 80 bicicletas”. Actualmente, es Médica de Enlace Científico en Obesidad de Novo Nordisk Colombia SAS.

John Duperly, MD, PhD.

Médico especialista en Medicina Interna de la Universidad del Rosario, Bogotá, D.C., Colombia.

PhD en Medicina del Deporte de la Universidad Alemana para la Ciencias del Deporte, Alemania.

Director del Instituto de Medicina del Ejercicio y Rehabilitación de la Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, D.C., Colombia.

Profesor asociado de la Facultad de Medicina en la Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Declaración de conflicto de intereses

Los editores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este número. La Dra. Collazos comenzó a trabajar en Novo Nordisk Colombia SAS en marzo de 2019 después de haber iniciado este proyecto editorial y no representa ningún conflicto de interés.

Investigador y autor de publicaciones nacionales e internacionales, incluyendo el libro “Prescripción del Ejercicio, Una Guía para Recomendar Actividad Física a cada Paciente”. Bogotá: Ediciones de la U. Año 2017.

INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

Gloria Inés García Morales, ND, PhD (c).

Nutricionista Dietista de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, D.C., Colombia.

Candidata al título de doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte: U. Autónoma de Madrid, España.

Máster oficial en Innovación en Investigación en Ciencias de la Actividad Física y Deporte: U. León, España.

Máster oficial en Alto Rendimiento Deportivo – Área Biomédica: U. Autónoma de Madrid, España y Comité Olímpico Español.

Antropometrista Instructora, ISAK nivel III.

Miembro de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica; actualmente apoya el área de nutrición, ejercicio y deporte de la ACNC.

Docente Universidad El Bosque – Posgrado de Medicina del Deporte.

Consultora y asesora particular de diferentes deportistas profesionales y seleccionados colombianos.

Eitan A. Scher-Nemirovsky

Estudiante de XII semestre de la facultad de Medicina de la Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Hace parte del grupo de investigación de Diabetes, lípidos y metabolismo, con enfoque en investigación en biología molecular y aptámeros. Participó en el grupo de investigación en biología sintética, ambos de la Universidad de los Andes. Bogotá, D.C., Colombia.

Daniel Ruiz-Manco, MD.

Médico egresado de la facultad de Medicina de la Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Miembro del grupo de investigación de Diabetes, lípidos y metabolismo desde 2015. Trabaja en investigación clínica básica, enfocado especialmente en el metabolismo de lípidos y lipoproteínas.

Carlos Olimpo Mendivil Anaya, MD, PhD.

Médico de la Universidad Nacional de Colombia.

Especialista en Estadística, Universidad Nacional de Colombia.

Doctor en Bioquímica Nutricional y Metabolismo de la Universidad de Harvard. Profesor Titular de la Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Médico institucional de la Sección de Endocrinología en la Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, D.C., Colombia.

Sandra Marcela Mahecha Matsudo, MD, PhD.

Médico Cirujano Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Especialista en Medicina Deportiva - Escuela Paulista de Medicina – UNIFESP.

PhD y Posdoctorado - Escuela Paulista de Medicina – UNIFESP, São Paulo, Brasil.

Directora Académica de Posgrado Facultad de Ciencias, Universidad Mayor.

Unidad Académica – Clínica MEDS - Santiago de Chile, Chile.

Directora Centro Regional para América Latina de “*Exercise Is Medicine*” del *American College of Sports Medicine*.

Pablo Rosselli, MD.

Médico cirujano, Ortopedista y Traumatólogo de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., Colombia.

Ortopedista infantil Pontificia Universidad Javeriana Instituto Roosevelt, Bogotá, D.C., Colombia.

Research Fellow ortopedia infantil *DuPont Hospital for Children, Wilmington, NC, USA.*

Miembro de número de la Academia Nacional de Medicina de Colombia.

Miembro activo de la Sociedad Colombiana de Ortopedia y Sociedad Colombiana de Ortopedia Infantil.

Ortopedista infantil Fundación Cardioinfantil y Asociación Médica de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Ortopedista infantil adscrito a la Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, D.C., Colombia.

Harold Arévalo Parada, MD.

Médico Especialista en Medicina del Deporte.

Gerencia de mercadeo en sector salud, Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Fellow obesidad infantil. Hospital Central de la Florida, Orlando, Florida, USA.

Coordinado del posgrado de Medicina del Deporte de la Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Presidente de la Asociación de Medicina del Deporte de Colombia.

Ana María Cardona García, MD.

Médico Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Especialista en Medicina del Deporte Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Médico del Centro Deportivo Universidad de los Andes.

Médico de Equipo Profesional Femenino Millonarios FC, Colombia.

Experiencia en prescripción de ejercicio en centros de acondicionamiento físico y rendimiento deportivo con categoría inferiores de Selección Colombia Femenina y Fútbol Sala Femenina.

Alejandro Soler Salazar, MD.

Médico Universidad de La Sabana, Especialista en Medicina del Deporte Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Dirección de Bienestar Universitario, Universidad de La Sabana, Bogotá, D.C., Colombia.

Médico Divisiones Inferiores Millonarios FC, Bogotá, D.C., Colombia.

Oficial Médico de Control al Dopaje en diferentes Copas Mundiales, Bogotá, D.C., Colombia.

Erika Viviana Ladino Marín, Lic. MSc.

Lic. en Educación Física, Mg. Pedagogía del entrenamiento deportivo.

Especialista en Psicología del deporte y la actividad física, entrenadora Internacional Nivel I de voleibol, 4 años de experiencia en la enseñanza de la actividad física para la salud en la escuela de medicina de la Universidad del Rosario con el objetivo de lograr que el estudiante de medicina sea ejemplo de salud y 8 años en entrenamiento y enseñanza metodológica del voleibol.

Gustavo Tovar Mojica, MD.

Médico especialista en medicina del deporte, miembro fundador de la Asociación de Medicina del Deporte de Colombia AMEDCO, docente del programa de medicina de la escuela de medicina y ciencias de la salud de la Universidad del Rosario.

Experiencia como contratista de actividad física y salud en la Organización Panamericana de la salud (OPS), en el Ministerio de Salud y de la Protección Social y en la Secretaría Distrital de Educación (SED).

Lorena Montealegre, MD.

Médico cirujano de la Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Joven investigador profesional para Colciencias en el Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y

Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Liliana Ladino, ND, PhD(C).

Nutricionista Dietista, Mención Honorífica, Universidad Nacional de Colombia.

Especialista en Nutrición Clínica Pediátrica, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Ciudad de México, D.F., México.

Magister en Condicionantes Genéticos, Nutricionales y Ambientales del Crecimiento y Desarrollo, Universidad de Granada, España.

Candidata a Doctorado en Nutrición y Ciencias de los Alimentos, Universidad de Granada, España.

Docente Investigador del Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Fundadora y Directora General del Centro de investigación y Educación en Nutrición CIENutrition.

Miembro activo ESPGHAN y SLAGHNP.

Diana Cárdenas, MD, PhD.

Médico cirujano de la Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Diploma Universitario de Dietética, Nutrición clínica y Terapéutica por el Hospital Bichat. Universidad Diderot, París, Francia.

Magister en Ciencias por la Universidad René Descartes, París, Francia.

Magister en Metabolismo y Nutrición por la Universidad Diderot (París, Francia).

Doctora en Filosofía por la Universidad de Franche-Comté (Francia).

Profesora asociada, Investigador del Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Mauricio Serrato Roa, MD.

Médico y especialista en Medicina del Deporte de la Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Especialista en Entrenamiento de Alto rendimiento. Universidad Castilla la Mancha, España.

Executive Masters in Sports Organization Management. COI. Université Catholique de Louvain, Belgique.

Coordinador de Ciencias del Deporte. Ministerio del Deporte, Colombia.

Director Programa de especialidad Médica en Medicina del Deporte Universidad Nacional de Colombia.



Efecto de la restricción calórica sobre la composición corporal y la capacidad de salto en jugadoras de fútbol

Effect of Calorie Restriction on Body Composition and Jump Capacity in the Female Soccer Players

Efeito da restrição calórica na composição corporal e capacidade de salto nos jogadores de futebol feminino

Gloria I. García-Morales¹, Miguel A Niño-Rey¹, Ildefonso Alvear-Ordenes²

Recibido: 16 de julio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.003>

Resumen

Introducción: mejorar la composición corporal en jugadoras de fútbol trae beneficios para el desarrollo de cualidades físicas específicas.

Objetivo: valorar el efecto de una restricción calórica leve sobre la composición corporal y la capacidad de salto de jugadoras de fútbol.

Métodos: se seleccionaron 18 jugadoras de la Selección Nacional de Colombia. Se subdividieron utilizando como criterio la suma de 6 pliegues ($\Sigma 6\text{skf}$), en un grupo con exceso de tejido adiposo ($\Sigma 6\text{skf} > 70$ mm) o grupo experimental, y un grupo con tejido adiposo normal ($\Sigma 6\text{skf}$ entre 40 - 70 mm) o grupo control. Ambos grupos siguieron el mismo protocolo de entrenamiento (16 meses). La dieta normal establecida para el grupo control (2.650 kcal/día) se redujo en el grupo experimental (20 % de restricción calórica, 2.135 kcal/día). Se midió la composición corporal por antropometría (5 componentes) y capacidad de salto con 4 tipos diferentes de salto (salto sin impulso, salto contra-movimiento, salto *Abalakov*, y salto máximo).

Summary

Introduction: Improving the body composition of soccer players is beneficial for the development of specific physical qualities.

Objective: To assess the effect of a mild calorie restriction on body composition and jump capacity of the female soccer players.

Methods: Eighteen players from the Colombian national team were selected. They were subdivided using as criteria the sum of 6 folds, in a group with excess adipose tissue (sum of six folds > 70 mm) or experimental group and a group with normal adipose tissue (sum of six folds between 40 - 70 mm) or control group. Both groups followed the same training protocol (16 months). The normal diet established for the control group (2650 kcal/day) was reduced in the experimental group (20% caloric restriction, 2135 kcal/day). Body composition was measured by anthropometry (5 components) and jump capacity with 4 different types of jump (squat jump, counter movement jump, Abalakov jump, maximum jump).

Resumo

Introdução: a melhoria da composição corporal de jogadores de futebol feminino é benéfica para o desenvolvimento de qualidades físicas específicas.

Objetivo: avaliar o efeito de uma restrição calórica leve sobre a composição corporal e capacidade de salto de jogadores de futebol feminino.

Método: 18 jogadores da seleção colombiana de futebol feminino foram selecionados. Elas foram subdivididas usando como critério a soma de 6 dobras ($\Sigma 6\text{skf}$), em um grupo com excesso de tecido adiposo ($\Sigma 6\text{skf} > 70$ mm) ou grupo experimental, e um grupo com tecido adiposo normal ($\Sigma 6\text{skf}$ entre 40 - 70 mm) ou grupo de controle.

Ambos os grupos seguiram o mesmo protocolo de treinos (16 meses). A dieta normal estabelecida para o grupo controle (2.650 kcal / dia) foi reduzida no grupo experimental (20% de restrição calórica, 2.135 kcal / dia). A composição corporal foi medida por antropometria (5 componentes) e a capacidade de salto, com 4 tipos diferentes de salto (salto sem impulso, salto contra

¹ Facultad de Medicina y posgrado de Medicina del Deporte, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

² Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León, España

Correspondence: *Ildefonso Alvear-Ordenes
ialvor@unileon.es

Resultados: el grupo experimental mostró cambios significativos; disminución de masa adiposa (kg y %) y suma de seis pliegues; y aumento de masa muscular (kg y %) e índice músculo/ óseo. Además, el entrenamiento unido a una restricción calórica leve mostró un potente efecto sobre el peso corporal, el índice de masa corporal, sumatoria de seis pliegues y porcentaje de masa muscular.

Conclusiones: los datos indican que a menor masa adiposa, mayor capacidad de salto y mientras más altas y delgadas sean las jugadoras, saltarán más. Una mayor masa muscular no parece ser requerida para tener mayor capacidad de salto. Aunque la restricción calórica produce un potente efecto en la composición corporal, no lo hace sobre la capacidad de salto.

Palabras clave: restricción energética, dieta, antropometría, potencia de salto, fútbol femenino.

Results: The experimental group showed significant changes; decreased fat mass (kg and %) and sum of six folds; and increased muscle mass (kg and %) and muscle/skeletal index. In addition, training in conjunction with a mild caloric restriction showed a potent effect on body mass, body mass index, sum of six folds, adipose mass (kg and %) and muscle mass percentage.

Conclusions: The data indicates that the lower the adipose mass, the higher the jump capacity and the taller and thinner the players are, the more they will jump. A larger muscle mass does not appear to be required to have a higher jump capacity. Although caloric restriction has a powerful effect on body composition, it does not influence jump capacity.

Keywords: Energy restriction; Diet; Anthropometry; Jumping power; Women's soccer.

movimiento, salto Abalakov e salto máximo).

Resultados: o grupo experimental apresentou alterações significativas; diminuição da massa adiposa (kg e %) e soma de seis dobras; e aumento da massa muscular (kg e %) e índice músculo / osso. Além disso, o treino associado a uma restrição calórica leve, mostrou um efeito potente sobre o peso corporal, índice de massa corporal, soma de seis dobras e porcentagem de massa muscular.

Conclusões: os dados indicam, que a menor massa adiposa maior capacidade de salto e quanto maior e mais magras as jogadoras, mais elas saltarão. Maior massa muscular não parece ser necessária para ter maior capacidade de salto. Embora a restrição calórica produza um potente efeito na composição corporal, ela não afeta a capacidade de salto.

Palavras-chave: restrição energética, dieta, antropometria, força de salto, futebol feminino.

INTRODUCCIÓN

El fútbol femenino es cada día más popular entre las mujeres y el desarrollo de cualidades físicas específicas se beneficia en forma notable cuando existe una adecuada composición corporal⁽¹⁾. Además, la restricción calórica acompañada de ejercicio de mediana intensidad causa mejoras importantes en la composición corporal⁽²⁾.

Muchos parámetros de la composición corporal pueden ser utilizados en el fútbol competitivo, así como en otros deportes de élite, para el control deportivo^(1,3,4). En la mujer futbolista la suma de seis pliegues ($\Sigma 6skf$: tríceps + subescapular + supra espinal + abdominal + muslo frontal + pantorrilla) entre 45 y 65 mm de tejido adiposo, se relaciona con el mantenimiento de la salud, de las funciones reproductivas y del sistema inmune, así como a una mayor velocidad, agilidad, resistencia y potencia de salto^(1,4,5).

Una ingesta adecuada de energía se asocia a un rendimiento deportivo óptimo⁽⁶⁾. El gasto energético por sesión de entrenamiento fluctúa entre 600 - 950 kcal⁽⁷⁾ con una intensidad del ejercicio entre 70 % - 75 % del $\dot{V}O_{2max}$ ⁽⁷⁾. Se calcula que las necesidades de energía pueden estar entre 40 y 50 kcal / Kg / día, es decir, 2.200 - 2.800 kcal / día para una jugadora de entre 56 y 62 kg de peso corporal. Por lo anterior, las deportistas deben

aprender a seguir una dieta que promueva una buena salud, evite las deficiencias nutricionales, cubra las necesidades de nutrientes esenciales para la mujer (hierro, calcio y ácido fólico), además de las demandas de energía del entrenamiento y de otras actividades diarias⁽⁸⁾.

En el fútbol femenino, muchas jugadoras no logran mantener un equilibrio energético que favorezca su composición corporal, algunas restringen su ingesta de alimentos para alcanzar el peso deseado, afectando su rendimiento y salud. Otras, por el contrario, se exceden en el aporte de calorías, aumentando las reservas de tejido adiposo⁽⁹⁾. Por lo tanto, en un deporte donde la resistencia y la potencia aeróbica determinan el rendimiento físico un exceso de peso en tejido adiposo podrá afectar su desempeño deportivo. Además, las prácticas inseguras o inadecuadas utilizadas para el control del peso corporal, sin supervisión de un profesional, ponen en riesgo la salud del deportista⁽⁵⁾.

La dieta de las jugadoras de fútbol debe ser mixta, alta en carbohidratos (CHO), con un promedio de 8 g de CHO / kg / día. El aporte de proteína debe ser más alto que el recomendado para la población de mujeres adultas sanas, (1,4 a 1,7 g·kg⁻¹·día⁻¹), pre y postejercicio, para evitar el catabolismo proteico durante el ejercicio de alta intensidad, favorecer el mantenimiento de la masa muscular y alcanzar una adecuada recuperación

postentrenamiento y competencia^(10,11), así como para una mayor utilización de los ácidos grasos durante el ejercicio⁽¹²⁾.

La velocidad y la potencia son características físicas de gran importancia en el fútbol; el desarrollo de la fuerza explosiva de miembros inferiores es indispensable para alcanzar la capacidad de salto deseada⁽¹³⁾. En el deporte la capacidad de salto (CS) es evaluada normalmente a través del “test de Bosco”, utilizando los diferentes tipos de salto como el salto sin impulso (SJ), salto contra - movimiento (CMJ), salto *Abalakov* (ABLKJ) y salto máximo (MJ)^(2,14).

Una restricción calórica leve, junto con un programa de entrenamiento específico para el fútbol femenino, podría ajustar la composición corporal de las jugadoras, haciéndolas más atléticas, con menor cantidad de masa adiposa y mayor masa muscular, además de favorecer una de las capacidades físicas más importantes en el fútbol, como es la capacidad de salto. La aplicación de un plan alimentario completo y balanceado, suficiente en carbohidratos, modificado en azúcares simples añadidos y bajo en grasas saturadas visibles en la dieta, puede contribuir a este proceso.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una restricción calórica leve, equivalente a una reducción de 20 % de las calorías recomendadas, sobre la composición corporal y la capacidad de salto en un grupo de jugadoras de fútbol profesional con exceso de tejido adiposo.

MÉTODOS

Muestra

De las 25 jugadoras de la Selección Nacional de Fútbol de Colombia, se seleccionaron 18 de ellas para formar una muestra longitudinalmente activa, homogénea,

conveniente y representativa de la élite del fútbol competitivo femenino del país. Criterios de inclusión: a. haber participado en 80 % de las convocatorias (6 como mínimo); b. haber participado en un mínimo de 3 competiciones internacionales; c. tener mínimo 6 años de experiencia en el plano competitivo; y, d. haber tenido mínimo 10 horas de entrenamiento de fútbol/semana en los últimos dos años. Además, las jugadoras no podían consumir suplementos dietéticos, ni como reemplazo de su alimentación, ni para reducir el apetito o perder masa corporal. Todas las jugadoras pasaron un reconocimiento médico que las autorizó para la competición de élite, se familiarizaron con el protocolo y con los posibles riesgos potenciales y dieron su consentimiento informado por escrito para participar en el estudio. El protocolo fue aprobado por la Unidad de Posgrado (Máster), de la Universidad de León, exigiendo todos los criterios de la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2008.

La muestra se dividió en dos grupos según los criterios de inclusión. El grupo control compuesto por 9 jugadoras con una masa corporal (MC) adecuada para su talla (según IMC y posición de juego) y una $\Sigma 6skf$ entre 45 - 70 mm. El grupo experimental con 9 jugadoras con exceso de tejido adiposo o sobrepeso, con elevado IMC (por encima de 24,5 kg/ m²) y que mostraban una $\Sigma 6skf$ mayor a 65 mm para jugadoras de campo y de 70 mm para las porteras. El límite de la $\Sigma 6skf$ entre jugadoras de campo y porteras se basó en los criterios y características de los deportistas de élite (Tabla 1)^(1,4).

Antropometría

Al inicio y al finalizar la intervención de la dieta se midió, además de las medidas básicas de peso corporal (kg) talla y talla sentado (cm), 6 diámetros (biacro-

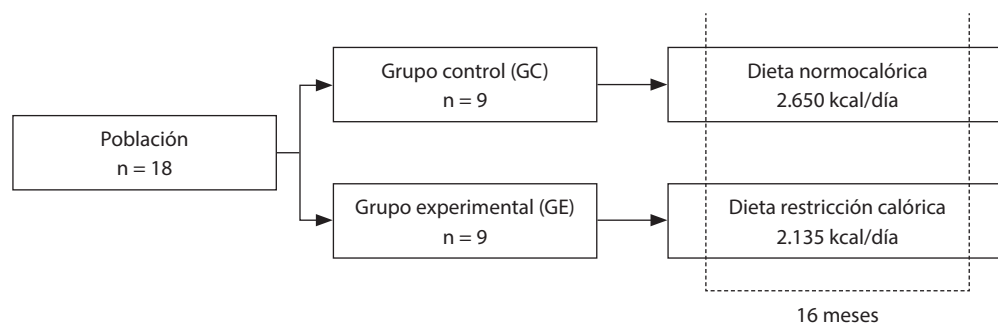


Figura 1. Diseño experimental del estudio. La dieta del grupo control fue calculada con una restricción de 20 %.

mial, tórax trasverso, tórax antero-posterior, bi-ilio-crestal, húmero y fémur), 10 perímetros (cabeza, brazo relajado, brazo flexionado y tensionado, antebrazo máximo, muñeca, tórax meso-esternal, cintura mínima, muslo máximo, muslo medio, pantorrilla) y 6 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supra espinal, abdominal, muslo medio y pantorrilla)⁽¹⁵⁾. Las 25 medidas utilizadas para el análisis de la composición corporal por el método de cinco componentes anatómicos de masa (piel, masa adiposa (MA), masa muscular (MM), tejido óseo y tejido residual) conforma un método validado en salud pública⁽¹⁶⁾. Midiéndose también el índice músculo/ óseo o IM-O (IM-O = MM, kg/ Masa ósea, kg)⁽³⁾. Las evaluaciones antropométricas se realizaron siempre por la mañana, antes de la sesión de entrenamiento o en día de descanso y por un antropometrista certificado (ISAK, nivel III), con un error técnico de medida de 1,17 %.

Tabla 1. Características de la muestra (n = 18).
Los datos se muestran como valores medios y desviaciones estándar (\pm SD)

VARIABLES	Media y SD
Edad (años)	21,4 \pm 3,1
Talla (cm)	164,4 \pm 4,9
Masa corporal (kg)	59,8 \pm 7,4
Índice de masa corporal (kg/ m ²)	22,1 \pm 2,5
Suma de 6 pliegues (mm)	79,8 \pm 37,6
Masa adiposa (%)	28,5 \pm 6,0
Masa muscular (%)	45,5 \pm 4,0
Índice músculo/ óseo (kg)	4,6 \pm 0,29
Endomorfa	3,5 \pm 1,6
Mesomorfa	3,6 \pm 0,9
Ectomorfa	2,3 \pm 1,2

Procedimiento y dieta

Antes de iniciar los 16 meses de intervención de la dieta, se evaluó la ingesta mediante anamnesis alimentaria de 3 días, individualmente y en diferentes situaciones de entrenamiento y alimentación. Se evaluó también la frecuencia de consumo de alimentos y los hábitos y conductas alimentarias, para orientar la educación nutricional durante la intervención^(5,17,18). El gasto energético total se calculó con la fórmula de *Harris y Benedict* para gasto energético basal⁽¹⁹⁾, se sumó el efecto térmico

de los alimentos (+ 10 %), las actividades diferentes al entrenamiento (+ 25 %) y el gasto energético por entrenamiento⁽¹¹⁾. Este último se calculó a partir del compendio de actividades físicas⁽²⁰⁾, calculando el promedio de las actividades de 7 días⁽¹¹⁾. Con el cálculo del gasto energético total diario se definió la fórmula dietaria recomendada para el grupo de jugadoras que conformaron el grupo control (Tabla 2) y la prescrita para el grupo experimental (Tabla 3), tanto para la ingesta nutricional durante las concentraciones deportivas como cuando permanecían en sus casas. El plan alimentario fue evaluado y controlado diariamente.

La dieta que recibió el grupo control (2.650 kcal-día⁻¹; 15 % proteína, 27 % grasa y 58 % carbohidratos) se caracterizó por ser normocalórica, hiperproteica leve, normograsa, hiperglúcida leve, baja en azúcares simples añadidos y en grasas saturadas, alta en agua, fibra y antioxidantes (Tabla 2). La dieta del grupo experimental fue una dieta de restricción calórica leve (2.135 kcal-día⁻¹; 20 % proteínas, 25 % grasa y 55 % carbohidratos) con 20 % menos del valor calórico recomendado⁽¹⁷⁾, se diferenció por ser normoglúcida, sin azúcares simples añadidos, muy baja en grasas saturadas y fuentes de colesterol, pero igualmente hiperproteica leve (Tabla 3).

Test de salto

La capacidad de salto (CS) se evaluó mediante la prueba de Bosco, con cuatro tipos de salto: SJ, CMJ, ABLKJ y MJ^(13,17).

Entrenamiento

Todas las jugadoras siguieron el mismo plan de entrenamiento específico de fútbol, similar en técnica, táctica y fuerza, con 9 - 10 sesiones por semana (aeróbico: 2 - 3 sesiones; fuerza con máquinas: 2 - 3 sesiones; y resto: sesiones técnicas).

Análisis estadístico

Los datos se presentan como media y desviación estándar (\pm SD). Para la normalidad de las variables se utilizaron los *Standard Skewness* y *Kurtosis*. Las diferencias entre variables se establecieron mediante análisis de la varianza y la prueba de *Newman-Keuls*. La relación entre variables se realizó mediante el coeficiente de correlación (*r*) de *Pearson* y, para las variables que no mostraron normalidad, se utilizó la *r* de *Sperman*. El efecto del tratamiento se analizó por la diferencia entre

Tabla 2. Fórmula dietaria recomendada para el grupo control o CG (n = 9). Ajustada a 2.650 Kcal/ día, para un sujeto con masa corporal (BM) de 56 Kg.

Nutrientes	Cantidad (g)	Energía (kcal)	Proporción (%)	Por kg de MC (g·kg ⁻¹)
Proteínas	99,4	398	15	1,77
Grasas	79,5	716	27	1,42
Carbohidratos	384	1.537	58	6,86
Total	562,9	2.651	100	10,05 *
Agua	4.000 cc·día ⁻¹ (líquido de la dieta + líquido en entrenamiento)		con 1,5 cc·kcal ⁻¹ ·día ⁻¹	

MC, masa corporal; * se estimó un consumo de 47,3 kcal·kg⁻¹.

Tabla 3. Fórmula dietaria prescrita para el grupo de jugadoras con exceso de tejido adiposo o CG (n = 9). Ajustada a 2.135 Kcal/ día, para un sujeto con masa corporal (BM) de 61 Kg.

Nutrientes	Cantidad (g)	Energía (kcal)	Proporción (%)	Por kg de MC (g·kg ⁻¹)
Proteínas	107	427	20	1,75
Grasas	59	534	25	0,97
Carbohidratos	293	1.174	55	4,80
Total	459	2.135	100	7,52 *
Agua	4.200 cc·día ⁻¹ (líquido de la dieta + líquidos en entrenamiento)		2 cc·kcal ⁻¹ ·día ⁻¹	

MC, masa corporal; * para un consumo estimado de 35 kcal·kg⁻¹.

los grupos control y experimental, de los cambios de los valores de cada variable presentados entre el inicio y la finalización de la intervención. El valor mínimo de significancia se estableció en un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La edad de la población ($n = 18$) fue de $21,4 \pm 3,09$ años, con una talla de $164,4 \pm 4,91$ cm, una masa corporal de $59,8 \pm 7,4$ kg, un índice de masa corporal (IMC) de $22,1 \pm 2,5$ kg/ m² y un porcentaje de masa adiposa de $28,5 \pm 6,0$ %. En la Tabla 1 se muestran las características de la muestra estudiada ($n = 18$).

Después de la intervención de 16 meses con una dieta con restricción calórica leve, el grupo de estudio mostró cambios significativos ($p < 0,05$) en parámetros antropométricos como $\Sigma 6skf$, Masa adiposa (en kg y %), MM (en kg y %) e índice musculo-óseo (IM-O), así como para la capacidad de salto (CS) medida con la mayoría de los tipos de salto (SJ, ABLKJ y MJ). El grupo control solo mostró cambios significativos ($p <$

$0,05$) en la MM (kg) y en la capacidad de salto medida por la técnica de MJ.

En cuanto a la comparación entre los dos grupos (efecto de la restricción calórica leve: que corresponde a la suma de las diferencias encontradas en ambos grupos, para cada una de las variables estudiadas) se muestran cambios significativos para la masa corporal (MC), índice de masa corporal (IMC), suma de seis pliegue ($\Sigma 6skf$), masa adiposa (MA) (en kg y %), masa muscular (MM) (en %), así como en el componente ectomorfo. En la Tabla 4 se muestran los resultados de cada grupo antes y después de la intervención, así como la comparación de los cambios observados en los dos grupos.

Los datos del análisis de correlación entre la capacidad de salto y las diferentes variables antropométricas estudiadas se muestran en la Tabla 5. En ella se observan los resultados entre los cuatro tipos de salto (SJ, CMJ, ABLKJ, MJ) con las variables antropométricas. Se observan fuertes correlaciones ($-0,7 < r < 0,7$) para CMJ y ABLKJ con el IMC y el estado ectomorfo; para CMJ, ABLKJ y MJ para $\Sigma 6skf$; y para SJ, CMJ y ABLKJ

con la condición mesomorfa; todos ellos con un valor de $p < 0,001$. Todas estas correlaciones fueron negativas, excepto las de la condición ectomorfa.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio permite demostrar que una restricción calórica de 20 %, es decir, un déficit aproximado de 500 kcal·día⁻¹ fue suficiente para provocar cambios positivos en la composición corporal de jugadoras de fútbol principalmente en la reducción de masa adiposa, mejora del porcentaje de masa muscular y de la relación músculo/ósea⁽¹⁾. Además, al ajustar la composición corporal de las jugadoras con exceso de tejido adiposo y mejorar el porcentaje de masa muscular, el perfil antropométrico de todas las jugadoras de la muestra fue más homogéneo y más cercano a las jugadoras consideradas de élite. Se confirma con ello el efecto significativo de la restricción calórica sobre la MC y sobre el IMC del grupo experimental, cambios que indicarían que una dieta con restricción calórica leve provoca un efecto determinante en la reducción de estas variables.

La talla y masa corporal del total de la muestra estudiada son similares a las de las selecciones de Brasil, México y Japón (campeona del mundo 2012)⁽²¹⁾ (Tabla 1). Se diferencian un poco de otras rivales directas de competición como por ejemplo EE. UU, Canadá, Suiza y Alemania, que poseen un biotipo más fuerte⁽²¹⁾. La $\Sigma 6skf$ del grupo control mostró valores cercanos a la élite internacional (50 - 70 mm), mientras que las jugadoras del grupo experimental presentaban valores similares (93 - 120 mm) a jugadoras de menor nivel de rendimiento⁽²²⁾. Por todo ello, los criterios utilizados en este estudio para dividir a las jugadoras en grupo control y experimental continúan siendo válidos^(1,4).

La restricción calórica leve tuvo efectos positivos sobre la $\Sigma 6skf$ en el grupo de estudio (~ 30 mm), la cual representa la reserva energética en diferentes partes del organismo y tiene una elevada correlación con la masa adiposa total⁽²³⁾. En ambos grupos aumentó la MM, demostrando que la dieta utilizada preservó y mejoró este componente lo que ha sido demostrado en otros estudios^(12,24).

Ambos grupos realizaron el mismo entrenamiento de 16 meses, aumentando en la misma proporción la MM (kg), una situación que ha sido observada tanto en sujetos entrenados como no entrenados^(27,29). En los estudios de Kreider et al. y Milanovic et al.^(28,29), donde se estudiaron cambios en la composición corporal en personas no entrenadas y entrenadas y en deportistas, jugadoras

de fútbol juveniles, también se observó un aumento de la fuerza máxima y de la resistencia muscular, sin necesidad de una suplementación de proteínas adicional o cambios significativos de la dieta consumida⁽²⁴⁻²⁶⁾.

El índice músculo-óseo, considerado un indicador de rendimiento biomecánico mostró un significativo aumento en el grupo estudio (> 7 veces), provocado por un desarrollo importante de la MM (Tabla 4), con valores por encima de lo esperado (de 3,8 a 4,6) para deportistas mujeres⁽³⁾. Este índice que puede ser muy útil en la selección de talentos deportivos o determinar posiciones de juego (los delanteros centrales, con mayor potencia biomecánica, poseen un índice músculo-óseo de 4,77 y los mediocampistas muestran valores entre 4,44 - 4,47), por lo que es interesante el desarrollo de estudios que relacionen este índice con pruebas de potencia en campo, capacidad de salto y de velocidad, que pueden verse influidos por las diferencias de MA⁽³⁾.

En el grupo experimental se observaron importantes cambios de la MA (%) y solo moderados para la MM (%), esta última aumentó a un valor cercano a 48 %, valor superior al encontrado en otros estudios con jugadoras de fútbol suramericano⁽¹⁾, aunque esperables en el fútbol femenino^(2,19) y en la mujer atleta^(3,27). La restricción calórica leve provocó un efecto positivo en la reducción de masa adiposa (%).

En ninguno de los grupos los cambios en somatotipo fueron significativos. Sin embargo, se observó un efecto moderado de la restricción calórica sobre el componente ectomorfo, producido por el alejamiento en la modificación de este componente (grupo control: - 0,28 y grupo estudio: 0,44). El grupo control mantuvo la condición meso ectomorfa, situación esperada en este tipo de deportistas⁽²⁸⁾. Esto también se ha observado en los equipos de élite (EEUU, Canadá y Japón) finalistas del campeonato mundial FIFA 2012⁽¹⁸⁾. Aunque un somatotipo meso-ectomorfo parece favorecer el rendimiento físico, esta característica varía mucho entre las mejores jugadoras del mundo o dentro de un mismo equipo⁽²⁹⁾. Quizá por ello en la selección de talentos se pone más atención a la habilidad y técnica específica que a las cualidades físicas⁽⁶⁾. El grupo estudio, en cambio, modificó levemente su somatotipo meso endomórfico, al disminuir la condición endomorfa y aumentar la ectomorfa (Tabla 4); una característica encontrada en jugadoras de fútbol no profesionales, que trabajan con volúmenes y cargas menores de entrenamiento que las jugadoras de este estudio^(1,4,30).

Tabla 4. Diferencias observadas entre el CG y el EG, entre las evaluaciones iniciales y finales aplicadas a cada grupo durante el estudio. Se comparan las diferencias entre el inicio y la finalización de la intervención, para ambos grupos valorando el efecto del tratamiento de la restricción calórica sobre la muestra experimental de jugadoras con exceso de tejido adiposo. Los datos se muestran como valores medios y desviaciones estándar (\pm SD). Las diferencias significativas se señalan a partir de un valor de $p < 0,05$.

Variable	Jugadoras - Grupo Control (GC)				Jugadoras - con Exceso de Grasa (GE)				Efecto	
	Inicial	Final	Diferencia	<i>p</i>	Inicial	Final	Diferencia	<i>p</i>	Diferencia	<i>p</i>
Talla (cm)	164,7 \pm 5,9	165,1 \pm 5,6	0,42 \pm 0,58	0,061	164,1 \pm 4,0	164,2 \pm 3,8	0,13 \pm 0,33	0,300	0,29 \pm 0,27	0,331
Masa corporal (kg)	54,8 \pm 4,9	56,7 \pm 4,5	1,86 \pm 3,68	0,168	64,7 \pm 6,2	62,0 \pm 7,2	-2,7 \pm 3,7	0,060	4,56 \pm 3,0	< 0,001
BMI (kg/ m ²)	20,2 \pm 1,7	20,8 \pm 1,6	0,59 \pm 1,39	0,224	23,9 \pm 1,4	22,9 \pm 1,8	-1,06 \pm 1,4	0,057	1,65 \pm 1,2	< 0,01
Talla sentada (cm)	84,9 \pm 2,6	85,0 \pm 2,4	0,12 \pm 0,37	0,351	84,2 \pm 1,7	84,6 \pm 1,7	0,38 \pm 0,62	0,105	0,26 \pm 0,22	0,286
Longitud de piernas (cm)	79,8 \pm 4,3	80,1 \pm 4,1	0,30 \pm 0,53	0,129	79,9 \pm 3,3	79,6 \pm 3,3	-0,25 \pm 0,33	< 0,05	0,55 \pm 0,50	0,05
Suma de 6 pliegues (mm)	51,3 \pm 12,2	48,2 \pm 16,7	-3,1 \pm 14,0	0,521	108,3 \pm 32,0	79,9 \pm 11,3	-30,4 \pm 40,3	< 0,001	27,3 \pm 25,4	< 0,001
Masa tejido adiposo (kg)	13,4 \pm 1,5	13,3 \pm 2,1	-0,10 \pm 2,7	0,915	21,3 \pm 4,3	17,1 \pm 2,5	-4,3 \pm 5,4	< 0,001	4,2 \pm 3,7	< 0,001
Masa muscular (kg)	26,8 \pm 2,6	28,2 \pm 2,5	1,42 \pm 1,4	< 0,05	28,0 \pm 4,4	29,6 \pm 3,4	1,59 \pm 1,9	< 0,05	0,17 \pm 0,23	0,850
Masa ósea (kg)	5,8 \pm 0,65	6,0 \pm 0,6	0,22 \pm 0,42	0,162	6,1 \pm 0,89	5,9 \pm 0,83	-0,24 \pm 0,19	< 0,01	0,46 \pm 0,50	< 0,05
Índice músculo/ óseo (kg)	4,6 \pm 0,31	4,71 \pm 0,34	0,07 \pm 0,36	0,596	4,6 \pm 0,28	5,1 \pm 0,46	0,49 \pm 0,44	< 0,01	0,42 \pm 0,39	0,144
Masa adiposa (%)	24,5 \pm 0,17	23,5 \pm 0,32	-0,1 \pm 0,41	0,440	33,1 \pm 0,61	27,4 \pm 0,16	-5,7 \pm 7,1	< 0,001	5,6 \pm 3,42	< 0,001
Masa muscular (%)	48,9 \pm 0,13	49,8 \pm 0,32	0,92 \pm 2,9	0,365	43,2 \pm 0,41	47,8 \pm 0,19	4,6 \pm 5,41	< 0,001	3,68 \pm 2,36	< 0,001
Masa ósea (%)	10,0 \pm 0,01	10,1 \pm 0,01	0,1 \pm 0,71	0,856	9,32 \pm 0,18	10,06 \pm 0,72	0,74 \pm 0,75	< 0,05	0,89 \pm 0,70	0,053
Endomorfía	2,4 \pm 0,73	2,1 \pm 1,0	-0,26 \pm 0,56	0,197	4,7 \pm 1,2	3,5 \pm 0,84	-1,2 \pm 1,7	0,060	0,94 \pm 1,01	0,094
Mesomorfía	3,0 \pm 0,81	3,1 \pm 0,74	0,08 \pm 0,15	0,137	4,2 \pm 0,58	4,3 \pm 0,51	0,06 \pm 0,33	0,561	0,02 \pm 0,01	0,890
Ectomorfía	3,2 \pm 1,0	2,9 \pm 0,98	-0,28 \pm 0,73	0,285	1,4 \pm 0,47	1,9 \pm 0,63	0,44 \pm 0,66	0,079	0,72 \pm 0,52	< 0,05
SJ (cm)	31,9 \pm 3,6	31,8 \pm 3,3	-0,12 \pm 3,3	0,914	27,6 \pm 2,5	28,4 \pm 3,7	0,77 \pm 3,6	< 0,001	0,89 \pm 0,54	0,634
CMJ (cm)	37,4 \pm 5,5	37,9 \pm 4,8	0,48 \pm 3,7	0,712	30,5 \pm 2,7	31,4 \pm 3,2	0,92 \pm 2,9	0,380	0,44 \pm 0,39	0,783
ABLKJ (cm)	42,5 \pm 5,2	43,5 \pm 5,4	1,0 \pm 1,7	0,105	35,6 \pm 3,2	36,1 \pm 4,9	0,53 \pm 3,6	< 0,001	0,47 \pm 0,24	0,647
MJ (cm)	45,4 \pm 4,9	48,6 \pm 4,6	3,1 \pm 2,9	< 0,05	38,0 \pm 4,8	41,5 \pm 5,4	3,5 \pm 6,5	< 0,001	0,40 \pm 0,38	0,897

GC, grupo control; GE, grupo experimental; BMI, índice de masa corporal; SJ, *squat jump*; CMJ, *counter movement jump*; ABLKJ, *Abalakob jump*; MJ, *maximal jump*.

La CS, aunque mejoró en 75 % de los saltos en el grupo experimental (SJ, ABLKJ y MJ) y solo en el MJ para el grupo control, no muestra ser efecto de la restricción calórica (Tabla 4); posiblemente por una elevada dispersión de datos y una muestra, aunque representativa de la élite, fue muy pequeña. Además, la presencia de una base de entrenamiento y una experiencia importantes en esta muestra, parecen justificar los cambios pequeños en la CS. Siempre los grandes cambios tienden a ser observados en las primeras semanas de entrenamiento o en poblaciones menos entrenadas⁽²⁾.

Los análisis de correlación (Tabla 5) entre la CS y las variables que mostraron los mayores efectos por la restricción calórica fueron bastante potentes para los cuatro tipos de salto. Además, las correlaciones negativas observadas entre los tipos de salto, con la MC, IMC, $\Sigma 6skf$, y MA (en kg y %), indicarían que con un aumento de cualquiera de estos factores las jugadoras de fútbol saltan menos (Tabla 5). Esto concuerda con otros estudios, como el de Lesinski et al.⁽²⁾ y Hazir⁽³¹⁾. En los cuales se describen también, las características antropométricas más favorables para el fútbol.

La pérdida de capacidad de salto con una mayor MC, IMC y MA (en kg y %) es similar a lo observado en otros deportes^(3,26,27,32). Al comparar las características antropométricas con la CS en estudios con jugadores de fútbol masculino se observó una relación significativa entre la masa corporal con la MA en el tronco y la MA (%) con la CS^(27,32).

En Colombia, es frecuente encontrar jugadoras de excelentes condiciones técnicas y talento para el fútbol, pero con sobrepeso o elevada cantidad de masa adiposa, por lo que estos resultados representan una realidad poblacional.

Al comparar el MJ con variables asociadas a la composición corporal, se mostró una mayor correlación ($r = -0,716 \Sigma 6skf$; $r = -0,652 MA (kg)$; $r = 0,481 MM (%)$) que con los otros tipos de salto. El MJ es el único salto que simula uno de los gestos deportivos del fútbol. Además, el uso de los brazos y los pasos de impulso previos, lo hacen más fácil de realizar por las jugadoras, sin verse muy afectadas por una mayor BM. Según los resultados se entiende que no es necesario tener una mayor MM para alcanzar mayor CS y, que la condición ectomorfa, tiene una elevada correlación con la CS. Por lo anterior se concluye que, mientras más altas y delgadas son las jugadoras, alcanzan una mayor JC (Tabla 5).

En conclusión, a menor masa adiposa mayor capacidad de salto; y mientras más altas y delgadas sean las jugadoras saltarán más, pero no parece ser requerida una mayor masa muscular para tener una mayor capacidad de salto. El entrenamiento unido a una restricción calórica leve muestra un potente efecto sobre la masa corporal, el índice de masa corporal y la masa adiposa expresada como suma de pliegues y kg y % jugadoras de fútbol con exceso de tejido adiposo. Sin embargo, no se encontró ningún efecto de la dieta sobre la capacidad de salto en estas jugadoras.

Tabla 5. Análisis de correlación entre la capacidad de salto (JC) y las diferentes variables antropométricas estudiadas. Se muestra el valor de correlación (r) y el valor de significación (p). Las diferencias significativas se señalan a partir de un valor de $p < 0,05$

Salto		MC	IMC	$\Sigma 6skf$	MA (kg)	MA (%)	MM (kg)	MM (%)	ENDO	MESO	ECTO
SJ	r=	-0,565	-0,674	-0,612	-0,575	-0,439	-0,370	-	-0,573	-0,701	0,662
	p=	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,05	n/s	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CMJ	r=	-0,516	-0,736	-0,732	-0,645	-0,570	-	0,384	-0,679	-0,781	0,788
	p=	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	n/s	< 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001
ABLKJ	r=	-0,521	-0,718	-0,707	-0,632	-0,583	-	0,388	-0,671	-0,712	0,751
	p=	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	n/s	< 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001
MJ	r=	-0,448	-0,605	-0,716	-0,652	-0,630	-	0,481	-0,620	-0,577	0,625
	p=	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	n/s	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001

MC, masa corporal; $\Sigma 6skf$, suma de seis pliegues; IMC, índice de masa corporal; ENDO, endomorfa; MESO, mesomorfo; ECTO, ectomorfa.

Este estudio hecho por primera vez en Colombia plantea otras posibilidades de investigación en la misma área y grupo deportivo, orientadas a mejorar el rendimiento de nuestras jugadoras, teniendo en cuenta el auge del fútbol femenino en Colombia y en el mundo.

APLICACIONES PRÁCTICAS

El manejo nutricional de las jugadoras de fútbol profesional es importante para promover un mayor rendimiento físico-deportivo. Por ello, las jugadoras deben recibir educación nutricional desde el inicio de la práctica deportiva, que permita ajustar la dieta a sus necesidades energéticas, cargas de entrenamiento y principales necesidades nutricionales de la mujer atleta (calcio, hierro, ácido fólico, zinc). La educación nutricional permite ajustar la dieta manteniendo un bajo valor de tejido adiposo y un adecuado nivel de MM, que terminará beneficiando el propio rendimiento físico de las jugadoras. En caso de encontrar sobrepeso o exceso de tejido adiposo entre las jugadoras, se sugiere hacer una restricción calórica leve en su dieta (20 % a 25 % menor al aporte energético recomendado), que ayudará a ajustar la composición corporal sin afectar el rendimiento físico. Por último, en la selección de talentos se debe tener en cuenta que las jugadoras longilíneas, con adecuado tejido adiposo (una $\Sigma 6Skf$ entre 40 - 60 mm), podrán beneficiarse más del desarrollo de sus capacidades físicas, como el salto, la potencia y la velocidad de reacción, entre otras.

Agradecimientos

Queremos agradecer al equipo técnico, colaboradores y, en especial, a las jugadoras de la Selección Nacional de Colombia.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación externa de ningún tipo. Todas las actividades e insumos necesarios para la investigación se hicieron dentro de las tareas de trabajo diario con el Seleccionado Nacional.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

García-Morales G.I; Niño-Rey M.A; Alvear-Ordenes I. participaron en este estudio, todos los autores revisaron el artículo y validaron su versión final.

Referencias bibliográficas

1. Almagià FAA, Rodríguez RF, Barraza GFO, Lizana APJ, Jorquera ACA. Perfil antropométrico de jugadoras chilenas de fútbol femenino. *Int J Morphol.* 2008;26(4): 817-21.
2. Lesinski M, Prieske O, Helm N, Granacher U. Effects of soccer training on anthropometry, body composition, and physical fitness during a soccer season in female elite young athletes: a prospective cohort study. *Front Physiol.* 2017;8:1093.
3. Holway F. Composición corporal en nutrición deportiva. En: Boullousa MB, Peniche ZC. *Nutrición Aplicada al deporte.* Primera edición. España: McGraw Hill; 2011. p. 195-218.
4. Can F, Yilmaz I, Erden Z. Morphological characteristics and performance variables of women soccer players. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):480-5.
5. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.* 2000; 18(9): 669-83.
6. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise and sport nutrition review: research and recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7:7.
7. Manson SA, Brughelli M, Harris NK. Physiological characteristics of international female soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(2): 308-18.
8. Grupo de Trabajo sobre Nutrición del Comité Olímpico Internacional. *Nutrición para deportistas información médica para deportistas: guía práctica para comer y beber, para mejorar la salud y el rendimiento físico.* Conferencia Internacional de Consenso COI, Lausana 2012. (Consultado el 1 de agosto 2019). Disponible en : http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas_sociales/deporte_y_salud/guia_nutricion_deportistas.pdf
9. Maughan R, Burke L, Kirkendall DT. F-MARC. *Nutrición para el fútbol.* Conferencia Internacional de consenso. FIFA. Zurich. 2005; 4-17; 32-33. (Consultado el 1 de agosto 2019) Disponible en : <https://es.scribd.com/document/397400727/MANUAL-DE-MEDICINA-DEL-FUTBOL-PDF>
10. Grimm K, Kirkendall DT. Health and fitness for the female football player. *Football food – promoting health, fitness and performance.* FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) 2007. 45-55. (Consultado el 1 de Agosto 2019) Disponible en: <https://resources.fifa.com/image/upload/female-player-booklet-1452572.pdf?cloudid=thc79bbqdf5g6qnpcaib>.
11. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501-28.
12. Coker RH, Miller S, Schutzler S, Deutz N, Wolfe RR. Whey protein and essential amino acids promote the reduction of adipose tissue and increased muscle protein synthesis during

- caloric restriction-induced weight loss in elderly, obese individuals. *Nutr J*. 2012; 11:105.
13. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983;50(2):273-82.
 14. Oddsson L, Thorstensson A. Evaluation of physical performance. En: Ekblom Bj. *Football (Soccer). Handbook of Sports Medicine and Science's series*. Primera Edición. Oxford:Wiley-Blackwell, 1994. p. 102-120.
 15. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder JH. *International Standards for Anthropometric Assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry: New Zealand; 2011.
 16. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Med Esport*. 1991;28:175-87.
 17. Centeno-Prada RA, López C, Naranjo-Orellana J. Jump percentile: a proposal for evaluation of high-level sportsmen. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015; 55(5):464-70.
 18. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S, American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*. 2009; 109(3):509-27.
 19. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*. 1984; 40(1):168-82.
 20. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(9 Suppl):S498-504.
 21. FIFA. *Copa mundial de la FIFA* [Internet]. Zurich: 2017. [citado 10 Nov 2017] Disponible en: <http://es.fifa.com/fifa-tournaments/statistics-and-records/worldcup/index.html>
 22. Sedano S, Vaeyens R, Redondo JC. The Relative Age Effect in Spanish Female Soccer Players. Influence of the Competitive Level and a Playing Position. *J Hum Kinet*. 2015; 46:129-37.
 23. Martin AD. An anatomical basis for assessing human body composition: evidence from 25 dissections [Internet]. [PhD Thesis]. Simon Fraser University, Canada. 1984. (Consultado el 1 de Agosto 2019). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/56370706.pdf>
 24. Mojtahedi MC, Thorpe MP, Karampinos DC, Johnson CL, Layman DK, Georgiadis JG, et al. The effects of a higher protein intake during energy restriction on changes in body composition and physical function in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011; 66(11):1218-25.
 25. Mahan LK, Raymond JL. *Krause's food & the nutrition care process*. Fourteenth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.
 26. Blumenthal JA, Babyak MA, Sherwood A, Craighead L, Lin PH, Johnson J, et al. Effects of the dietary approaches to stop hypertension diet alone and in combination with exercise and caloric restriction on insulin sensitivity and lipids. *Hypertension*. 2010;55(5):1199-205.
 27. Orquín CFJ, Torres-Luque G, Ponce de León F. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la composición corporal y la fuerza máxima en jóvenes entrenados. *Apunts Med Esport*. 2009; 44(164):156-62.
 28. Kreider RB, Serra M, Beavers KM, Moreillon J, Kresta JY, Byrd M, et al. A structured diet and exercise program promote favorable changes in weight loss, body composition, and weight maintenance. *J Am Diet Assoc*. 2011;111(6):828-43.
 29. Milanovic Z, Sporis G, Trajkovic N, James N, Samija K. Effects of a 12-week SAQ Training Program on agility with and without the ball among young soccer players. *J Sports Sci Med*. 2013;12(1):97-103.
 30. Milanovic Z, Sporis G, Trajkovic N. Differences in body composite and physical match performance in female soccer players according to team position. *J Hum Sport Exerc*. 2012;7 (Proc1):S67-S72.
 31. Hazir T. Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *J Hum Kinet*. 2010; 26: 83-95.
 32. Garrido CRP, González LM, García VM, Expósito CI. Correlación entre los componentes del somatotipo y la composición corporal según fórmulas antropométricas [Internet]. 2005 [citado 4 Feb 2017]. Disponible en: www.efdeportes.com/efd84/somato.htm



Impacto del ejercicio sobre el metabolismo de los lípidos y la dislipidemia

Impact of exercise on lipid metabolism and dyslipidemia
Impacto do exercício sobre o metabolismo dos lipídeos e da dislipidemia

Eitan A. Scher-Nemirovsky¹, Daniel Ruiz-Manco¹, Carlos O. Mendivil^{1,2*}

Recibido: 16 de julio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.004>

Resumen

La práctica crónica del ejercicio induce una serie de adaptaciones celulares y orgánicas que modifican la forma en que el cuerpo humano metaboliza todos los macronutrientes, incluidos los lípidos. El ejercicio de duración y el ejercicio de resistencia provocan diferentes respuestas que resultan en efectos diferenciales sobre el metabolismo de los lípidos y las lipoproteínas. Estos efectos son cuantitativa y cualitativamente diferentes y mediados por distintas vías de señalización. Esta revisión, resume la evidencia pertinente sobre la repercusión del ejercicio en el metabolismo de los lípidos y las lipoproteínas, y finaliza con algunas recomendaciones sobre la práctica del ejercicio para los pacientes con dislipidemia en el ámbito de la atención primaria.

Palabras clave: lípidos, actividad física, atención primaria.

Summary

The chronic practice of exercise induces a series of cellular and organismal adaptations that modify the way the human body metabolizes all macronutrients, including lipids. Endurance exercise and resistance exercise elicit different responses that result in differential effects on lipid and lipoprotein metabolism. These effects are quantitatively and qualitatively different and mediated by distinct signaling pathways. In this review, we summarize relevant evidence on the impact of exercise on lipid and lipoprotein metabolism, and finalize with some practical recommendations on exercise practice for patients with dyslipidemia in the primary care setting.

Keywords: Lipids; Physical activity; Primary attention.

Resumo

A prática crônica de exercício induz uma série de adaptações celulares e orgánicas que modificam a maneira pela qual o corpo humano metaboliza todos os macronutrientes, incluindo os lipídios. O exercício de duração e o exercício de resistência provocam diversas respostas que resultam em efeitos diferenciais no metabolismo de lipídios e lipoproteínas. Estes efeitos são quantitativa e qualitativamente distintos e mediados por diferentes vias de sinalização. Nesta revisão, se resume as evidências relevantes sobre o impacto do exercício no metabolismo de lipídios e das lipoproteínas e conclui, com algumas recomendações sobre a prática de exercícios para pacientes com dislipidemia no campo da atenção primária.

Palavras-chave: lipídios, atividade física, atenção primária.

INTRODUCCIÓN

Durante la evolución, solo los más aptos lograron sobrevivir y transmitir sus genes a la siguiente generación. En una época en la que los recursos eran escasos, los humanos más aptos eran aquellos que podían sopor-

tar largas horas de caza o de trabajo. Esto significa que los genes que codifican el almacenamiento eficiente de energía y el metabolismo son favorecidos y transmitidos generación tras generación hasta ahora. Sin embargo, en los tiempos modernos de abundancia de recursos y producción mecanizada, la sobreabundancia de energía y el

¹ Facultad de Medicina, Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia

² Sección de Endocrinología, Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, D.C., Colombia.

Correspondencia: *Carlos O. Mendivil, MD, PhD.
cmendivi@uniandes.edu.co

bajo gasto son la norma. Esta inactividad física aumenta la incidencia de al menos 17 afecciones no saludables y enfermedades crónicas relacionadas, mientras que una baja capacidad de ejercicio es un indicador independiente de la mortalidad y morbilidad por todas las causas⁽¹⁾. Uno de los efectos demostrados del comportamiento sedentario es la disfunción metabólica, caracterizada por el aumento de los niveles de triglicéridos en plasma, la disminución de los niveles de colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y la disminución de la sensibilidad a la insulina⁽²⁾. Todas estas consecuencias indeseables de la inactividad física justifican una comprensión de las vías fisiológicas por las que la actividad física confiere sus beneficios metabólicos.

ACTIVIDAD FÍSICA, EJERCICIO Y DEPORTE

Mientras la actividad física (AF) se refiere a cualquier tipo de movimiento corporal producido por la contracción consciente del músculo esquelético que exige el uso de energía⁽³⁾, el ejercicio es un tipo de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y con propósito, en el sentido de que el objetivo es la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física⁽⁴⁾. Si bien es cierto que cada vez que la persona hace ejercicio hace AF, no significa que cada vez que está físicamente activa esté haciendo ejercicio. Por último, deporte significa todas las formas de AF que, a través de la participación casual u organizada, tienen como objetivo expresar o mejorar la forma física y el bienestar mental, obteniendo resultados en la competición a todos los niveles, y estableciendo relaciones sociales.

La capacidad de coordinación y adaptación de una amplia gama de cualidades fisiológicas y cognitivas determina la forma física. Este término se divide a su vez en tres componentes que pueden ser mejorados a través de la formación continua, y son: la aptitud cardiorrespiratoria, la aptitud muscular y la velocidad/coordinación. El acondicionamiento cardiorrespiratorio es la capacidad general de los sistemas cardiovascular y respiratorio para realizar ejercicios vigorosos y prolongados. El *American College of Sports Medicine* define la capacidad aeróbica como el producto de la capacidad del sistema cardiorrespiratorio para suministrar oxígeno y la de los músculos esqueléticos para utilizarlo⁽⁵⁾. El consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) alcanzado durante un ejercicio graduado hasta el agotamiento voluntario ha sido considerado, desde hace tiempo, como el mejor indicador del estado físico cardiorrespiratorio. La aptitud muscular es la capacidad de realizar un trabajo contra

una resistencia. La fuerza máxima que se puede generar depende de varios factores, incluyendo el tamaño y el número de músculos involucrados, la proporción de fibras musculares llamadas a la acción y la coordinación de los grupos musculares.

Los principales componentes de la aptitud muscular relacionados con la salud son la fuerza máxima (isométrica y dinámica), la fuerza explosiva, la fuerza de resistencia y la fuerza isocinética⁽⁶⁾. La velocidad es la capacidad de mover el cuerpo (o algunas partes del cuerpo) lo más rápido posible. La agilidad es la capacidad de moverse rápidamente y cambiar de dirección mientras se mantiene el control y el equilibrio. Por consiguiente, la agilidad es una combinación de velocidad, equilibrio, potencia y coordinación⁽⁶⁾.

RESPUESTA FISIOLÓGICA A LA ACTIVIDAD FÍSICA

Para apoyar las demandas constantes de la AF, el cuerpo responde con una adaptación multisistémica que mantiene el suministro de oxígeno y sustratos metabólicos al músculo esquelético. Las adaptaciones crónicas que optimizan la generación, oxidación y consumo de sustratos y cambios celulares serán discutidas más adelante. Las respuestas agudas al ejercicio son:

- Cardiovascular: el flujo sanguíneo al músculo esquelético activo puede aumentar 100 veces por encima de los niveles basales, representando hasta 80 % - 90 % del gasto cardíaco. El aumento gigantesco en el flujo sanguíneo del músculo esquelético se logra en gran medida por el aumento del gasto cardíaco por medio de la bomba del músculo esquelético que promueve el retorno venoso durante el ejercicio dinámico, pero también en parte desviando el flujo de los riñones y los órganos esplánicos. En particular, solo hay un modesto (20 %) aumento de la presión arterial media (PAM), mientras que los valores de PO_2 , PCO_2 y pH arterial permanecen esencialmente idénticos al valor de reposo hasta que se alcanzan las intensidades máximas de ejercicio⁽¹⁾. La estabilidad de la PAM se mantiene principalmente debido a la disminución de la resistencia periférica total causada por la acumulación de vasodilatadores metabólicos y la disminución de la resistencia vascular en el músculo esquelético activo, que es una alteración que reduce la presión y que provoca un fuerte aumento de la actividad simpática a través del reflejo arterial de barorreceptor. El ejercicio estático (es decir, iso-

métrico) presenta una alteración muy diferente en el sistema cardiovascular que el ejercicio dinámico. Como se discutió en la sección anterior, el ejercicio dinámico produce grandes reducciones en la resistencia periférica total debido a la vasodilatación metabólica local en los músculos de ejercicio. Los esfuerzos estáticos, incluso de intensidad moderada, provocan una compresión de los vasos en los músculos que se contraen y una reducción del flujo sanguíneo a través de ellos.

Por lo tanto, la resistencia periférica total puede aumentar de manera significativa. Los efectos cardiovasculares del ejercicio estático incluyen aumento en la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y la presión arterial⁽⁷⁾.

- Respiratorio: las funciones críticas del sistema pulmonar son mantener la oxigenación arterial y facilitar la eliminación del CO₂ producido durante el metabolismo oxidativo aumentando la ventilación en proporción a la intensidad del ejercicio⁽⁸⁾.
- Músculo esquelético: el ATP no se almacena en grandes cantidades dentro del músculo esquelético. Debido a su limitada disponibilidad, el ATP se resintetiza a un ritmo que permite satisfacer las demandas metabólicas que se imponen a la célula. La fuente de sustrato más inmediata para la resintetización de ATP en el músculo esquelético es la fosfocreatina (PCr). El músculo esquelético tiene suficiente PCr para mantener la tasa máxima de rotación de ATP durante unos 7 - 10 s. El músculo esquelético también utiliza tanto grasa como carbohidratos como sustratos para la resintetización de ATP. Las tasas a las que los AGF y los carbohidratos pueden reponer el ATP muscular son significativamente más bajas que las de PCr o ADP. Sin embargo, la cantidad de ATP que pueden producir a partir de una sola molécula de cualquiera de ellos es significativamente mayor. El aumento de la duración del ejercicio se logra a expensas de la tasa de rotación del ATP. La menor tasa de rotación de ATP puede ser igualada por la fosforilación oxidativa que emplea una combinación de glucosa/glicógeno y ácidos grasos como sustratos⁽⁹⁾.
- Metabolismo lipídico: las fuentes de energía durante el ejercicio se conocen desde los años sesenta⁽¹⁰⁾. En cargas de trabajo inferiores a 30 % del $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ la principal fuente de energía son los ácidos grasos, entre 40% y 65 % de $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ hay aproximadamente un equilibrio de 50:50 entre los carbohidratos y la oxidación de las grasas, y más allá de 70 % de $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ hay un aumento exponencial de la oxidación de los car-

bohidratos con una disminución concomitante de la oxidación de las grasas⁽⁹⁾. La contribución relativa de la oxidación de las grasas al gasto total de energía varía muy poco hasta niveles intermedios de intensidad de ejercicio⁽¹¹⁾. Sin embargo, a medida que la intensidad del ejercicio aumenta hasta 75 % de $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, la utilización del sustrato cambia de forma notable, la tasa de oxidación total de la grasa corporal disminuye, mientras que la glucogenólisis muscular se convierte en la fuente primaria de energía (Figura 1).

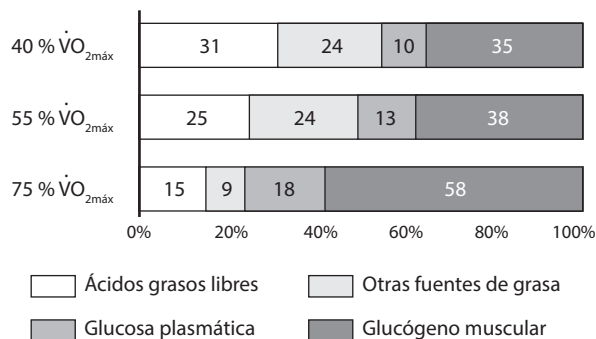


Figura 1. Porcentaje de energía total obtenida de cada fuente de energía según la intensidad del ejercicio. Datos de⁽¹¹⁾.

ADAPTACIÓN CRÓNICA AL EJERCICIO

En los músculos humanos se conocen tres subgrupos de fibras: glicolítico de cambio rápido (FG), oxidativo de cambio rápido (FO) y oxidativo de cambio lento (SO)⁽¹²⁾. Las FG son de manera predominante fibras anaeróbicas, tienen una alta concentración de glucógeno y una alta actividad de fosforilasa, lactato deshidrogenasa y alfa-glicerofosfato deshidrogenasa. Las fibras FG tienen una rápida contracción y una tasa de explosividad, a expensas de una rápida fatigabilidad. Mientras tanto, las fibras de SO dependen en especial del metabolismo aeróbico, tienen una baja concentración de glucógeno y baja fosforilasa, deshidrogenasa láctica y actividades de la alfa-glicerofosfato deshidrogenasa mitocondrial. Las propiedades de las fibras de FO están a medio camino entre las de las fibras FG y SO, con un alto índice de oxidación y glicogenólisis⁽¹³⁾.

Al considerar las adaptaciones fisiológicas crónicas al ejercicio, hay dos vías principales que activan respuestas muy distintas en la célula. Es importante tener en cuenta que cada vía es activada por diferentes tipos de entrenamiento. En el caso del entrenamiento de duración, favorece la vía que estimula la formación de nuevas mitocondrias, mejorando así el desarrollo de las fibras de SO. Por otro lado, el entrenamiento de resis-

tencia favorece la vía hipertrófica mejorando el desarrollo de las fibras FG.

Vía AMPK

El entrenamiento aeróbico y de duración aumenta en forma considerable la relación AMP/ATP, lo que activa la vía AMPK. AMPK es un importante sensor de disminución de la carga energética en las células y, posteriormente, actúa para aumentar las reacciones catabólicas y disminuir las reacciones anabólicas, en particular para aumentar la absorción de glucosa a través de la expresión de GLUT4, aumentar la oxidación de los ácidos grasos y disminuir la síntesis de glucógeno⁽¹⁴⁾. La AMPK requiere el Coactivador del Receptor Activado por Proliferador del Peroxisoma gamma (PPAR-gamma) 1-alfa (PGC-1) para muchos de sus efectos sobre la expresión génica en el músculo esquelético. La AMPK se une y activa el PGC-1 en el músculo por fosforilación directa en dos residuos críticos, la treonina-177 y la serina-538⁽¹⁵⁾. El PGC-1 es un regulador crítico de la transcripción de muchos genes involucrados en la homeostasis de la energía, en particular la oxidación del combustible y la biología mitocondrial. Estas fosforilaciones mediadas por AMPK inducen al PGC-1alfa a activar una cascada transcripcional que termina en biogénesis mitocondrial y el ensamblaje estequiométrico de complejos proteicos multisubunitarios en una cadena respiratoria funcional. El factor nuclear respiratorio 1 y 2, objetivos del PGC-1, regula directamente la expresión de los genes mitocondriales codificados y puede estimular la expresión del factor de transcripción mitocondrial A (Tfam), una proteína de la matriz mitocondrial esencial para la replicación y transcripción del ADN mitocondrial⁽¹⁶⁾.

Vía mTOR

El entrenamiento de resistencia activa una respuesta de señalización intracelular por completo diferente, provocada principalmente por la secreción de la hormona del crecimiento⁽¹⁷⁾. Se ha comprobado que varios protocolos de ejercicios de gran resistencia elevan la concentración de GH⁽¹⁷⁾ después del ejercicio. La GH regula procesos fisiológicos importantes, incluyendo el crecimiento y desarrollo somático, así como el metabolismo de los carbohidratos y lípidos, de manera directa a través de la activación de receptores específicos de GH, o de forma indirecta a través del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1), que se produce principalmente en el hígado en

respuesta a la estimulación de GH⁽¹⁸⁾. La hipertrofia de miotubos *in vitro* inducida por IGF-1 dependía de una vía iniciada por la fosfoinositide 3-quinasa (PI3K) y la quinasa Akt regulada por PI3K, que a su vez condujo a la activación de la quinasa sensible a la rapamicina conocida como mTOR, cuyos objetivos descendentes, p70S6K y PHAS-1/4E-BP1, han demostrado promover la síntesis de proteínas a través de incrementos en la iniciación y alargamiento de la translación⁽¹⁹⁾. La fosforilación de la p70S6K (un efector descendente de mTOR) aumenta la fosforilación de la proteína ribosomal S6 y facilita la síntesis de algunas proteínas ribosomales, factores de iniciación y factores de elongación que desempeñan un papel importante en la síntesis de proteínas⁽²⁰⁾. Un estudio *in vivo* en voluntarios humanos confirmó además este efecto: tras ocho semanas de entrenamiento de resistencia, la hipertrofia del músculo esquelético humano se asoció a un aumento de la cantidad de Akt fosforilado y mTOR⁽²¹⁾.

HOMEOSTASIS DE LÍPIDOS Y LIPOPROTEÍNAS

El término lípidos abarca un gran grupo de compuestos hidrofóbicos que no pueden viajar de forma eficiente en un solvente polar como el plasma humano. Para que puedan ser transportados a los diversos tejidos y órganos para su utilización y almacenamiento, los lípidos no polares (triacilglicerol y ésteres de colesterol) deben asociarse a los lípidos anfipáticos (fosfolípidos y colesterol) y a las proteínas para obtener lipoproteínas miscibles en agua⁽²²⁾. Los lípidos plasmáticos comprenden los triacilgliceroles -también llamados triglicéridos- (16 %), fosfolípidos (30 %), colesterol (14 %), ésteres de colesterol (36 %) y una fracción mucho menor de ácidos grasos de cadena larga no esterificados (o ácidos grasos libres - AGL) (4 %)⁽²³⁾.

Dado que la grasa es menos densa que el agua, la densidad de una lipoproteína disminuye a medida que aumenta la proporción de lípidos con respecto a las proteínas. Se han identificado cuatro grupos principales de lipoproteínas que son importantes desde el punto de vista fisiológico y clínico. Se trata de 1. quilomicrones, derivados de la absorción intestinal de triacilglicerol y otros lípidos; 2. VLDL, sintetizada por el hígado para la exportación de triacilglicerol; 3. lipoproteínas de baja densidad (LDL), que representan una etapa final en el catabolismo de la VLDL; y 4. lipoproteínas de alta densidad (HDL), que intervienen en el transporte de colesterol, así como en el transporte de VLDL y en el

metabolismo de los quilomicrones⁽²⁴⁾. Cada clase de lipoproteína contiene apolipoproteínas que definen su estructura y función. Las apolipoproteínas más importantes se resumen en la Tabla 1⁽²²⁾.

Metabolismo de quilomicrones

Una vez absorbido en las células epiteliales intestinales, el TG de la dieta es secretado en el torrente sanguíneo dentro de los quilomicrones. El ensamblaje de quilomicrones requiere apoB-48 como apolipoproteína estructural. Una vez que los quilomicrones acceden al torrente sanguíneo, los triglicéridos en su núcleo son hidrolizados en ácidos grasos libres y glicerol por la lipoproteína lipasa-1 (LPL-1) (presente en la superficie de la mayoría de las células endoteliales) con la apolipoproteína C-II como cofactor. Este proceso produce restos de quilomicrones más pequeños⁽²⁵⁾. Estos remanentes son eliminados posteriormente en especial por un receptor remanente de quilomicrones en el hígado, conocido como la proteína-1 del receptor similar a las LDL (LRP-1)⁽²⁴⁾.

Metabolismo de la VLDL

La VLDL sufre un proceso bastante similar al de los quilomicrones, pero con diferentes actores. Las VLDL ricas en triglicéridos son sintetizadas y secretadas por el hígado, un proceso que requiere apoB - 100 en lugar de

apoB - 48. En el plasma, los triglicéridos de la VLDL se descomponen en ácidos grasos libres y glicerol por la lipoproteína lipasa con participación de apoC - II, tal como sucede con los quilomicrones. Esto resulta en la producción de remanentes más pequeños de VLDL e IDL (lipoproteínas de densidad intermedia). Algunas de las partículas de IDL se eliminan a través de la interacción de la apolipoproteína E con el receptor LDL en la superficie del hígado, mientras que otras pueden ser hidrolizadas aún más por la lipasa hepática para producir LDL y se elimina normalmente por la interacción de la apolipoproteína B-100 con el receptor LDL. ApoB comprende 23,8 % del peso de la partícula LDL y es el determinante proteico para el reconocimiento celular y el catabolismo de LDL⁽²⁶⁾. Cuando las LDL se oxidan, los macrófagos pueden fagocitarlas con más facilidad a través de los receptores CD36 y SR -A⁽²⁴⁾.

Metabolismo del HDL

El HDL, sintetizado y secretado tanto por el hígado como por el intestino, son partículas complejas. Hasta la fecha, se han identificado más de 110 polipéptidos individuales en el HDL mediante diversos métodos⁽²⁷⁾. Una de las principales funciones de HDL es actuar como repositorio de los apoC y apoE necesarios para el metabolismo de los quilomicrones y VLDL. El HDL es originalmente secretado como una partícula naciente rica en fosfolípidos, pobre en colesterol, que luego adquiere fosfolípidos

Tabla 1. Principales apolipoproteínas, sus funciones y localización.

Tipo de apolipoproteína	Apolipoproteína	Función	Presente en
Estructural	apoB (ApoB - 48 y apoB - 100)	La columna vertebral de las lipoproteínas	Quilomicrones, VLDL, y LDL
Cofactores/ inhibidores enzimáticos	ApoC - II	Coactivador de lipoproteína lipasa	HDL, quilomicrones y VLDL
	ApoA - I	Coenzima de lecitina: colesterol aciltransferasa (LCAT)	Principalmente HDL, también se puede encontrar en quilomicrones
	ApoC - I	Inhibidor de la transferencia de proteína de éster de colesterol (CETP)	Principalmente HDL, visto en otras lipoproteínas en estado posprandial
	ApoA - II	Inhibidor de la lipoproteína lipasa	HDL
Ligandos	ApoE	Se une al receptor de LDL y a la proteína-1 relacionada con el receptor de LDL, permitiendo la eliminación de lipoproteínas de la circulación	HDL, quilomicrones, VLDL y LDL
	ApoC - III	Antagonista ApoE, bloquea la eliminación de las lipoproteínas circulantes	VLDL, LDL

y colesterol adicionales a través de efluentes celulares, así como por transferencia de componentes de superficie desde quilomicrones y VLDL durante la lipólisis intravascular⁽²⁸⁾. El receptor B1 (SR - B1) se ha identificado como un receptor HDL de doble función. En el hígado y en los tejidos esteroideos, se une a HDL a través de apoA - I, y el éster de colesterol se entrega selectivamente a las células, aunque la partícula HDL en sí no se absorbe. En otros tejidos, SR - B1 media la aceptación del colesterol celular por parte de HDL, que esterifica el colesterol libre y lo transporta al hígado para su excreción biliar⁽²⁹⁾. Las concentraciones plasmáticas de HDL muestran una fuerte relación inversa independiente con el riesgo de enfermedad cardiovascular aterosclerótica. Aunque el HDL tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, vasodilatadoras y antitrombóticas, es probable que la actividad central antiaterogénica del HDL sea su capacidad para eliminar el colesterol y los oxisteroles de las células espumosas de macrófagos, las células de músculo liso y las células endoteliales de la pared arterial⁽³⁰⁾.

Después de pasar por todo el transporte necesario para llegar a las células, la grasa llega a las mitocondrias en forma de ácidos grasos libres. Dentro de las mitocondrias, la descomposición de los ácidos grasos continúa en un proceso de cuatro pasos llamado el ciclo de oxidación β , un proceso reiterativo que elimina dos carbonos del ácido graso en cada ciclo⁽²²⁾. Este proceso es inhibido por la insulina durante el período posprandial⁽³¹⁾. Como se ha mencionado anteriormente, un estudio de cicloergometría en voluntarios humanos⁽¹¹⁾ mostró que la contribución relativa de la oxidación de la grasa al gasto energético total se reduce solo cuando la intensidad del ejercicio se acerca a 75 % del $\dot{V}O_{2max}$. Esto significa que la oxidación de la grasa se satura con AF de alta intensidad. Sin embargo, la capacidad de oxidación de la grasa puede ser mejorada por medio de AF de resistencia que induce en el tejido muscular: i. expresión aumentada de transportadores de ácidos grasos en la membrana plasmática, ii. mayor densidad de mitocondrias iii. proliferación de capilares, y iv. transporte más rápido de ácidos grasos del citosol a la mitocondria. Todos estos efectos, en conjunto, resultan en un mejor suministro de ácidos grasos y en una mayor oxidación⁽³²⁾.

Efecto cuantitativo de la práctica del ejercicio sobre los lípidos y las lipoproteínas plasmáticas

Los efectos positivos de la actividad física y el ejercicio sobre la protección cardiovascular han sido amplia-

mente validados. Cada aumento de 1 MET en el rendimiento de ejercicio confiere una reducción de la mortalidad total de cerca de 12 %⁽³³⁾. Una proporción importante de este beneficio está mediada por el metabolismo de los lípidos, incluyendo impactos positivos sobre los triglicéridos plasmáticos, LDL, HDL Lp(a), e incluso apolipoproteínas como apoC - III.

Impacto del ejercicio sobre los triglicéridos plasmáticos

Los triglicéridos plasmáticos son uno de los componentes del perfil de lípidos más susceptibles de cambiar a través de modificaciones en el estilo de vida. En un amplio estudio epidemiológico realizado en Brasil, la práctica regular de al menos 150 minutos/semana de actividad física vigorosa se asoció a niveles significativamente más altos de HDLc y más bajos de triglicéridos⁽³⁴⁾. En el *Health Professionals Follow-up Study* (HPFS), un estudio de cohorte prospectivo de hombres estadounidenses, la diferencia en la relación TG/HDLc entre los quintiles superior e inferior de la práctica de actividad física fue - 26 %⁽³⁵⁾.

En individuos con obesidad, un meta-análisis Cochrane que incluyó 43 estudios con 3.476 participantes encontró que una intervención de actividad física que duró al menos 12 semanas indujo una disminución media en la TG en ayunas de 18 mg/dL, independiente de las modificaciones nutricionales⁽³⁶⁾. Otro meta-análisis del entrenamiento de resistencia regular entre los hombres, que incluyó 49 estudios y 2.990 participantes, encontró una disminución media de TG de 9 % y una correlación positiva entre la disminución de TG y la intensidad del ejercicio⁽³⁷⁾.

En general, las pruebas actuales indican que el ejercicio y la actividad física tienen un impacto sobre los triglicéridos plasmáticos, y su efecto está en gran medida relacionado con la intensidad y la frecuencia de la práctica.

Impacto del ejercicio en el plasma HDLc

Algunos estudios se han centrado en el efecto del ejercicio y la actividad física y el ejercicio sobre el HDLc en niños. Un estudio transversal de 1.731 adolescentes de 12 a 19 años de edad analizó la actividad física medida con acelerómetro para encontrar la intensidad mínima que le conferiría beneficios a la salud. Después de ajustar los posibles factores de confusión, cada hora/día adicional de actividad de intensidad luminosa se aso-

ció a 1,5 mg/dL (0,03 a 2,6) de HDLc en plasma⁽³⁸⁾. Otro estudio de 3.984 jóvenes de 6 a 17 años de edad de la *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 2003 - 2006) encontró que por cada 1 % adicional de tiempo en actividad física de moderada a vigorosa, los triglicéridos plasmáticos fueron menores en 2,08 mg/dL (- 3,89 a - 0,27) y HDL-C fue mayor en 0,47 mg/dL (0,25 a 0,69)⁽³⁹⁾.

El impacto del ejercicio sobre el HDL no se limita a las concentraciones de HDLc, sino también al tamaño de las lipoproteínas, que se ha demostrado cambian hacia partículas más grandes y presumiblemente más funcionales. El efecto cuantitativo del ejercicio aeróbico regular sobre el HDLc en plasma se ha estimado en un aumento de 10 % - 15 %⁽⁴⁰⁾.

Impacto del ejercicio en los niveles del plasmáticos de colesterol LDL

La relación entre los niveles de actividad física y el LDLc es mucho menos pronunciada que para el HDLc o los triglicéridos. En un estudio prospectivo de 8 meses con 109 participantes, la actividad física vigorosa (hasta 75 minutos/semana) redujo de manera significativa los niveles de LDLc, pero la reducción numérica fue modesta (de $115 \pm 33,4$ a $109,8 \pm 31,7$ mg/dL, $p = 0,04$)⁽⁴¹⁾. Otros estudios han demostrado un efecto aún menor: Ocho ensayos investigaron el efecto del ejercicio aeróbico sobre el LDLc, mostrando pruebas sólidas de heterogeneidad ($I^2 = 86 \%$, $p < 0,001$). Después de la compilación de los resultados mediante un modelo de efectos aleatorios en un meta-análisis, la estimación combinada del cambio de LDLc con ejercicio aeróbico no fue significativamente diferente de cero (diferencia de medias ponderada *versus* grupo control: - 0,52; IC de 95 %: -7,97 a 6,92)⁽⁴²⁾.

Estos resultados confirman lo que se sabe sobre la fisiología de LDLc, es decir, que la producción de colesterol hepático tiene una gran influencia genética, está modestamente influenciada por la dieta y muy poco por el ejercicio.

Impacto del ejercicio sobre el colesterol no HDL

El colesterol no HDL o colesterol aterogénico (es decir, la suma de colesterol VLDL, colesterol LDL, colesterol lipoproteico remanente y colesterol Lp(a)), se considera un factor de riesgo cardiovascular alto y consistente⁽⁴³⁾. La mayoría de las pruebas que evalúan específicamente la asociación entre la actividad física y el colesterol no HDL provienen de estudios en pobla-

ciones jóvenes. Un estudio que dio seguimiento a 108 adolescentes que tenían cirugía bariátrica por 3 años correlacionó una cantidad mayor de actividad física con mayor disminución absoluta en el no-HDL-C, a pesar de los bajos conteos absolutos de pasos y la lentitud de la cadencia⁽⁴⁴⁾. Un estudio de cohorte que incluyó a 880 escolares noruegos con una edad media de 10,2 años demostró que la sustitución de 30 minutos diarios de sedentarismo por 30 minutos de actividad física moderada a vigorosa (> 2.296 recuentos de acelerómetros/min) se asoció inversamente con la concentración de colesterol no HDL⁽⁴⁵⁾.

Impacto del ejercicio sobre la apolipoproteína C - III en plasma

La ApoC - III ha sido identificada como un factor de riesgo cardiovascular independiente debido a su antagonismo con el receptor LDL y al obstáculo de las funciones protectoras del HDL⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾. En un estudio transversal con 3.631 participantes, cada 20 horas MET adicionales por semana de actividad física se asociaron a concentraciones 0,9 (- 1,7 a - 0,1) inferiores de HDL que contenían apoC - III⁽⁴⁹⁾.

Impacto del ejercicio en las lipoproteínas plasmáticas(a)

Varios estudios de aleatorización de grandes cohortes y mendelianos han demostrado que la lipoproteína(a) en plasma Lp(a), presenta una asociación negativa y al menos parcialmente causal con el riesgo cardiovascular⁽⁵⁰⁾. Una asociación negativa entre la Lp(a) y la actividad física parece ser en particular sorprendente entre los niños: un gran estudio de seguimiento multicéntrico de 2.464 niños y adultos jóvenes (de 9 a 24 años de edad) encontró que la Lp(a) plasmática se correlacionaba en forma significativa solo con el nivel de actividad física, pero no con la edad, el sexo u otros factores de riesgo cardiovascular conocidos. Un estudio transversal similar en 1.340 adultos correlacionó los niveles de actividad física en el IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física) con el Lp(a) plasmático. Las concentraciones de Lp(a) en participantes con niveles de actividad física bajos, moderados y altos fueron respectivamente $29,2 \pm 13,7$, $26,3 \pm 12,9$ y $24,5 \pm 11,4$ mg/dL con diferencias significativas entre grupos⁽⁵¹⁾. Estos resultados sugieren que, a diferencia de LDLc, la Lp(a) tiende a responder al ejercicio y a la actividad física de una manera que responde a la dosis.

Efectos diferenciales de las modalidades de ejercicio sobre los lípidos plasmáticos

En general, los efectos de la actividad física sobre la salud dependen de su volumen (producto de la intensidad del ejercicio y del tiempo de ejercicio), de la frecuencia (cantidad de unidades de entrenamiento por semana o mes) y de su modalidad (aeróbica, de resistencia o combinada)⁽⁵²⁾.

EJERCICIO DE RESISTENCIA (ENDURANCE)

Tanto el ejercicio aeróbico intermitente (períodos cortos a altas intensidades) como el ejercicio aeróbico continuo disminuyen el colesterol total y aumentan el colesterol HDL en sujetos sedentarios⁽⁵³⁾. Se ha estimado que el umbral para el aumento del HDLc inducido por el ejercicio aeróbico es de unas 1.000 kcal de carrera o un ejercicio aeróbico similar por semana⁽⁵⁴⁾. En un meta-análisis de 51 intervenciones que incluyeron a 4.700 pacientes que se sometieron a programas de ejercicio aeróbico durante al menos 12 semanas, HDLc, TG y LDLc cambiaron en promedio + 4,6 %, - 3,7 % y - 5 %, respectivamente, sin cambios en el colesterol total. El HDLc fue el componente del perfil lipídico más propenso a cambiar con el ejercicio aeróbico, incluso un programa de 10 semanas (tres veces a la semana a 85 % de la frecuencia cardíaca máxima) indujo un aumento de 13 % en el HDLc. El ejercicio aeróbico prolongado (150 min/semana) fue superior para mejorar los parámetros de lípidos en comparación con un protocolo de intervalo intenso (40 min/semana).

EJERCICIO DE RESISTENCIA (RE)

Los resultados sobre el efecto del ejercicio de resistencia en los lípidos sanguíneos han sido más contradictorios que en el ejercicio aeróbico⁽⁵²⁾. Un estudio reciente en mujeres adultas encontró un impacto notable de solo 12 semanas de ejercicio de resistencia usando el propio peso corporal del participante, reduciendo el TG en 14,3 % mientras aumentó el HDLc en 7,9 %⁽⁵⁵⁾. Un pequeño estudio separado, restringido a mujeres posmenopáusicas, informó también reducciones significativas en el LDLc con 150 minutos/semana de ejercicio de resistencia⁽⁵⁶⁾. En los hombres, dos pequeños estudios han examinado de manera específica el impacto del ejercicio de resistencia en los lípidos plasmáticos. En uno de ellos, el efecto agudo (72-h) de 75 % de las repeticiones máximas sobre el TG plasmático se estimó en - 11,0 mg/dL⁽⁵⁷⁾. En un segundo estudio, los

pacientes que participaron en un programa de ejercicios de resistencia moderada (45 % - 55 % de las repeticiones máximas) o de alta intensidad (80 % - 90 % de las repeticiones máximas) experimentaron reducciones significativas de LDLc (- 12,2 a - 13,5 mg/dL). El grupo de alta intensidad también experimentó aumentos significativos de HDLc (+ 5,5 mg/dL)⁽⁵⁸⁾.

MODALIDADES COMBINADAS

Se espera que la combinación de ejercicios aeróbicos y de resistencia proporcione los beneficios acumulativos de ambas modalidades, pero los datos sobre los protocolos de intervención combinados han mostrado efectos inconsistentes sobre los lípidos plasmáticos⁽⁵⁹⁾. En general, el impacto de las intervenciones que combinan ambas modalidades es comparable al obtenido con el ejercicio aeróbico, en todas las subfracciones lipídicas importantes⁽⁶⁰⁾.

Prescripción de ejercicios en pacientes con dislipidemia

Las recomendaciones de grado A basadas en la evidencia sobre la actividad física en pacientes con dislipidemia pueden resumirse de la siguiente manera⁽⁶¹⁾:

- Los objetivos de LDLc dependen del estado de riesgo cardiovascular global (GCVR) del paciente⁽⁶²⁾:
 - 130 mg/dL para pacientes de bajo riesgo (sin eventos cardiovasculares previos, sin factores de riesgo cardiovascular y GCVR estimado < 10 %)
 - 100 mg/dL para pacientes de riesgo moderado o alto (sin eventos cardiovasculares previos, 1 - 2 factores de riesgo cardiovascular y GCVR estimada 10 % - 20 %, o diabetes o enfermedad renal crónica sin factores de riesgo adicionales).
 - 70 mg/dL para pacientes de muy alto riesgo (evento cardiovascular previo, o GCVR estimado > = 20 %, o hipercolesterolemia familiar, o diabetes o enfermedad renal crónica más uno o más factores de riesgo no controlados).
 - 55 mg/dL para pacientes de riesgo extremo (evento cardiovascular previo + diabetes o enfermedad renal crónica, o enfermedad cardiovascular progresiva a pesar de LDLc por debajo de 70 mg/dL, o enfermedad cardiovascular antes de los 55 años en hombres o antes de los 65 años en mujeres).
- Las sesiones de ejercicio deben durar > 40 minutos, el programa de entrenamiento debe durar > 40 semanas.
- Si es posible, es deseable realizar ejercicios de resistencia de al menos cinco grupos de músculos gran-

des, como 8 - 10 repeticiones, cada serie a 70 % - 85 % de las repeticiones máximas.

- El ejercicio en pacientes dislipidémicos debe prescribirse junto con una farmacoterapia adecuada para reducir los lípidos y modificaciones dietéticas.

Las recomendaciones se pueden ajustar a la condición general del paciente; estas recomendaciones se resumen en la Tabla 2⁽⁵⁹⁾.

CONCLUSIÓN

La actividad física y el ejercicio tienen el potencial de tener un impacto positivo en los lípidos plasmáticos, en especial los triglicéridos, el colesterol HDL y, en menor medida, el colesterol LDL, el Lp(a) y probablemente el apoC-III. Sin embargo, el impacto general del ejercicio

sobre el riesgo cardiovascular va más allá de su impacto sobre los lípidos plasmáticos.

Conflicto de intereses

Los autores no manifiestan ningún conflicto de intereses que comunicar.

Financiación

Los autores no recibieron financiación específica para la redacción de este artículo.

Declaración de autoría

EASN, DRM, COM participaron en la concepción y la redacción del artículo. Todos los autores revisaron de artículo y validaron su versión final.

Tabla 2. Resumen de recomendaciones para la práctica de ejercicios en pacientes con dislipidemia según la actividad (movilidad) general. Adaptado de⁽⁵⁹⁾

Estatus del paciente	Objetivos	Recomendaciones de actividad física
Móvil, sin dislipidemia	Mantener bajos los niveles de LDLc y TG, aumentar el HDLc	> 30 min/día, 5 veces/semana de ejercicio aeróbico a 70 % -80 % de la reserva de frecuencia cardíaca, combinado con ejercicio de resistencia a 50 % de las repeticiones máximas.
Móvil, con dislipidemia	Reducir LDLc y TG, aumentar HDLc	> 30 min/día, 5 veces/semana de ejercicio aeróbico a 70 % -80 % de la reserva de frecuencia cardíaca, progresando a 85 % de la reserva de frecuencia cardíaca, combinado con ejercicio de resistencia a 75 % - 85 % de las repeticiones máximas.
Movilidad limitada (discapacitados, ancianos), con dislipidemia	Reducir LDLc y TG, aumentar HDLc	Aumentar la actividad física en la medida de lo posible, progresando en el ejercicio de resistencia de 50 % a 75 % de las repeticiones máximas en los principales grupos musculares.

Referencias bibliográficas

1. Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative Biology of Exercise. Cell. 2014;159(4):738-49.
2. Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. Appl Physiol Nutr Metab. 2010;35(6):725-40.
3. Organización Mundial de la Salud. Actividad física [online]. 2019. [Accessed 4 Jun. 2019]. Available at: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
4. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985; 100(2): 126-31.
5. Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. J Can Chiropr Assoc. 2014;58(3):328.
6. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. Int J Obes (Lond). 2007; 32(1): 1-11.
7. Mohrman DE, Heller LJ. Cardiovascular physiology. 9th edition. New York: McGraw-Hill; 2018.
8. Dempsey JA, Blain GM, Amann M. Are type III-IV muscle afferents required for a normal steady-state exercise hyperpnoea in humans? J Physiol. 2014;592(3):463-74.
9. Ball D. Metabolic and endocrine response to exercise: sympathoadrenal integration with skeletal muscle. J Endocrinol. 2015;224(2):R79-95.

10. Havel RJ, Naimark A, Borchgrevink CF. Turnover rate and oxidation of free fatty acids of blood plasma in man during exercise: studies during continuous infusion of palmitate-1-C14. *J Clin Invest.* 1963; 42(7):1054-63.
11. Van Loon LJ, Greenhaff PL, Constantin-Teodosiu D, Saris WH, Wagenmakers AJ. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. *J Physiol.* 2001; 536(Pt1): 295-304.
12. Scott W, Stevens J, Binder-Macleod SA. Human skeletal muscle fiber type Classifications. *Phys Ther.* 2001;81(11): 1810-6.
13. Peter JB, Barnard RJ, Edgerton VR, Gillespie CA, Stempel KE. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochemistry.* 1972;11(14):262-33.
14. Hardie DG. AMP-activated protein kinase: A key system mediating metabolic responses to exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(1): 28-34.
15. Jäger S, Handschin C, St-Pierre J, Spiegelman BM. AMP-activated protein kinase (AMPK) action in skeletal muscle via direct phosphorylation of PGC-1 α . *Proc Natl Acad Sci USA.* 2007;104(29):12017-22.
16. Lin J, Handschin C, Spiegelman BM. Metabolic control through the PGC-1 family of transcription coactivators. *Cell Metab.* 2005;1(6):361-70.
17. Wideman L, Weltman JY, Hartman ML, Veldhuis JD, Weltman A. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise. *Sports Med.* 2002; 32(15):987-1004.
18. Perrini S, Laviola L, Carreira MC, Cignarelli A, Natalicchio A, Giorgino F. The GH/IGF1 axis and signaling pathways in the muscle and bone: mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and osteoporosis. *J Endocrinol.* 2010; 205(3): 201-10.
19. Bodine S, Stitt TN, Gonzalez M, Kline WO, Stover GL, Bauerlein R, et al. Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nat Cell Biol.* 2001; 3(11): 1014-9.
20. Liu Z, Jahn LA, Wei L, Long W, Barrett EJ. Amino acids stimulate translation initiation and protein synthesis through an Akt-independent pathway in human skeletal muscle. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002; 87(12): 5553-8.
21. Léger B, Cartoni R, Praz M, Lamon S, Dériaz O, Crettenand A, et al. Akt signalling through GSK-3 β , mTOR and Foxo1 is involved in human skeletal muscle hypertrophy and atrophy. *J Physiol.* 2006; 576(Pt 3): 923-33.
22. Janson LW, Tischler ME. *The Big Picture: Medical Biochemistry.* New York: McGraw-Hill; 2018.
23. Nikkari T, Luukkainen P, Pietinen P, Puska P. Fatty acid composition of serum lipid fractions in relation to gender and quality of dietary fat. *Ann Med.* 1995; 27(4): 491-8.
24. Kwiterovich PO Jr. The metabolic pathways of high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, and triglycerides: a current review. *Am J Cardiol.* 2000; 86(12A): 5L-10L.
25. Redgrave TG. Chylomicron metabolism. *Biochem Soc Trans.* 2004; 32(Pt 1): 79-82.
26. Cladaras C, Hadzopoulou-Cladaras M, Nolte RT, Atkinson D, Zannis VI. The complete sequence and structural analysis of human apolipoprotein B-100: relationship between apoB-100 and apoB-48 forms. *EMBO J.* 1986; 5(13): 3495-507.
27. Vaisar T. Proteomics investigations of HDL: challenges and promise. *Curr Vasc Pharmacol.* 2012; 10(4): 410-21.
28. Lewis GF. Determinants of plasma HDL concentrations and reverse cholesterol transport. *Curr Opin Cardiol.* 2006; 21(4): 345-52.
29. Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Rodwell VW, Weil PA, et al. *Harper's Illustrated Biochemistry.* 31st edition. New York: McGraw-Hill; 2018.
30. Tall AR. Cholesterol efflux pathways and other potential mechanisms involved in the athero-protective effect of high density lipoproteins. *J Intern Med.* 2008; 263(3): 256-73.
31. Coyle EF, Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ, Saris WH. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. *Am J Physiol.* 1997; 273(2 Pt 1): E268-75.
32. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(2 Suppl): 558S-63S.
33. Ruesgsegger GN, Booth FW. Health Benefits of Exercise. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2018; 8(7): pii: a029694.
34. Silva RC, Diniz Mde F, Alvim S, Vidigal PG, Fedeli LM, Barreto SM. Physical Activity and Lipid Profile in the ELSA-Brasil Study. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(1):10-9.
35. Lee DH, de Rezende LFM, Eluf-Neto J, Wu K, Tabung FK, Giovannucci EL. Association of type and intensity of physical activity with plasma biomarkers of inflammation and insulin response. *Int J Cancer.* 2019;145(2):360-9.
36. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, Del Mar C. Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006;(4):CD003817.
37. Fikenzer K, Fikenzer S, Laufs U, Werner C. Effects of endurance training on serum lipids. *Vascul Pharmacol.* 2018;101: 9-20.
38. Carson V, Ridgers ND, Howard BJ, Winkler EA, Healy GN, Owen N, et al. Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents. *PLoS One.* 2013; 8(8): e71417.
39. Jenkins GP, Evenson KR, Herring AH, Hales D, Stevens J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(9): 1826-33.
40. Woudberg NJ, Mendham AE, Katz AA, Goedecke JH, Lecour S. Exercise intervention alters HDL subclass distribution and function in obese women. *Lipids Health Dis.* 2018; 17(1):232.
41. Sponder M, Campean IA, Dalos D, Emich M, Fritzer-Szekeres M, Litschauer B, et al. Effect of long-term physical activity on PCSK9, high- and low-density lipoprotein cholesterol, and

- lipoprotein(a) levels: a prospective observational trial. *Pol Arch Intern Med.* 2017;127(7-8):506-11.
42. Cai M, Zou Z. Effect of aerobic exercise on blood lipid and glucose in obese or overweight adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Res Clin Pract.* 2016;10(5):589-602.
 43. Millán J, Hernández-Mijares A, Ascaso JF, Blasco M, Brea A, Díaz Á, et al. The real measurement of non-HDL-cholesterol: Atherogenic cholesterol. *Clin Investig Arterioscler.* 2016; 28(6): 265-70.
 44. Price PH, Kaizer AM, Daniels SR, Jenkins TM, Inge TH, Eckel RH. Physical Activity Improves Lipid and Weight-Loss Outcomes After Metabolic Bariatric Surgery in Adolescents with Severe Obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2019;27(6):989-96.
 45. Jones PR, Rajalahti T, Resaland GK, Aadland E, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, et al. Associations of PA and sedentary time with lipoprotein subclasses in Norwegian schoolchildren: The Active Smarter Kids (ASK) study. *Atherosclerosis.* 2019. pii: S0021-9150(19)30447-2.
 46. Mendivil CO, Zheng C, Furtado J, LeJ, Sacks FM. Metabolism of very-low-density lipoprotein and low-density lipoprotein containing apolipoprotein C-III and not other small apolipoproteins. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2010;30(2):239-45.
 47. Mendivil CO, Rimm EB, Furtado J, Chiuvè SE, Sacks FM. Low-density lipoproteins containing apolipoprotein C-III and the risk of coronary heart disease. *Circulation.* 2011; 124(19):2065-72.
 48. Jensen MK, Rimm EB, Furtado JD, Sacks FM. Apolipoprotein C-III as a Potential Modulator of the Association Between HDL-Cholesterol and Incident Coronary Heart Disease. *J Am Heart Assoc.* 2012; 1(2): pii: jah3-e000232.
 49. Koch M, Furtado JD, Jiang GZ, Gray BE, Cai T, Sacks F, et al. Associations of anthropometry and lifestyle factors with HDL subspecies according to apolipoprotein C-III. *J Lipid Res.* 2017; 58(6):1196-203.
 50. Wilson DP, Jacobson TA, Jones PH, Koschinsky ML, McNeal CJ, Nordestgaard BG, et al. Use of Lipoprotein(a) in clinical practice: A biomarker whose time has come. A scientific statement from the National Lipid Association. *J Clin Lipidol.* 2019; 13(3):374-92.
 51. Bermúdez V, Aparicio D, Rojas E, Peñaranda L, Finol F, Acosta L, et al. An elevated level of physical activity is associated with normal lipoprotein(a) levels in individuals from Maracaibo, Venezuela. *Am J Ther.* 2010;17(3):341-50.
 52. Vanhees L, Geladas N, Hansen D, Kouidi E, Niebauer J, Reiner Z, et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. *Eur J Prev Cardiol.* 2012;19(5):1005-33.
 53. Altena TS, Michaelson JL, Ball SD, Guilford BL, Thomas TR. Lipoprotein subfraction changes after continuous or intermittent exercise training. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38(2):367-72.
 54. Wood PD, Haskell WL, Blair SN, Williams PT, Krauss RM, Lindgren FT, et al. Increased exercise level plasma lipoprotein concentrations: a one-year, randomized, controlled study in sedentary middle-aged men. *Metabolism.* 1983;32(1):31-9.
 55. Zapata-Lamana R, Cigarroa I, Diaz E, Saavedra C. Resistance exercise improves serum lipids in adult women. *Rev Med Chil.* 2015;143(3):289-96.
 56. Prabhakaran B, Dowling EA, Branch JD, Swain DP, Leutholtz BC. Effect of 14 weeks of resistance training on lipid profile and body fat percentage in premenopausal women. *Br J Sports Med.* 1999;33(3):190-5.
 57. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E Jr, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol Metab Syndr.* 2010;2:31.
 58. Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Ahmadi Dehrashid K, Gharibi F. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011; 51(4):695-700.
 59. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med.* 2014; 44(2):211-21.
 60. Shaw I, Shaw BS, Krasilshchikov O. Comparison of aerobic and combined aerobic and resistance training on low-density lipoprotein cholesterol concentrations in men. *Cardiovasc J Afr.* 2009;20(5):290-5.
 61. Hansen D, Niebauer J, Cornelissen V, Barna O, Neunhäuserer D, Stettler C, et al. Exercise Prescription in Patients with Different Combinations of Cardiovascular Disease Risk Factors: A Consensus Statement from the EXPERT Working Group. *Sports Med.* 2018; 48(8):1781-97.
 62. Jellinger PS, Handelsman Y, Rosenblit PD, Bloomgarden ZT, Fonseca VA, Garber AJ, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Guidelines for management of dyslipidemia and prevention of cardiovascular disease. *Endocr Pract.* 2017;23(Suppl 2):1-87.



Actividad física y nutrición en la educación médica

Physical activity and nutrition in medical education

Atividade física e nutrição na educação médica

Gustavo Tovar Mojica^{1*}, Erika Viviana Ladino Marín¹

Recibido: 31 de mayo de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.005>

Resumen

Las enfermedades no transmisibles (ENT) son la principal causa de muerte en todo el mundo (70 %). En Colombia mueren por ENT 178.000 personas al año, 73 % de todas las muertes, debido, en gran medida, a las malas prácticas en los estilos de vida, especialmente inactividad física, sobrealimentación y tabaquismo. En Colombia, el exceso de peso ha aumentado en la población adulta de 18 a 65 años (56,5 %) mientras que el porcentaje de personas adultas que cumplen las recomendaciones de actividad física (51,3 %) ha venido en descenso. El médico, y en general el personal de salud, tienen un papel fundamental para ayudar a los pacientes y sus familias en la construcción de un estilo de vida saludable. Los temas de actividad física y nutrición deben ser parte obligatoria de los currículos de las carreras de salud. Para el tema de nutrición se recomienda centrar la instrucción en cuatro ejes: nutrición básica, diagnóstico clínico nutricional, intervención nutricional y tratamiento dietario de la enfermedad, y en el tema de actividad física se recomienda que la intervención se enfoque en cuatro aspectos: evaluación de la actividad física y de la condición física, prescripción e implementación del ejercicio, consejería y estrategias de cambio comportamental y salud del personal médico. Se muestra la experiencia de los autores con el programa de Medicina del Deporte de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario.

Palabras clave: ejercicio, salud pública, currículo, Enfermedades no transmisibles.

Summary

Noncommunicable diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide (70%). In Colombia, 178,000 people per year (73%) die from NCDs. Bad practices in lifestyles, especially physical inactivity, overfeeding and smoking leading to NCDs. In Colombia, overweight has increased in the entire population: 56.5% in adults aged 18 to 65 years and the percentage of people who meet the physical activity recommendations is only 51.3% in adults. Physicians and in general health professionals have a fundamental role to help patients and their families in the construction of a healthy lifestyle. The subject of physical activity and nutrition must be compulsory part of the curricula of health careers. For nutrition, instruction is recommended centered on 4 axes: basic nutrition, nutritional assessment, nutritional intervention and dietary treatment of disease. In physical activity it is recommended that the intervention focuses on four aspects: physical activity and fitness cardiorespiratory assessment, exercise prescription, counseling and behavioral change strategies and health of medical personnel. The experience of the authors is shown with the sports medicine and exercise program of the School of Medicine and Health Sciences of the Universidad del Rosario.

Key words: Exercise; Curriculum; Public Health; Noncommunicable diseases.

Resumo

As doenças não transmissíveis (DNTs) são principal causa de morte no mundo (70 %). Na Colômbia morrem 178.000 pessoas por ano, 73 % de todas as mortes, devido, em grande parte, a más práticas nos estilos de vida, especialmente inatividade física, sobrealimentação e tabaco. Na Colômbia, o excesso de peso aumentou na população adulta de 18 a 65 anos (56,5 %) e a percentagem de adultos que cumprem as recomendações de atividade física (51,3 %) vem diminuindo. O médico, e em geral a equipe de saúde, tem um papel fundamental para ajudar os pacientes e suas famílias na construção de um estilo de vida saudável. Os temas da atividade física e nutrição devem ser uma parte obrigatória nos currículos dos cursos de saúde. Para a questão da nutrição, recomenda-se a instrução centrada em quatro eixos: nutrição básica, diagnóstico nutricional clínico, intervenção nutricional e tratamento dietético da doença, no tema da atividade física recomenda-se que a intervenção seja focada em quatro aspectos: avaliação do atividade e condição física, prescrição e implementação de estratégias de exercício, aconselhamento e mudança comportamental, saúde da equipa médica. É relatada a experiência dos autores com o programa de medicina desportiva da Faculdade de Medicina e Ciências da Saúde da Universidad del Rosario.

Palavras-chave: exercício, currículo, saúde pública, doenças não transmissíveis.

¹ Medicina del Deporte, grupo Mente y Cuerpo. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud Universidad del Rosario, Bogotá, D.C, Colombia.

Correspondencia: *Gustavo Tovar Mojica
gustavo.tovar@urosario.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades no transmisibles (ENT), las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer, la diabetes y las enfermedades respiratorias crónicas (ERC), son la principal causa de muerte en todo el mundo (70 %). En Colombia mueren por ENT 178.000 personas al año, que corresponde a 73 % de todas las muertes⁽¹⁾, debido, en gran medida, a las malas prácticas en los estilos de vida y especialmente a la inactividad física, sobrealimentación y tabaquismo⁽²⁾.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja desde 2004 trabajar sobre alimentación saludable, actividad física y control del tabaco para lograr la disminución de la prevalencia de enfermedades crónicas. En el reporte global sobre enfermedades no transmisibles publicado en 2014, cuatro de sus nueve objetivos involucran directamente a la nutrición y a la actividad física;⁽³⁾ sin embargo, se está perdiendo la batalla. Las metas fijadas por la OMS para el control de los cuatro factores de riesgo comunes y modificables de la ENT (tabaco, dietas malsanas, falta de actividad física y consumo nocivo de alcohol) para el año 2025 no están siendo suficientes⁽¹⁾. La inactividad física es el factor de riesgo más prevalente de las enfermedades no trasmisibles⁽⁴⁾. En Colombia ha venido aumentando el exceso de peso en la población: 56,5 % en adultos de 18 a 65 años (5,3 puntos porcentuales de aumento de 2010 a 2015), 17,9 % en adolescentes, 24,4 % en escolares y ha venido bajando el porcentaje de personas que cumplen las recomendaciones de actividad física en 51,3 % en adultos⁽⁵⁾.

El médico, y en general el personal de salud, tienen un papel fundamental para ayudar a los pacientes y sus familias en la construcción de un estilo de vida saludable sostenible en el tiempo⁽⁶⁾, por lo que se vuelve una necesidad del siglo XXI la generación de capacidades que les permitan recomendar la actividad física, medir el *fitness* cardiorrespiratorio y hacer un correcto diagnóstico del estado nutricional que los lleve a detectar los sujetos que necesitan una atención especializada por equipos interdisciplinarios, con especialistas en medicina del deporte y en nutrición^(6,7). El *fitness* cardiorrespiratorio es un predictor de mortalidad tan fuerte como la diabetes, el tabaco, la hipertensión arterial o la hipercolesterolemia. Por cada *Metabolic Equivalent of Task* (MET) de incremento en la condición cardiovascular se aumenta en forma considerable la sobrevida (10 % a 30 %), si se logra que el personal de salud detecte los individuos con muy baja condición física y que el sistema de salud intervenga para que mejoren su con-

dición (llevarlos de 4 METs a 5 o 6 METs), se lograría disminuir a la mitad su riesgo de morir⁽⁸⁾.

La actividad física habitual es un pilar fundamental de la promoción de salud y la prevención de enfermedad, impulsa otros hábitos saludables como el dejar de fumar, mejorar la alimentación y disminuir el consumo de alcohol⁽⁹⁾; impacta en forma importante la prevención, el manejo y la rehabilitación de 8 condiciones crónicas: falla cardíaca, enfermedad coronaria, dislipidemia, hipertensión, resistencia a la insulina, claudicación intermitente, obesidad y diabetes tipo 2⁽¹⁰⁾, además de intervenir la patogénesis de la osteoporosis, los síntomas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), depresión, fibromialgia y osteoartritis. Se han comprobado sus beneficios en asma, síndrome de fatiga crónica, artritis reumatoide y en algunas formas de cáncer (en especial seno y colon), adicionalmente mejora el equilibrio, la función cognitiva, la expectativa y la calidad de vida, y se conoce su papel en la disminución en la aparición de demencia, caídas y sarcopenia, además de reducir los costos de la atención médica⁽¹¹⁻¹³⁾.

El consumo de frutas y verduras está relacionado por sí solo como un factor protector en la aparición de enfermedades crónicas como el cáncer, la enfermedad cardíaca, los accidentes cerebro vasculares, e inclusive reduce el riesgo de cataratas, diverticulosis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica e hipertensión⁽¹⁴⁾. Las alteraciones en la alimentación y la inactividad física son los mayores contribuyentes de la obesidad, diabetes tipo 2, el cáncer y la enfermedad cardiovascular⁽¹⁵⁾.

IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA NUTRICIÓN EN LA EDUCACIÓN MÉDICA

La educación médica en los últimos 40 años ha venido incrementando la formación relacionada con Nutrición y Actividad Física, aunque en forma lenta. En 1974 se realizó una encuesta que mostró algo de instrucción en este tema en 16 % de las escuelas de medicina en los Estados Unidos^(16,17). Otra encuesta realizada a decanos de medicina en 2001 mostró que 61 % considera que la instrucción sobre actividad física es un tema importante, pero solo 6 % de las escuelas encuestadas tenían un curso formal de prescripción de ejercicio^(16,18). En nutrición pasa algo similar: una encuesta realizada en 1985 encontró que solo 20 % de las escuelas de medicina tenía un curso obligatorio en nutrición⁽¹⁹⁾, y la Asociación Americana de Colegios Médicos demostró que más de la mitad de los estudiantes (51,5 %) no tuvo una adecuada instrucción en temas de nutrición^(20, 21).

En 2014, autoridades de nutrición se alertaron al encontrar que solo 27 % de las escuelas de medicina dictaban algún curso formal de nutrición y su promedio era de 20 horas^(16,22).

De acuerdo con los inminentes requerimientos en salud pública, múltiples autoridades mundiales han emitido recomendaciones urgentes de implementación para lograr un mayor énfasis en la enseñanza de la nutrición y actividad física en todos los niveles de la educación médica. “*The Global Advocacy for Physical Activity (GAPA)* de la “*International Society for Physical Activity and Health (ISPAH)*” en “*7 investments that work*” hacen énfasis en la necesidad de darle fuerza a los comportamientos saludables en todos los sistemas de salud⁽²³⁾. El *Bipartisan Policy Center* en Washington, D.C., en 2012, mencionó: “El entrenamiento en nutrición y actividad física debe ser incorporado en todas las fases de la educación médica” escuelas de medicina, programas de residencia y educación continuada⁽²⁴⁾, confirmando la necesidad de desarrollar e implementar un currículo estándar sobre nutrición y actividad física en alianza con el Colegio Americano de Medicina del Deporte⁽²⁵⁾. En 2007, el Colegio Americano de Medicina del Deporte creó la iniciativa “*Exercise is medicine*” para ayudar a mejorar la salud y el bienestar a través de la medición de la actividad física como un signo vital y ayudar a que médicos y personal de salud aprendan a prescribir actividad física⁽²⁶⁾. De igual manera, en 2013 el Plan Nacional de Actividad Física de los Estados Unidos propuso incluir la enseñanza en actividad física en todos los niveles de educación de los profesionales de salud⁽²⁷⁾. En la escuela de medicina *Greenville* de la Universidad de Carolina del Sur, en el año 2012, decidieron incorporar lo aconsejado por *Exercise is medicine*, a lo largo de los 4 años de su plan de estudios médicos, y organizaron el primer “*Think Tank*” en el año 2013, en conjunto con el Instituto de Medicina del Estilo de Vida (*Institute of Lifestyle Medicine*), el *Joslin Diabetes Center* y la Universidad de Harvard, con la idea de estimular la adopción de este tipo de currículos en otras escuelas de medicina. Este *Think Tank* tuvo representantes del Colegio Americano de Medicina del Deporte, del Instituto Nacional de Salud de USA, Asociación Médica Americana, Junta Nacional de Examinadores Médicos, *Bipartisan Policy Center*, entre otras partes interesadas y se propuso la creación de un currículo en Medicina del Estilo de Vida “*Lifestyle Medicine*”⁽¹⁶⁾.

En Inglaterra durante los años 2017 y 2018 se creó una comisión formada por Salud Pública (*Public Health*

England) y por “Deporte inglés” (*Sport England*) como parte de la estrategia conjunta “*Moving Healthcare Professionals Programme*” la cual visitó 16 de las 17 escuelas inglesas de medicina y contactó a 83 escuelas de salud para conocer la forma como la actividad física estaba involucrada en los currículos, lo que resulta en un marco para su implementación⁽²⁸⁾.

Las autoridades mencionadas recomiendan que los contenidos de actividad física y nutrición deben hacer parte obligatoria de los currículos de formación para todos los estudiantes. Su enseñanza debe estar enmarcada dentro de conceptos de epidemiología y atención primaria en salud, para que puedan abordar al paciente de una forma holística y se entiendan los diferentes determinantes de la salud y la enfermedad. Los temas de actividad física y nutrición, en forma independiente o agrupados en medicina de los estilos de vida, deben hacer parte de todos los programas de las carreras de salud a lo largo de su plan de estudios tanto en pregrado como en posgrado, además se deben generar cursos de educación continua para los profesionales que trabajan en áreas de atención primaria y movilizar a los estudiantes y profesionales de áreas de la salud a ser más activos, dada la constante asociación positiva entre sus hábitos personales y la posibilidad de recomendar la actividad física a sus pacientes. Los estudiantes que han sido expuestos a currículos que favorecen los estilos de vida saludable tienden a tener mejores hábitos y a generar mayor prescripción de ejercicio en sus pacientes⁽²⁹⁻³¹⁾.

Los contenidos del currículo de estilos de vida proponen foco en cuatro puntos principales: actividad física, nutrición, auto cuidado y cambio comportamental. Para nutrición recomiendan centrar la instrucción en cuatro ejes: nutrición básica, diagnóstico clínico nutricional, intervención nutricional y tratamiento dietario de la enfermedad, mientras que para actividad física se propone enfocar la intervención en cuatro aspectos: evaluación de la actividad física y de la condición física, prescripción e implementación del ejercicio, consejería y estrategias de cambio comportamental y salud del personal médico^(16,21,24,32).

AVANCES DE COLOMBIA EN EL CURRÍCULO

En Colombia, el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012 – 2021 exhorta a trabajar en la promoción de la salud y en la prevención de la enfermedad y define ocho dimensiones prioritarias, una de ellas denominada “dimensión de vida saludable y condiciones no transmisibles” busca identificar e intervenir

los factores de riesgo. Incluye tres metas específicas de nutrición: reducción del consumo de sal, incremento del consumo de frutas y de verduras, y cinco metas para la actividad física que buscan su incremento en el sistema educativo, en los diferentes grupos de edad y el estímulo al transporte activo⁽³³⁾.

En el año 2007 se realizaron mediciones en 24 facultades de medicina del país con una adaptación del cuestionario de “*Healthy Doc = Healthy Patient*”, dentro de un estudio llamado “Prevención de Enfermedades Crónicas: una prioridad en la formación médica”, liderado por el doctor Jhon Duperly - Universidad de los Andes. El estudio revisa la asociación entre cuatro hábitos (actividad física, nutrición, tabaquismo y consumo de alcohol), las actitudes frente a la consejería, y los conocimientos de los estudiantes de primero y quinto año de medicina. Contempla una segunda y tercera fase encaminadas a generar estrategias de intervención en hábitos saludables y actitudes hacia la consejería preventiva. Posteriormente se realizaron varios encuentros nacionales con representantes de cada facultad para socializar una gran cantidad de iniciativas que surgieron en cada facultad encuestada, la mayor parte de ellas de tipo extracurricular y varias inmersas en los currículos que lograron posicionar el tema en cada universidad^(29,34,35).

A continuación, mostramos nuestra experiencia con el programa de medicina del deporte en el currículo de medicina de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud: en Bogotá, en 1999 la Universidad del Rosario creó un espacio voluntario de actividad física y ejercicio para los estudiantes y en 2001 se incorporó como un espacio obligatorio de la cátedra de medicina interna, con una representación de 10 % de la nota final. En el año 2007 se consolidó como una materia obligatoria con un crédito y una intensidad horaria de tres horas a la semana, con el objetivo de mejorar las condiciones de salud mediante el fomento de la actividad física y formar al estudiante, de manera práctica, en la metodología del entrenamiento físico y que vivencie sus beneficios. El 70 % de las clases contenía ejercicio físico grupal dirigido y 30 % de contenido teórico, con el fin de transmitir la influencia de la actividad física sobre las diferentes patologías, enseñar los beneficios fisiológicos como producto de una adaptación del cuerpo hacia las cargas de ejercicio, y herramientas generales para la prescripción del ejercicio.

Después de analizar siete cohortes que recibieron la clase, se evidencia un incremento en las condiciones de salud de los estudiantes⁽³⁰⁾. En otro análisis que compara estudiantes de medicina de la Universidad del

Rosario con la muestra nacional del estudio realizado por la Universidad de Los Andes se evidencian algunas diferencias en actividad física y ejercicio (mayores niveles en estudiantes de la Universidad del Rosario), que podrían corresponder a un impacto del programa instaurado⁽³¹⁾.

En el año 2013, el currículo del programa de Medicina de la Universidad del Rosario se reformó integrando las ciencias básicas, biomédicas, clínicas, socio humanísticas y de salud de poblaciones, a través de un método de enseñanza aprendizaje basado en Actividades Integradoras del Aprendizaje por Sistemas (AIAS)⁽³⁶⁾, permitiendo al tema de actividad física y ejercicio integrarse al currículo en diferentes momentos, desde el segundo hasta el sexto semestre, en forma de clases prácticas y teóricas en la mayoría de las nuevas AIAS (**Tabla 1**).

En las clases teóricas (9 horas – 35 %) se vincula el papel de la actividad física y el ejercicio en el tema que se está revisando y se explican sus beneficios desde la fisiología, se brindan herramientas básicas de prescripción del ejercicio y se incluye siempre una pausa activa en la mitad de la exposición teórica. En las clases prácticas (17 horas – 65 %), el estudiante realiza actividad física de forma lúdica, aprende la metodología del ejercicio y se enseña sobre su relación con el tema del AIAS correspondiente. Un objetivo fundamental es generar conciencia sobre sus propios hábitos, por lo que incluye la entrega de un informe individual con retroalimentación de sus resultados y recomendaciones de mejora. En cuarto semestre se imparte un curso voluntario de hábitos de vida saludable en donde la escuela de medicina les brinda monitores cardíacos para medir la actividad física diaria y frecuencia cardíaca (Polar A 300), monitorizar los comportamientos sedentarios o activos y se brinda información sobre hábitos saludables durante un periodo de 14 semanas, lo que genera líderes naturales en el área de medicina del deporte que colaboran en mediciones físicas, manejo de los dispositivos y mejoran su propia experiencia con hábitos de vida sana.

Actualmente, por iniciativa de la decanatura de la escuela de medicina y ciencias de la salud de la Universidad del Rosario, se crea el grupo “Mente y Cuerpo” de trabajo interdisciplinario en convenio con la Fundación Cardioinfantil, teniendo en cuenta cuatro componentes: autocuidado, mente y cuerpo en el currículo, formación docente y educación al paciente y a su cuidador; con la investigación como centro, encaminados a fortalecer la formación del médico desde las perspectivas académicas y sociales.

Tabla 1. Medicina del deporte en el currículo del programa de medicina Universidad del Rosario año 2019.

SEM	AIAS	Módulo/caso	Sesión
II Semestre	AIAS Hemato/Oncología e Infectología AIAS Líquidos y Electrolitos AIAS Líquidos y Electrolitos	Cáncer de seno Hiponatremia Acidosis metabólica	Pruebas físicas para valorar el estado de salud II Introducción a la medicina del deporte Pruebas físicas para valorar el estado de salud I
III Semestre	AIAS Medicina del comportamiento AIAS Medicina del comportamiento AIAS Medicina del comportamiento AIAS Sistema Nervioso AIAS Sistema Nervioso AIAS Sistema Nervioso AIAS Sistema Nervioso	Afecto Trastornos del pensamiento Agresión y violencia Síndrome convulsivo Ataque cerebrovascular Trastornos del movimiento Cefalea	Medicina del deporte (depresión y ejercicio) Medicina del deporte (cerebro y ejercicio) Medicina del deporte (autorregulación y actividad física) Epilepsia y ejercicio. Ejercicios de propiocepción Fisiología cardiovascular y ejercicio. Prescripción de ejercicio en paciente con ACV Parkinson y ejercicio. Ejercicios de marcha Cefalea tensional. Ejercicios de estiramiento y tonificación cervical
IV Semestre	AIAS Cardiovascular AIAS Cardiovascular AIAS Cardiovascular AIAS Cardiovascular AIAS Endocrinología AIAS-Músculo esquelético AIAS-Músculo esquelético	Hipertensión Palpitaciones Paro cardiorrespiratorio Obesidad Diabetes Lumbalgia Trauma	Hipertensión y ejercicio. Ejercicios de intensidad moderada Ejercicios de alta intensidad, HIIT Corazón y ejercicio. Frecuencia cardíaca y ejercicio Obesidad, ejercicio y cálculos de calorías Prescripción de ejercicio y beneficios para paciente con Diabetes Ejercicios para prevenir el dolor de espalda y tonificar CORE Medicina del deporte: prevención de lesiones del ejercicio y medición de la intensidad del ejercicio
V Semestre	AIAS-Gastroenterología AIAS-Respiratorio AIAS-Respiratorio	Vómito y náuseas Asma EPOC	Cáncer de colon y ejercicio. Ejercicios de fortalecimiento abdominal Asma y ejercicio. Ejercicios de respiración y fortalecimiento de músculos respiratorios Cambios respiratorios con ejercicio, EPOC y broncoespasmo inducido por ejercicio
VI Semestre	AIAS-Dermatología AIAS-Envejecimiento AIAS-Renal AIAS-Renal AIAS-Reproductivo	Neoplasia de piel Demencia Enfermedad glomerular Enfermedad glomerular Aborto	Protección solar y ejercicio. Ejercicios de fortalecimiento miembros inferiores Envejecimiento y ejercicio IRC y ejercicio. Ejercicios para mejorar la calidad de vida de pacientes IRC Hidratación y cuidado del riñón con el ejercicio Triada de la mujer atleta. Ejercicios para tonificar.

AIAS: Actividades Integradoras del Aprendizaje por Sistemas

EL PRÓXIMO PASO

Las ENT y su gran carga de enfermedad hacen necesario que cambie la forma de abordar los hábitos saludables en el sistema de salud. Las estadísticas del sector siempre actualizan prevalencias de enfermedad y no han comenzado a medir indicadores positivos de salud que direccionen mejor las acciones de promoción y

prevención⁽³⁷⁾. Un indicador positivo es el que evalúa el cumplimiento de los siguientes tres criterios: actividad física para su grupo de edad (recomendaciones OMS), no fumar y peso saludable para la edad. Permite identificar la población con “indicador saludable” y trabajar para lograr su incremento, como objetivo compartido de todos los actores del Sistema de Seguridad Social, a través de acciones de promoción de la actividad física,

alimentación saludable y la batalla contra el tabaquismo y otras drogas de abuso. Estas acciones pueden llegar a generar incentivos (como la disminución en costos de planes de salud), estimular al sistema de salud para que se enfoque principalmente en actividades de prevención y promoción⁽⁶⁾.

La evaluación de la condición física, ya sea por la medición del *fitness* cardiovascular o al menos por medio de preguntas en la historia clínica como un signo vital, no ha sido considerada con la suficiente seriedad por las autoridades de salud. Los médicos especialistas en medicina del deporte y los nutricionistas deben brindar la educación y los métodos necesarios para que el personal de salud pueda evaluar en los pacientes el nivel de actividad física, su capacidad funcional y su estado nutricional, con el fin de brindar una consejería adecuada y remitir a un especialista cuando sea necesario. El médico especialista en medicina del deporte y el ejercicio debe colaborar con la formación y dirección de programas interdisciplinarios de prevención y promoción de la salud que incluyan educadores físicos, con el fin de incrementar el uso del ejercicio como una modalidad terapéutica, ayudar a los pacientes a incrementar su actividad, establecer y mantener una relación adecuada entre la industria del *fitness* con el cuidado médico tanto en el nivel individual como en el comunitario.

La tendencia en el desarrollo y uso de la tecnología permite en la actualidad obtener datos de objetos o prendas con sensores de actividad física (*wearables*), inclusive en nuestros teléfonos móviles, como herramienta útil para la vigilancia del comportamiento activo, al lograr que la *data* se incorpore de forma automática a la historia clínica de cada sujeto y pueda ser analizada y utilizada por el personal de salud⁽³⁸⁾.

En conclusión, la generación de conciencia y apropiación de conocimientos acerca de la importancia de la actividad física y nutrición saludable desde los profesionales de la salud en formación, permitirá lograr impacto en la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades no transmisibles en la población general. Finalmente, como dice el Plan Decenal de Salud Pública, la salud debe estar inmersa en las políticas de todos los sectores gubernamentales y no gubernamentales, que deberán aportar lo que corresponda desde su competencia para favorecer comportamientos activos, nutrición adecuada y para el logro del objetivo final de una mejor salud y bienestar.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

Los autores: Gustavo Tovar y Erika Viviana Ladino declaramos haber participado en la concepción y realización de este trabajo, haber participado en la redacción del texto y en sus revisiones, y aprobado la versión final.

Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Monitoreo de avances en materia de las enfermedades no transmisibles 2017. Switzerland.2017. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/259806> [consultado 6 de junio 2019].
2. Chopra M, Galbraith S, Darnton-Hill I. A global response to a global problem: the epidemic of overnutrition. Bull World Health Organ. 2002;80(12):952-8.
3. Organization WH. Global status report on noncommunicable diseases. Switzerlanul2014. Available from: www.who.int/ncd. [consultado 6 de Junio 2019]
4. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. Br J Sports Med. 2009;43(1):1-2.
5. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar I, Minsalud, Prosperidad Social, Instituto Nacional de Salud, Universidad Nacional de Colombia. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia (ENSIN) 2015. 2015.
6. Joy E, Blair SN, McBride P, Sallis R. Physical activity counselling in sports medicine: a call to action. British Journal of Sports Medicine. 2013;47(1):49-53.
7. Weiler R, Chew S, Coombs N, Hamer M, Stamatakis E. Physical activity education in the undergraduate curricula of all UK medical schools: are tomorrow's doctors equipped to follow clinical guidelines? Br J Sports Med. 2012;46(14):1024-6.
8. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2016;134(24):e653-e99.
9. Pate RR, Heath GW, Dowda M, Trost SG. Associations between physical activity and other health behaviors in a representative sample of US adolescents. Am J Public Health. 1996;86(11):1577-81.
10. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scand J Med Sci Sports. 2006;16 Suppl 1:3-63.
11. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. Lancet. 2012;380(9838):219-29.

12. Meltz J, Heffernan A. The exercise cure: a doctor's all-natural, no-pill prescription for better health & longer life. Emmaus, editor. Pennsylvania 2013. p. 298.
13. Cardinal BJ, Park EA, Kim M, Cardinal MK. If Exercise is Medicine, Where is Exercise in Medicine? Review of U.S. Medical Education Curricula for Physical Activity-Related Content. *J Phys Act Health*. 2015;12(9):1336-43.
14. Van Duyn MA, Pivonka E. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. *J Am Diet Assoc*. 2000;100(12):1511-21.
15. Organization WH. Preventing chronic diseases a vital investment: WHO global report. Switzerland 2005. Available from: www.who.int/chp/chronic_disease_report/en/. [consultado 6 de Junio 2019]
16. Phillips E, Pojednic R, Polak R, Bush J, Trilk J. Including lifestyle medicine in undergraduate medical curricula. *Med Educ Online*. 2015;20:26150.
17. Burke EJ, Hultgren PB. Will physicians of the future be able to prescribe exercise? *J Med Educ*. 1975;50(6):624-6.
18. Connaughton AV, Weiler RM, Connaughton DP. Graduating medical students' exercise prescription competence as perceived by deans and directors of medical education in the United States: implications for Healthy People 2010. *Public Health Rep*. 2001;116(3):226-34.
19. Education CoNiM. Nutrition Education in U.S. Medical Schools. Washington (DC)1985. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/597.html>. [consultado 6 de Junio 2019]
20. Torabi MR, Tao R, Jay SJ, Olcott C. A cross-sectional survey on the inclusion of tobacco prevention/cessation, nutrition/diet, and exercise physiology/fitness education in medical school curricula. *J Natl Med Assoc*. 2011;103(5):400-6.
21. Kohlmeier M, Uhley V, Nelson J. Teaching Population Health: Innovative Medical School Curricula on Nutrition 2016 [Available from: <https://www.aamc.org/initiatives/diversity/portfolios/449534/nutritionwebinar.html>. [consultado 6 de Junio 2019]
22. Kris-Etherton PM, Akabas SR, Bales CW, Bistran B, Braun L, Edwards MS, et al. The need to advance nutrition education in the training of health care professionals and recommended research to evaluate implementation and effectiveness. *Am J Clin Nutr*. 2014;99(5 Suppl):1153S-66S.
23. Investments that Work for Physical Activity. *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(10):709-12.
24. Health Program Nutrition and Physical Activity Initiative. Lots to Lose: How America's Health and Obesity Crisis Threatens our Economic Future. Washington, DC 200052012.
25. Program H, Initiative NaPA. Teaching Nutrition and Physical Activity in Medical School: Training Doctors for Prevention-Oriented Care. Washington, DC 200052014.
26. Polak R, Pojednic RM, Phillips EM. Lifestyle Medicine Education. *Am J Lifestyle Med*. 2015;9(5):361-7.
27. National Physical Activity Plan Alliance. National Physical Activity Plan 2013. Available from: http://physicalactivity-plan.org/docs/2016NPAP_Finalforwebsite.pdf [consultado 6 de junio 2019].
28. Gates AB, Ritchie IK, Moffatt F, Breda J. Leadership in physical activity: is this the currency of change in the student healthcare curriculum? *Br J Sports Med*. 2018;52(23):1484-5.
29. Lobelo F, Duperly J, Frank E. Physical activity habits of doctors and medical students influence their counselling practices. *Br J Sports Med*. 2009;43(2):89-92.
30. Tovar G, López G, Ibáñez M, Alvarado R, Lobelo F, Duperly J. Institutionalized physical activity curriculum benefits of medical students in Colombia. *Educ Health (Abingdon)*. 2016;29(3):203-9.
31. Tovar G, Rodríguez Æ, García G, Tovar J. Actividad física y consejería en estudiantes universitarios de primero y quinto año de medicina de Bogotá, Colombia. *Revista Universidad Salud*. 2015;18(1):16-23.
32. Initiative HPNaPA. Teaching Nutrition and Physical Activity in Medical School: Training Doctors for Prevention - Oriented Care. Washington, DC 200052014.
33. Ministerio de Salud y Protección Social. Plan Decenal de Salud Pública 2013.
34. Duperly J, Lobelo F, Segura C, Sarmiento F, Herrera D, Sarmiento OL, et al. The association between Colombian medical students' healthy personal habits and a positive attitude toward preventive counseling: cross-sectional analyses. *BMC Public Health*. 2009;9:218.
35. Frank E, Tong E, Lobelo F, Carrera J, Duperly J. Physical activity levels and counseling practices of U.S. medical students. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(3):413-21.
36. Quintero GA. Medical education and the healthcare system-why does the curriculum need to be reformed? *BMC Med*. 2014;12:213.
37. Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel LJ, Van Horn L, et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586-613.
38. Lobelo F, Rohm Young D, Sallis R, Garber MD, Billinger SA, Duperly J, et al. Routine Assessment and Promotion of Physical Activity in Healthcare Settings: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;137(18):e495-e522.



Recomendaciones de actividad física: un mensaje para el profesional de la salud

*Physical activity recommendations:
A message for the health professional*

*Recomendações de atividade física:
uma mensagem para o profissional de saúde*

Sandra Marcela Mahecha Matsudo^{1*}

Recibido: 12 de julio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.006>

Resumen

La actividad física regular está asociada a la prevención y tratamiento de la mayor parte de las enfermedades crónicas como las cardiovasculares, diabetes, obesidad y algunos tipos de cáncer y a la disminución de la mortalidad prematura. La AF tiene efectos importantes en la salud mental y cognitiva, calidad de sueño, desempeño cognitivo, prevención de caídas y fracturas y en la mejora de la capacidad funcional en el adulto mayor. Por tanto, la AF debería hacer parte de las recomendaciones de cualquier profesional de salud. Las guías de AF para la promoción de la salud recomiendan que toda persona a cualquier edad debe realizar AF moderada, al menos 30 minutos diarios para los adultos y 60 minutos para niños y adolescentes, y debe incluir ejercicios de fuerza muscular mínimo dos días a la semana. Además de esto, el profesional de salud debe recomendar la disminución del tiempo en comportamientos sedentarios y moverse siempre que sea posible. Más minutos y más intensidad de AF traen beneficios a cualquier edad y en cualquier condición clínica.

Palabras clave: ejercicio, *fitness*, mortalidad, promoción actividad física.

Summary

Regular physical activity (PA) is associated with the prevention and treatment of most chronic diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, obesity and some types of cancer, and the reduction of premature mortality. PA has important effects on mental and cognitive health, quality of sleep, cognitive performance, prevention of falls and fractures and on the improvement of functional capacity in the elderly. Therefore, PA should be part of the recommendations of any health professional. PA guidelines for health promotion recommend that every person at any age should perform at least 30 minutes of moderate PA a day for adults and 60 minutes for children and adolescents and must include muscle strength exercises at least two days a week. In addition to this the health professional should recommend the decrease of time in sedentary behaviors and move whenever possible. More minutes and more intensity of AF bring benefits at any age and in any clinical condition.

Keywords: Exercise; Fitness; Mortality; Physical activity promotion.

Resumo

A atividade física (AF) regular está associada à prevenção e ao tratamento da maioria das doenças crônicas, como as cardiovasculares, diabetes, obesidade e alguns tipos de câncer e à redução da mortalidade prematura. A AF tem efeitos importantes na saúde mental e cognitiva, na qualidade do sono, no desempenho cognitivo, na prevenção de quedas e fraturas e na melhoria da capacidade funcional em idosos. Portanto, a AF deve fazer parte das recomendações de qualquer profissional de saúde. As diretrizes de AF para promoção da saúde recomendam que todos em qualquer idade façam AF moderada, pelo menos 30 minutos diários para adultos e 60 minutos para crianças e adolescentes e devem incluir exercícios de força muscular no mínimo dois dias por semana. Além disso, o profissional de saúde deve recomendar a redução do tempo em comportamentos sedentários, e a mover-se sempre que possível. Mais minutos e mais intensidade da AF trazem benefícios em qualquer idade e em qualquer condição clínica.

Palavras-chave: exercício, *fitness*, mortalidade, promoção de atividade física.

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Unidad Académica – Clínica MEDS - Santiago de Chile, Centro Regional para América Latina de "Exercise Is Medicine" del American College of Sports Medicine.

Correspondencia: *Sandra Marcela Mahecha Matsudo
sandra.mahecha@meds.cl

INTRODUCCIÓN

La importancia de la actividad física para la salud es una evidencia contundente en la medicina desde hace varias décadas y es indiscutible su papel en la prevención, tratamiento, control y rehabilitación de decenas de enfermedades crónicas. El ejercicio es el mejor remedio que la medicina conoce, y que todo médico debería recomendar, pero son pocos los médicos que lo hacen muchas veces por falta de conocimiento. Por esta razón, los profesionales de salud, y en especial el médico, deben conocer las recomendaciones de actividad física para la salud como parte esencial de su formación y actualización profesional.

Recomendar actividad física (AF) como forma de promover la salud, el bienestar y la calidad de vida de las personas debería ser parte de toda consulta médica, independiente de la especialidad. Pero muchas veces la falta de esta información en la formación profesional lleva a sentir inseguridad y en ocasiones el médico prefiere omitir esta recomendación al paciente por simple falta de conocimiento. ¿Pero ante toda la evidencia científica disponible no sería una falta a la ética, o inclusive negligencia, que el médico no recomiende AF al paciente como forma de promoción de salud?

Las recomendaciones de AF para la salud incluyen el tipo de actividad a ser indicada, la frecuencia, duración, intensidad y progresión. Y es ahí cuando aparecen las principales dudas del profesional de salud sobre ¿Cuál es la AF suficiente para mantener, recuperar o ganar salud? ¿Cuántos días a la semana? ¿Cuántos minutos por día? ¿A qué intensidad? ¿Cuántos pasos deben ser dados? ¿Qué tipo de actividad es la mejor? ¿Se deben indicar ejercicios de fuerza muscular? ¿Cómo se mide el nivel de AF del paciente?

El objetivo de este artículo es presentar las recomendaciones actuales de actividad física para la promoción de salud en el curso de vida.

CONCEPTOS CLAVE: SEDENTARISMO, ACTIVIDAD FÍSICA, EJERCICIO Y DEPORTE

Para que un profesional de salud conozca lo que debe recomendar a su paciente, lo primero que debe entender es la diferencia de conceptos ampliamente descritos en la literatura⁽¹⁾:

- Actividad física: cualquier movimiento corporal producido por músculos esqueléticos de forma voluntaria y que resulta en gasto energético mayor que el basal.

- Ejercicio físico: subcategoría de la actividad física planeada, estructurada y repetitiva con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física.
- Deporte: actividad estructurada, que busca competición o desempeño.
- Aptitud física: capacidad de realizar las actividades de la vida diaria sin perjuicio de la salud.
- Comportamiento sedentario: cualquier comportamiento de vigilia caracterizado por gasto energético $\leq 1,5$ MET mientras está sentado, recostado o acostado (1-MET [Unidad Metabólica]: gasto energético en reposo, que equivale a 1 kcal/kg de peso corporal/hora o 3,5 mL de consumo de oxígeno por kg de peso por minuto).

El comportamiento sedentario tiene un impacto negativo en la salud ya que el tiempo total de estar sentado durante el día está asociado a mayor riesgo de diversas enfermedades crónicas⁽²⁾. El riesgo de mortalidad, por todas las causas y por enfermedad cardiovascular (ECV), aumenta en forma significativa con 6 a 8 horas/día de tiempo sentado y de 3 a 4 h/día solo viendo televisión, independiente de la AF realizada⁽³⁾. A pesar de que la AF regular protege de los efectos adversos del tiempo sentado, esta protección solo vale hasta 6 horas de tiempo sentado, después de esto aún ajustado por el nivel de AF moderada cada hora de tiempo sentado aumenta en 4 % el riesgo de mortalidad.

Considerando estos aspectos, una persona puede ser “sedentaria”, por pasar más de 6-8 horas/día del tiempo sentado, y ser físicamente activa. Usando la terminología adecuada, si alguien no cumple la recomendación de AF no deberíamos decir que es “sedentario” y sí que es “físicamente inactivo” y la pregunta ideal en vez de ser: “¿haces deporte?”, sería “¿haces actividad física?”.

RECOMENDACIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD

La primera publicación de recomendación de AF para la salud la hicieron *el American College of Sports Medicine (ACSM)* y el *CDC de Atlanta* en 1995⁽⁴⁾ basados en las evidencias epidemiológicas disponibles e indicaba que: “Todo adulto debe acumular por lo menos 30 minutos de actividad física, de intensidad moderada, por lo menos 5 días de la semana, si es posible todos los días, de manera continua o acumulada”. Para ser activo bastaría gastar por lo menos 1.500 kcal/semana con actividades físicas como caminar o subir escaleras.

En 2007, el ACSM y la AHA (*American Heart Association*)⁽⁵⁾ actualizaron la recomendación simplificando el mensaje a: “un adulto debería acumular por lo menos 150 minutos de actividad moderada o 75 minutos de actividad vigorosa por semana”.

Existe una relación dosis–respuesta entre AF y los efectos benéficos para la salud; es decir, en la medida en que aumentamos el gasto energético con AF del estilo de vida, conseguimos más efectos benéficos. Las evidencias actuales muestran que no hay un umbral inferior para el efecto: alrededor de 70 % del beneficio obtenido se alcanza con 8,25 MET/h/sem (150 minutos caminando a 6 km/h) y no hay un umbral superior aparente para el efecto, así como no hay evidencia de aumento del riesgo con mayor cantidad de AF, y tampoco de la “mejor” cantidad de AF.

Realizar incluso solo 50 % de la recomendación (75 minutos de AF moderada por semana) parece ser sufi-

ciente para mejorar la condición física. No obstante, con esta dosis baja no siempre se mejoran los factores de riesgo cardiovasculares (presión arterial, perfil lipídico y peso corporal). Aun así, se encontró que solo 15 minutos por día (o 90 minutos por semana) de AF moderada podría tener beneficios para aumentar la expectativa de vida incluso para individuos con riesgos cardiovasculares. En resumen, en términos de AF algo es siempre mejor que nada, todo minuto cuenta, todo paso cuenta!

INTENSIDAD Y SESIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA

La intensidad de la AF es una variable esencial en la prescripción para mejorar parámetros específicos de salud o de condición física. Las Tablas 1 y 2 resumen los principales criterios y definiciones usadas para

Tabla 1. Clasificación de las actividades físicas de acuerdo con el gasto energético

Intensidad	MET*	Descripción
Sedentaria	< 1,6	Actividades que usualmente envuelven el sentarse o acostarse (inclinado) que tienen poco movimiento y promueven bajo requerimiento de energía.
Leve	1,6 a <3	Actividades aeróbicas que no causan un considerable cambio en la respiración. Es posible cantar mientras se realiza.
Moderada	3 a < 6	Actividades aeróbicas que pueden ser mantenidas sin perturbar la conversación, pero no es posible cantar.
Vigorosa	6 a < 9	Actividad aeróbica en la cual la conversación no puede ser mantenida sin interrupción, solo es posible decir algunas palabras.
Intensa	> 9	Intensidad que normalmente no puede ser mantenida por periodos más largos de 10 minutos.

*MET (Unidad Metabólica): gasto energético en reposo, que equivale a 1 kcal/kg de peso corporal/hora o 3,5 mL de consumo de oxígeno por kg de peso por minuto.

Tabla 2. Clasificación de la intensidad de la actividad física de acuerdo con diferentes criterios fisiológicos⁽¹⁾

Intensidad	$\dot{V}O_{2R}$ (%) FCR (%)	$\dot{V}O_{2máx}$ (%)	FCM (%)	PSE(6 - 20)	PSE(0 - 10)
Muy leve	< 30	< 37	< 57	< 9	< 1
Leve	30 - 39	37 - 45	57 - 63	9 - 11	1 - 2
Moderada	40 - 59	46 - 63	64 - 76	12 - 13	3 - 4
Vigorosa	60 - 89	64 - 90	77 - 95	14 - 17	5 - 6
Muy vigorosa	≥ 90	≥ 91	≥ 96	≥ 18	≥ 6
Máxima	100	100	100	20	10

* $\dot{V}O_{2R}$: consumo de oxígeno de reserva $\dot{V}O_{2máx}$: consumo máximo de oxígeno – FCM: frecuencia cardíaca máxima – FCR: frecuencia cardíaca reserva – PSE: percepción subjetiva de esfuerzo

categorizar cada intensidad. En el ámbito clínico, para explicarle al paciente el significado de cada intensidad, se puede decir que la AF moderada (AFM) es aquella que aumenta la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca y la temperatura corporal, pero permite mantener una conversación. Ejemplos comunes de AFM: caminar a 5 - 6 km/hora, u 80 - 100 metros por minuto, trote leve, pedalear, nadar, bailar, gimnasia aeróbica leve, jugar vóley recreativo, cargar pesos leves, hacer tareas domésticas, en el patio o en el jardín.

La AF de intensidad vigorosa (AFV) aumenta mucho más la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca y la temperatura corporal, sin permitir mantener una conversación fluida, solo decir algunas palabras. Ejemplos son correr, pedalear rápido, practicar deportes como fútbol, hacer *spinning*, hacer tareas domésticas pesadas, en el patio o cavar el jardín y cargar pesos elevados.

Dentro de las AFV un tipo de protocolo bastante citado en la literatura en los últimos años es el "HIIT" del inglés "*high-intensity interval training*" definido como episodios cortos de ejercicio de alta intensidad, separados por cortos periodos de recuperación a menor intensidad. A pesar de la gran variedad de protocolos descritos en la literatura con ejercicios aeróbicos (en bicicleta y *treadmill*) las evidencias científicas muestran que el HIIT puede mejorar factores de riesgo de enfermedad cardiometabólica (sensibilidad a la insulina, presión arterial y composición corporal) en adultos y sus resultados son comparables con los de los ejercicios aeróbicos continuos de intensidad moderada⁽⁶⁾. Incluso en parámetros como pérdida de grasa corporal los resultados son mejores para el HIIT (30 % más de pérdida) con la ventaja de requerir menor tiempo de entrenamiento⁽⁷⁾.

Otro concepto que interesa al profesional de salud al recomendar AF es la duración mínima de las sesiones en minutos para tener efecto sobre la salud. En las primeras recomendaciones de 1995 se postuló que eran necesarias sesiones mínimo de 10 minutos continuos para ofrecer beneficios a la salud. Sin embargo, hay evidencias de varios beneficios al realizar AF en sesiones de menos de 10 minutos, como mejor control de presión arterial, menor colesterol, mejor control de glucemia, menor incidencia de síndrome metabólico y de riesgo de ECV y de mortalidad por cualquier causa⁽⁸⁾.

Existen evidencias que personas que realizan 10 a 59 min/sem tienen 18 % menor riesgo de mortalidad comparado con los inactivos, y en los que hacen 1 - 2 veces la recomendación (150 a 299 min/sem) el riesgo es 31 % menor. Los beneficios han sido observados aún

en los que realizan más de 10 veces la recomendación mínima (≥ 1.500 min/sem)⁽⁹⁾. Por otra parte, datos de hombres adultos mayores que acumulaban 150 min/sem de AFM de forma esporádica mostraron 41 % menos riesgo de muerte, similar a los que acumulan los mismos 150 min/sem en sesiones de ≥ 10 min (42 %). Considerando que solo la minoría de los adultos mayores logra hacer más de 10 minutos de AFM, las sesiones más cortas son una alternativa interesante para cumplir la recomendación en esta población.

El mensaje es que la AF total sin importar la duración de la sesión, proporciona beneficios importantes para la salud⁽¹⁰⁾. Este hallazgo es extremadamente relevante en la práctica clínica al aconsejar a las personas sobre la forma de progresar para cumplir los 150 min/semana de actividad física moderada a vigorosa (AFMV), ya que promover episodios más cortos puede ser muy valioso para comenzar a ser activo en las personas muy inactivas, en adultos frágiles y los que están en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas⁽¹¹⁾.

OTRA NOVEDAD: ACTIVIDAD FÍSICA LEVE Y ESPONTÁNEA TAMBIÉN CUENTAN PARA LA SALUD

La actividad física espontánea y de mínima intensidad, descrito como "NEAT" (*non-exercise activity thermogenesis*) o "NEPA" ⁽¹²⁾ (*non-exercise physical activity*), caracteriza el gasto energético diario con el movimiento excluyendo el sueño, alimentación y práctica de ejercicios. Esas actividades se caracterizan por la constante mudanza postural: estar sentado (en vez de estar de pie), estar reclinado, estar de pie o moviéndose lentamente para realizar las tareas del cotidiano (caminatas por la oficina o al ir al trabajo). Esas acciones tienen su intensidad variando entre 1,1 a 3 MET. Así las "actividades espontáneas" repetidas a lo largo del día tendrían un grande efecto en el gasto energético total, en la tasa metabólica basal y en la salud^(13,14).

La AF leve, en inglés citada como "LIPA" (*light physical activity*), ha sido estudiada para conocer el impacto en la salud y mortalidad. El metaanálisis con 27 estudios experimentales y 45 observacionales⁽¹⁵⁾ mostró que sesiones cortas, pero frecuentes de AF leve (AFL) durante el día reducen la glucosa posprandial (-17,5 %) e insulina (-25 %) en comparación con estar sentado de forma continua, no obstante, las evidencias son muy limitadas en otros marcadores cardiometabólicos. El análisis de tres estudios de intervención con AFL > 150 min/semana, por 12 semanas, presentó reducción de

adiposidad y mejora de la presión arterial y perfil lipídico. Datos epidemiológicos⁽¹⁶⁾ evidencian que 30 min/día de AFL puede disminuir en 17 % la mortalidad total, similar a lo conseguido con 10 minutos de AFM. Los efectos de la AFL son entre dos y cuatro veces menores que para la misma cantidad de tiempo en AFM.

A pesar de las evidencias limitadas, la AF leve puede tener un papel importante en mejorar la salud cardio-metabólica y reducir el riesgo de mortalidad, en especial en personas muy inactivas, con discapacidad o que no logran hacer AF de mayor intensidad. La AFL puede ser una estrategia de motivación para comenzar un programa de AF regular de intensidad moderada a vigorosa en los pacientes ya que la AFL puede ser más fácilmente incluida en la vida diaria:

- Casa: servicios domésticos.
- Trabajo: caminar al trabajo, subir y bajar escaleras, estar de pie en algunos momentos del día, caminar en los intervalos u horario de almuerzo.
- Transporte: caminar o pedalear, parquear el carro más lejos, bajar dos paraderos antes del transporte público.

RECOMENDACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA EXCESO DE PESO Y OBESIDAD

A diferencia de las recomendaciones para la salud, en el caso del exceso de peso y obesidad, el *American College of Sport Medicine* ⁽¹⁷⁾ recomienda mínimo 200 a 300 min/semana AF de intensidad moderada a vigorosa.

Las evidencias apuntan que la práctica de AF de intensidad moderada entre 150 y 250 min por semana parece ser eficaz para evitar el aumento de peso. Mayores cantidades de AF (>300 min/semana) han sido asociadas a pérdida de peso clínicamente significa-

tiva. Estudios transversales y prospectivos indican que después de la pérdida de peso, el mantenimiento del peso es mejorado con más de 250 min/sem.

Los puntos claves en la recomendación de AF para el control del peso corporal son⁽¹⁸⁾:

1. Adultos con exceso de peso y obesidad deben progresar hasta alcanzar mínimo 250 a 300 min/semana o 50 – 60 minutos de AF moderada en 5 días a la semana.
2. Para la pérdida de peso o mantener el peso perdido puede ser necesaria una progresión hasta 60 – 90 minutos/día de AFM.
3. Para prevenir el aumento de peso, la AF regular es crítica, con mínimo 45 a 60 minutos diarios.
4. Para perder peso, la AF sola no es suficiente y trae resultados modestos.
5. Adicionar ejercicios de fuerza muscular puede prevenir la pérdida de masa magra, mejorar la fuerza muscular y la función física. Lo que está asociado a reducciones en el riesgo a la salud incluso sin haber pérdida de peso.

En la Tabla 3 se resumen los criterios de recomendación de actividad física de acuerdo con el objetivo.

En revisión sistemática sobre AF y aumento de peso o desarrollo de la obesidad ⁽¹⁹⁾ se concluyó que mayor cantidad de AF se asocia a menor aumento de peso en adultos. A pesar de que existe poca evidencia de la relación dosis - respuesta y el riesgo de aumento de peso, esta parece ser más pronunciada con AFMV (≥ 3 MET) y >150 min/sem. El efecto disminuye con la edad y no parece variar según el sexo. Caminar no está asociado consistentemente con el cambio de peso o IMC, o prevenir su aumento, y serían necesarios más de 10.000 pasos para algún efecto. No hay pruebas de

Tabla 3. Recomendación de actividad física para la promoción de la salud y para el control del peso corporal

Variable	Objetivo			
	Beneficios para salud		Prevenir obesidad o aumento de peso	Mantener pérdida de peso
Intensidad	Moderada	Vigorosa	Moderada/Vigorosa	Moderada/Vigorosa
Frecuencia (días/semana)	5 a 7	3	5 a 7	7
Duración (minutos/día)	≥ 30	≥ 25	45 a 60	60 a 90
Total (minutos/ semana)	150 a 300	75 a 150	> 300	> 300 - 500

la asociación de AFL (< 3 MET) con la atenuación del aumento de peso en adultos.

La evidencia científica apoya que la AF es efectiva para prevenir o minimizar el aumento de peso en adultos, y por tanto, debe ser incluida en todas las políticas o programas destinados al control saludable del peso corporal.

RECOMENDACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN PASOS

La recomendación de AF usando el número de pasos diarios es una estrategia muy eficiente para el estímulo de una vida más activa, en especial cuando la mayoría de los celulares inteligentes traen una forma de medirlos en tiempo real. La indicación mundialmente divulgada de 10.000 pasos al día se aplica para adultos con apariencia saludable y sin dificultades de locomoción y significa caminar un poco más de 60 minutos, que equivale a un gasto de 300 a 400 kcal. Caminar 30 minutos son alrededor de 3.800 a 4.000 pasos, con un gasto de 150 kcal.

La recomendación de acumular 10.000 pasos diarios no debería ser la meta inicial para la mayoría de las personas, una vez que los datos poblacionales muestran que en media las personas dan solo 5.000 a 6.000 pasos diarios. Así doblar el número de pasos de una hora para otra no es la mejor alternativa de intervención, aún más cuando se trabaja con personas con exceso de peso, enfermedades crónicas o limitaciones funcionales. La mejor alternativa es crear metas reales junto con el paciente, para aumentar gradualmente el número de pasos, como puede ser aumentar cada 3 - 4 semanas de 10 % a 20 % el número de pasos del valor inicial, lo que facilita la adherencia y el cumplimiento de metas, y mejora la motivación. Así, si un paciente camina en promedio 2.000 pasos diarios su meta será cumplir 2.200 a 2.400 con incrementos de 200 a 400 pasos por semana, dependiendo de su condición e interés.

Hay evidencias científicas⁽¹⁶⁾ que pocos pasos diarios contribuyen a reducir el riesgo de enfermedad: 1.000 pasos/día disminuyen 15 %, aunque con menos impacto que AF moderada a vigorosa. En mujeres adultas mayores el riesgo de muerte fue 41 % menor solo con 4.400 pasos/día y llegó a 58 % menos en las que lograban 8.400 pasos, sin importar la cadencia⁽²⁰⁾. No queda claro cuántos pasos proporcionan el óptimo beneficio de salud para la población general y para pacientes con enfermedades preexistentes. Se estima que 3.000 a 6.000 pasos diarios de AF estructurada

más la «actividad espontánea» de 2.500 a 5.000 pasos, podría ser un objetivo de salud pública para contrarrestar los efectos negativos en salud del aumento del tiempo sedentario⁽²¹⁾.

Las recomendaciones de pasos diarios para la promoción de la salud de acuerdo con la edad se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Recomendación de actividad física para la promoción de la salud en pasos de acuerdo con la edad cronológica

Niños	13.000
Adultos	> 7.500
Adultos con exceso de peso/obesidad	12.000 - 15.000
Adulto mayor inactivo	7.100 - 8.000
Adulto mayor inactivo con limitación física o enfermedad crónica	4.600 - 5.500

Los pasos son una alternativa práctica y objetiva para el paciente a cualquier edad y en cualquier nivel de condición física ya que pueden ser monitorizados por él y servir de estímulo diario para cumplir la meta. Lo ideal nunca ir a dormir sin haber dado al menos 5.000 pasos en el día.

ACTUALIZACIÓN DE LAS GUÍAS DE ACTIVIDAD FÍSICA

En noviembre de 2018 la revista JAMA⁽²²⁾ y el Departamento de Salud de los Estados Unidos⁽²³⁾, después de dos años de revisión estructurada por 17 miembros de las guías de 2008, publicaron las nuevas guías de AF.

El comité incluyó dos temas no abordados en 2008: comportamiento sedentario e intervenciones para promover la actividad física regular y agregó evidencias de beneficios en áreas en las que había información limitada o nula: menores de 6 años, cerebro y cognición, prevención y supervivencia del cáncer e individuos con condiciones crónicas.

Las principales actualizaciones fueron:

1. Incluir recomendaciones de AF para preescolares, embarazadas, adultos mayores, adultos con condiciones clínicas crónicas y discapacidad.
2. Aumentar la recomendación mínima de AF a 150 - 300 minutos/semana AF moderada o 75 a 150 minutos/semana de vigorosa.
3. Disminuir la cantidad mínima de AF a < 10 min por sesión

4. Incluir ejercicios de fortalecimiento muscular al menos dos días.

La inclusión de fuerza muscular es un cambio de paradigma importante en términos de salud ya que durante muchas décadas se dio mucha más atención a las AF aeróbicas que a la fuerza muscular como parámetro de salud. Sin embargo, las evidencias científicas son contundentes con relación a la importancia de la fuerza muscular para la salud de niños y adolescentes⁽²⁴⁾ y del adulto con impactos significativos en morbilidad y mortalidad. La recomendación de ejercicios de fuerza muscular dos días a la semana es viable para la mayoría de las personas, ya que estos pueden ser hechos con el propio cuerpo, con pesos alternativos o con equipamientos (bandas elásticas, mancuernas, gimnasio). Aunque es evidente que frecuencias de entrenamiento más altas resultan en mayor ganancia de fuerza muscular⁽²⁵⁾.

¿Cuál es la aplicación clínica de esta evidencia?: a todo paciente de cualquier edad se le debería medir la fuerza muscular como parte de la evaluación de factores de riesgo y recomendar hacer ejercicios de fortalecimiento muscular.

Los puntos destacados⁽²⁶⁾ de estas nuevas guías son:

- El nuevo paradigma en la duración mínima de las sesiones tiene un impacto importante en salud pública ya que sugiere que la AF, independientemente de la duración, puede tener efectos benéficos para la salud, en especial para el paciente que no quiere o no puede hacer sesiones de más de 10 minutos de AFM. También es un estímulo importante a mensajes como subir escaleras, estacionar más lejos y caminar siempre que sea posible.
- Debido a las evidencias de disminución de mortalidad por todas las causas y por ECV (aterosclerótica, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular isquémico y falla cardíaca) se aumentó la cantidad mínima de AFMV, aunque los resultados ya son evidentes inclusive con un tercio de la recomendación⁽²⁷⁾.
- Cumplir con las guías de 2008 de media hora al día, reduce el riesgo de mortalidad por todas las causas a alrededor de 75 % del máximo beneficio.
- Algo de AFM es mejor que nada.
- Más AFM reduce aún más el riesgo.
- No hay evidencia de aumento del riesgo con volumen de 3 a 5 veces la recomendación actual de AFMV.

Las nuevas recomendaciones de AF para la salud están resumidas en la Tabla 5. Durante los últimos años tam-

bién se han publicado guías y consensos de AF para grupos como niños⁽²⁸⁾, pacientes con diabetes^(29,30), adultos mayores⁽³¹⁾ y adultos institucionalizados⁽³²⁾.

RECOMENDACIONES PARA "FITNESS"

Las recomendaciones de AF descritas son poblacionales y desde una perspectiva de salud pública, y no con foco en el desempeño físico o el rendimiento deportivo. Sin embargo, la prescripción del ejercicio físico es fundamental para mejorar, mantener o recuperar variables importantes de la condición física (*fitness*) relacionadas con la salud como la potencia aeróbica (consumo máximo de oxígeno) y la fuerza muscular.

Para esta prescripción individualizada del ejercicio es necesaria una orientación profesional especializada de acuerdo con la edad, nivel de AF, aptitud física, condición clínica, factores de riesgo, intereses, habilidades, recursos, objetivos, equipamientos y facilidades. El ACSM publica de manera regular⁽³³⁾ las recomendaciones de ejercicio para desarrollar y mantener el *fitness* cardiorrespiratorio, musculoesquelético y neuromotor de adultos aparentemente saludables que están resumidas en la Tabla 6. Esto sería parte de la progresión de un *continuum* de salir de un estilo de vida activa, a acumular AF leve, después AF moderada y finalmente implementar un plan regular de ejercicio físico para mejorar la aptitud física.

APLICACIÓN CLÍNICA: ¿QUÉ LE RECOMIENDO A MI PACIENTE?

De la evidencia epidemiológica de varias décadas⁽³⁴⁾ que ilustra la importancia del comportamiento sedentario, el nivel de AF y el *fitness* cardiorrespiratorio en la salud y el riesgo de muerte prematura, surge uno de los mensajes más valiosos en promoción de salud: "SIÉNTESE MENOS, MUÉVASE MÁS Y HAGA EJERCICIO". Este mensaje tan sencillo, que transforma la teoría en práctica, fue tan importante que la gran empresa de celulares la colocó en su *App* de salud a millones de usuarios en todo el mundo.

En la práctica clínica la evidencia apoya la efectividad y viabilidad de las estrategias de promoción de AF ya que ayuda a mejorar los resultados clínicos de los pacientes y a reducir el uso y los costos de la atención médica⁽³⁵⁾.

El mensaje general de estilo de vida para promoción de salud es:

1. Siéntese menos: no permanezca mucho tiempo continuo sentado, levántese el mayor número de veces al día.

Tabla 5. Recomendaciones actuales de actividad física para la salud de acuerdo con la edad y la condición clínica^(22,23)

Grupo	Recomendación actividad física
Pre escolar (3 - 5 años)	- Niños deben ser físicamente activos durante el día para el adecuado crecimiento y desarrollo. Ideal 180 minutos/día.
Niños y adolescentes (6 - 17 años)	- Aeróbico: > 60 minutos/día AF moderada a vigorosa (AFMV) y deben ser AFV al menos 3 días/semana - Fortalecimiento muscular: debe incluirse al menos 3 días/semana - Fortalecimiento óseo: debe incluirse al menos 3 días/semana
Adultos	- Sentarse menos durante el día y moverse más - Actividad física aeróbica: - 150 – 300 minutos/semana intensidad moderada - 75 – 150 minutos/semana intensidad vigorosa - Actividades de fortalecimiento muscular: al menos 2 días/semana, intensidad moderada a vigorosa, de grandes grupos musculares
Adultos mayores 60 años	- Incluir AF multicomponente: aeróbico, fuerza muscular y balance - Seguir las mismas recomendaciones del adulto - Determinar el nivel de esfuerzo de acuerdo con su condición física - Adultos con enfermedad crónica no transmisible (ECNT) deben conocer si la condición afecta la habilidad para hacer AF segura - En caso de que no puedan hacer 150 min/semana de AFM, deben ser tan activos como sea posible
Adultos con condiciones crónicas de salud o adultos con discapacidad	- Realizar 150 – 300 minutos/semana AFM o 75 minutos/semana AFV o combinación de acuerdo con su capacidad - Ejercicios de fortalecimiento muscular de grandes grupos musculares 2 días/semana o más - En caso de que no puedan alcanzar la recomendación, deben hacer AF de acuerdo con habilidades y evitar la inactividad - Adultos con condiciones crónicas o síntomas deben ser referidos al profesional de salud o especialista en AF para determinar la actividad física apropiada según la habilidad y condiciones
Embarazo y posparto	- Deben realizar al menos 150 minutos/semana de AFM en embarazo y posparto - Mujeres que hacían AFV pueden seguir haciendo - Debe haber seguimiento del profesional de salud para ajustar AF durante embarazo y en el posparto.

2. Muévase más: camine más de 7.500 pasos/día. Evite dar menos de 5.000 pasos/día⁽³⁶⁾.
3. Haga ejercicio: incluya ejercicios de fuerza muscular mínimo dos días a la semana⁽³⁷⁾.

El programa “*Exercise is Medicine*” lanzado como estrategia mundial por el *American College of Sports Medicine* en 2010⁽³⁸⁻⁴⁰⁾ recomienda que el profesional de salud utilice de 1 a 3 minutos de su consulta para:

1. Medir el nivel de AF del paciente

Igual como si fuera otro signo vital, antes o durante la consulta:

- a. “En una semana típica ¿Cuántos días a la semana hace actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa (caminar a paso ligero, trotar, correr, pedalear, nadar)

- b. ¿Cuántos minutos por día hace este ejercicio?
- c. Multiplicar a x b para obtener el total de minutos por semana.

Ideal medir la presión manual (dinamometría), la fuerza muscular de brazos (flexión de brazo) o piernas (levantarse de la silla) y la velocidad de caminar (en los adultos mayores de 60 años).

2. Escribir la recomendación de AF al paciente

Explicar brevemente los beneficios de acumular al menos 30 minutos diarios de AF de intensidad moderada. Fomentar el registro de AF diaria (dispositivo móvil, papel, *App*). Motivar al paciente, ayudarlo a superar barreras y reconocer logros.

Es esencial intervenir en un “Modelo Paso a Paso”: comenzar a sustituir minutos de tiempo sentado por

Tabla 6. Recomendaciones de ejercicio físico para desarrollar y mantener la condición física cardiorrespiratoria, muscular y neuromotora de adultos⁽³³⁾

Variable	Aeróbico	*	Fuerza Muscular	*	Flexibilidad	*	Neuromotor	*
Frecuencia	3 - 5 días/sem (5 moderada) (3 vigorosa)	A	2 - 3 días/sem	A	2 - 3 días/sem	B	2 - 3 días/sem	B
Intensidad	Moderada a Vigorosa	A	60 % - 80 % 1-RM	A	Estirar hasta el punto de discomfort	C	No existe	B
Tiempo	30 - 60 min/día (moderada) 20 - 60 min/día (vigorosa)	A	Repeticiones: 8 - 12 Series: 2 - 4 Intervalo: 2 - 3 min entre series	A	10 - 30 seg	C	20 - 30 min/día	B
Tipo	Involucre mayores grupos musculares continuo y rítmico	A	Ejercicios de resistencia con el cuerpo o equipamientos	A	Bandas elásticas y sin carga de peso	B	Balance Agilidad Coordinación <i>Tai Chi</i> Yoga	D
Volumen	> 500 - 1.000 MET/ min/sem > 2.000 - 7.000 pasos/día	C B	Mínimo 48 horas entre sesiones	A	60 segundos para cada ejercicio	B	No se sabe	-

*Nivel de evidencia: categoría A a D.

algunos minutos de AF leve en las actividades de la vida diaria es una buena alternativa para tener algún beneficio en salud ya que no requiere un gran nivel de condición física ni de habilidades. Las personas que hacen AF de forma irregular deben ser estimuladas a cumplir la recomendación mínima para la salud de preferencia diariamente. Siempre recordando al paciente que más minutos y más intensidad traen más beneficios para la salud: algo es mejor que nada y más es mejor que menos!

CONCLUSIONES

La actividad física debe hacer parte de la vida de cualquier ser humano en cualquier etapa de la vida. Debe ser un hábito como comer, dormir, o lavarse los dientes. Como médicos o profesionales de salud tenemos la obligación ética de recomendar AF que es el mejor remedio para vivir más, mejor y más feliz.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Tenth edition. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health, 2018.
2. Katzmarzyk PT, Powell KE, Jakicic JM, Troiano RP, Piercy K, Tennant B, et al. Sedentary behavior and health: update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(6):1227-41.
3. Patterson R, McNamara E, Tainio M, de Sá TH, Smith AD, Sharp SJ, et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *Eur J Epidemiol.* 2018;33(9):811-29.
4. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.* 1995;273(5):402-7.

5. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1423-34.
6. Campbell WW, Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Jakicic JM, et al. High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(6):1220–6.
7. Viana RB, Naves JPA, Coswig VS, de Lira CAB, Steele J, Fisher JP, et al. Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *Br J Sports Med.* 2019;53(10):655–64.
8. Jakicic JM, Kraus WE, Powell KE, Campbell WW, Janz KF, Troiano RP, et al. Association between bout duration of physical activity and health: systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(6):1213–9.
9. Zhao M, Veeranki SP, Li S, Steffen M, Xi B. Beneficial associations of low and large doses of leisure time physical activity with all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: a national cohort study of 88,140 US adults. *Br J Sports Med.* 2019. pii:bjports-2018-099254
10. Glazer NL, Lyass A, Eslinger DW, Blease SJ, Freedson PS, Massaro JM, et al. Sustained and shorter bouts of physical activity are related to cardiovascular health. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(1):109-15.
11. Saint-Maurice PF, Troiano RP, Matthews CE, Kraus WE. Moderate-to-vigorous physical activity and all-cause mortality: do bouts matter? *J Am Heart Assoc.* 2018;7(6): pii: e007678.
12. Villablanca PA, Alegria JR, Mookadam F, Holmes DR, Wright RS, Levine JA. Nonexercise Activity Thermogenesis in Obesity Management. *Mayo Clin Proc.* 2015;90(4):509-19.
13. Ekblom-Bak E, Ekblom B, Vikström M, de Faire U, Hellénus M. The importance of non-exercise physical activity for cardiovascular health and longevity. *Br J Sports Med.* 2014;48(3):233-8.
14. Ravussin E. Physiology. A NEAT way to control weight? *Science.* 2005; 307(5709):530-1.
15. Chastin SFM, De Craemer M, De Cocker K, Powell L, Van Cauwenberg J, Dall P, et al. How does light-intensity physical activity associate with adult cardiometabolic health and mortality? Systematic review with meta-analysis of experimental and observational studies. *Br J Sports Med.* 2019;53(6):370–6.
16. Jefferis BJ, Parsons TJ, Sartini C, Ash S, Lennon LT, Papacosta O, et al. Objectively measured physical activity, sedentary behaviour and all-cause mortality in older men: does volume of activity matter more than pattern of accumulation? *Br J Sports Med.* 2018;0:1–8.
17. Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(12):2145-56.
18. Saris WH, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PS, Di Pietro L, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev.* 2003; 4(2):101-14.
19. Jakicic JM, Powell KE, Campbell WW, Dipietro L, Pate RR, Pescatello LS, et al. Physical activity and the prevention of weight gain in adults: a systematic review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2019;51(6):1262–9.
20. Lee IM, Shiroma EJ, Kamada M, Bassett DR, Matthews CE, Buring JE. Association of step volume and intensity with all-cause mortality in older women. *JAMA Intern Med.* 2019;179(8):1105-1112. doi:10.1001/jamainternmed.2019.0899
21. Kraus WE, Janz KF, Powell KE, Campbell WW, Jakicic JM, Troiano RP, et al. Daily step counts for measuring physical activity exposure and its relation to health. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(6):1206–12.
22. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for americans. *JAMA.* 2018;320(19):2020-8.
23. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for americans [Internet]. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018. [Fecha de consulta: 1 de junio 2019]. Disponible en: https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf
24. García-Hermoso A, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Is muscular fitness associated with future health benefits in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Sports Med.* 2019;49(7):1079-94.
25. Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, Lazinica B, Krieger JW, Pedisic Z. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2018;48(5):1207-20.
26. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity guidelines Advisory Committee Scientific Report [Internet]. Washington, DC: Department of Health and Human Services; 2018. [Fecha de consulta: 1 de junio 2019]. Disponible en: https://health.gov/paguidelines/second-edition/report/pdf/PAG_Advisory_Committee_Report.pdf
27. Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Campbell WW, Jakicic JM, et al. Physical activity, all-cause and cardiovascular mortality, and cardiovascular disease. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(6):1270–81.
28. Bangsbo J, Krstrup P, Duda J, Hillman C, Andersen LB, Weiss M, et al. The Copenhagen Consensus Conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *Br J Sports Med.* 2016;50(19):1177-8.
29. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016;39(11):2065–79.

30. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017;5(5):377-90.
31. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
32. de Souto Barreto P, Morley JE, Chodzko-Zajko W, H Pitkala K, Weening-Dijksterhuis E, Rodriguez-Mañas L, et al. Recommendations on physical activity and exercise for older adults living in long-term care facilities: a taskforce report. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(5):381-92.
33. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
34. Bouchard C, Blair SN, Katzmarzyk PT. Less sitting, more Physical activity, or higher fitness? *Mayo Clin Proc.* 2015;90(11):1533-40.
35. Lobelo F, Rohm Young D, Sallis R, Garber MD, Billinger SA, Duperly J, et al. Routine assessment and promotion of physical activity in healthcare settings. A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2018;137(18):e495-e522.
36. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, et al. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:79.
37. Bennie JA, Lee DC, Khan A, Wiesner GH, Bauman AE, Stamatakis E, et al. Muscle-strengthening exercise among 397,423 U.S. adults: prevalence, correlates, and associations with health conditions. *Am J Prev Med.* 2018;55(6):864-74.
38. Berra K, Rippe J, Manson JE. Making physical activity counseling a priority in clinical practice: the time for action is now. *JAMA.* 2015;314(24):2617-8.
39. Bowen PG, Mankowski RT, Harper SA, Buford TW. Exercise is medicine as a vital sign: challenges and opportunities. *Transl J Am Coll Sports Med.* 2019;4(1):1-7.
40. Exercise is Medicine®. A global health initiative managed by the American College of Sports Medicine [Internet]. Indianapolis: American College of Sports Medicine; 2019. [Fecha de consulta: 1 de agosto 2019]. Disponible en <https://www.exerciseismedicine.org/latinamerica/>



Actividad física, ejercicio y nutrición en niños y adolescentes

Physical activity, exercise and nutrition in children and adolescents

Atividade física, exercício e nutrição em crianças e adolescentes

Pablo Rosselli^{1*}, Harold Arévalo²

Recibido: 30 de mayo de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.007>

Resumen

Una actividad física adecuada y una nutrición balanceada son fundamentales para el buen desarrollo físico y mental de niños y adolescentes. Infortunadamente, el estilo de vida actual induce al sedentarismo y a los malos hábitos alimentarios. Esto se traduce en sobrepeso y aumento del riesgo de adquirir enfermedades crónicas no transmisibles que pueden acortar la expectativa de vida. Aunque existen políticas de salud pública eficientes para disminuir la carga en los sistemas de salud, aún queda mucho por hacer para contrarrestar esta epidemia de sedentarismo y de mala nutrición que producen millones de muertes al año.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) da unas recomendaciones sobre la intensidad, duración, frecuencia y tipo de ejercicio que deben hacer los niños de acuerdo con su edad con el fin de lograr una adecuada salud mental, ósea, muscular y metabólica.

Palabras clave: actividad física, ejercicio, sobrepeso, nutrición balanceada, enfermedades crónicas no transmisibles

Summary

A balanced nutrition and intense physical activities are necessary for the normal development of children and adolescents. Unfortunately, current lifestyle generates sedentary life and unhealthy nutrition. These two produce overweight and an increased risk of acquiring chronic non-communicable diseases which in the long term create illness and shorten lifespan. Although certain public policies are efficient to reduce the burden of sedentary habits and malnutrition, there is still much to do in order to reduce the epidemics of unhealthy life habits responsible of millions of deaths each year.

World health organization gives recommendations for the necessary physical activity needed in different ages in order to obtain an adequate health.

Keywords: physical activity, exercise, overweight, balanced nutrition, chronic non-communicable diseases.

Resumo

A atividade física adequada e a nutrição equilibrado são essenciais para o bom desenvolvimento físico e mental de crianças e adolescentes. Infelizmente, o estilo de vida atual induz o sedentarismo e a maus hábitos alimentares. Isso se traduz em excesso de peso e aumento do risco de adquirir doenças crônicas não transmissíveis que podem reduzir a expectativa de vida. Embora existam políticas de saúde pública eficientes para diminuir o ônus sobre os sistemas de saúde, ainda há muito a ser feito para combater essa epidemia de sedentarismo e má nutrição que produzem milhões de mortes por ano.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) dá recomendações sobre a intensidade¹, duração, frequência e tipo de exercício que as crianças devem fazer de acordo com a sua idade, a fim de alcançar uma saúde mental ósea, muscular e metabólica adequadas.

Palavras-chave: atividade física, exercício, excesso de peso, nutrição balanceada, doenças crônicas não transmissíveis.

1. Fundación Cardioinfantil, Bogotá, D.C., Colombia.

2. Medicina del Deporte, Universidad El Bosque, Bogotá, D. C., Colombia.

Correspondencia: *Pablo Rosselli
dr.rosselli@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los efectos benéficos del ejercicio físico y una nutrición adecuada en la salud de niños y adolescentes son innegables. El balance entre estos dos garantiza una homeostasis de los diferentes sistemas corporales encargados del crecimiento, neuro desarrollo y maduración de la personalidad. Infortunadamente, el mundo moderno es sedentario y se alimenta mal. Esto ha dado origen a una serie de enfermedades en donde se incluyen el sobrepeso y la obesidad que aumentan el costo de la salud y acorta la expectativa de vida.

Si los especialistas encargados de la nutrición de niños y adolescentes, y los demás profesionales del área de la salud competentes no toman medidas en el asunto, nuestro país seguirá el rumbo de otros que han perdido la batalla contra el sedentarismo y la mala nutrición.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El 40 % del peso corporal de hombres y mujeres está constituido por músculo. Esta conformación no es producto del azar, sino el resultado de un proceso evolutivo de miles de años de una especie diseñada para moverse. El movimiento trae consigo efectos benéficos sobre prácticamente todos los sistemas corporales que se resumen en la tabla 1. Sin embargo, hay un dato sobre-cogedor y preocupante: hace 100 años el ser humano consumía 80 % de las calorías ingeridas en ejercicio físico, hoy solo gasta 5 %⁽¹⁾. Este cambio en el balance energético que altera la composición corporal es producto de varios factores.

Para empezar, los vertiginosos avances tecnológicos de las últimas décadas han hecho que hombres y mujeres se entretengan y se comuniquen desde la perversa

comodidad de su hogar. La televisión, los teléfonos móviles y demás dispositivos electrónicos invitan a la inmovilidad y a la reclusión en espacios reducidos. En algunos casos, el contacto con la tecnología empieza desde edades tan tempranas como el año de edad; el uso de estos aparatos por muchas horas al día crea adicción y trastornos del comportamiento y, lo más grave, impiden que el niño se ejercite. A su vez, puede generar alteración del sueño, otro elemento fundamental para el normal desarrollo del niño y el adolescente.

Si a esto se le suma el hecho de que en la mayor parte de la gente vive en ciudades contaminadas, inseguras y con problemas de movilidad el panorama se hace más desalentador. Nunca antes en la historia de la humanidad el hombre había sido tan sedentario, y las dietas tan abundantes, pobres en micronutrientes y vitaminas y a la vez ricas en grasas saturadas. La combinación mortal de sedentarismo y malnutrición da origen a los desórdenes que se conocen como enfermedades crónicas no transmisibles (hipertensión arterial, diabetes tipo 2, cáncer) en donde se incluyen además el sobrepeso y la obesidad. Se calcula que en 2010 habían 42 millones de niños con sobrepeso en el mundo, de los cuales 35 millones vivían en países en vías de desarrollo⁽²⁾. El problema es de tal dimensión, que la expectativa de vida de hombres y mujeres en muchos países del mundo se ha reducido.

Para que las intervenciones en salud pública sean eficientes y se logre mejorar la actividad física de los niños se debe trabajar en varios frentes: la atención primaria en salud, los medios de comunicación, la comunidad, el colegio y las políticas medioambientales (figura 1). Un ejemplo de esta última es la ciclovía en la ciudad de Bogotá los días festivos en la que se promueve el ejercicio de manera divertida, sociable, diversa y motivante, y ha demostrado ser sostenible a través de los años^(3,4).

Tabla 1. Efectos benéficos del ejercicio. Tomado de Rosselli Cock P⁽³⁾.

Fisiológicos	Psicológicos, académicos y sociales
Mejora el movimiento coordinado y la velocidad de reacción.	Disminuye el estrés, la ansiedad y la depresión.
Favorece el crecimiento de los huesos y músculos y mejora la densidad mineral ósea.	Ayuda a superar la timidez y mejora la autoestima.
Mejora los niveles de glucosa y colesterol en sangre.	Frena impulsos excesivos y mejora la calidad del sueño.
Disminuye la adiposidad central y total.	Enriquece el lenguaje verbal y escrito, así como el desempeño escolar.
Incrementa la capacidad aeróbica.	Crea hábitos y disciplina.
Mejora la postura.	Fomenta el trabajo grupal por encima del individualismo.
Fortalece el sistema inmune.	Les hará reconocer, aceptar y respetar que existe alguien que sabe más que ellos.



Figura 1. Elementos en la promoción de la actividad física en niños y adolescentes. Tomado de Rosselli Cock P⁽³⁾.

El *pensum* escolar de educación física y ejercicio de la mayoría de instituciones educativas, no solo en Colombia sino en otros países del mundo, es insuficiente. Con la falsa convicción de que se debe hacer énfasis en el aprendizaje de las materias tradicionales, relegan a un nivel secundario la actividad física el ejercicio y el deporte. Es este un enfoque desacertado. Muchas publicaciones coinciden en resaltar la importancia del movimiento en el aprendizaje, la cognición y el desarrollo de la memoria.

La dieta del niño que se ejercita ha de suplir la energía y los nutrientes suficientes para reponer las pérdidas de glucógeno hepático y muscular, garantizar el crecimiento, mantener una adecuada composición corporal y proveer los macronutrientes y micronutrientes necesarios⁽³⁾.

Y no solo hay que pensar en el niño sano. También deben incluirse los niños con condiciones especiales. En la medida en que mejoran las condiciones de vida de los niños sanos, también mejoran las de los niños con ciertas circunstancias especiales. Con el paso de los años mejora la sobrevivencia de niños, con síndrome de *Down*, parálisis cerebral y otras situaciones de discapacidad que también merecen atención en cuanto a las recomendaciones nutricionales y de ejercicio⁽³⁾.

RECOMENDACIONES GENERALES DE ACTIVIDAD FÍSICA Y NUTRICIÓN

En el ámbito mundial existen diferentes recomendaciones de tiempo estimado para realizar actividad física en los niños que supera el de la población adulta. Este

tiempo, que en promedio es de entre 90 a 120 minutos diarios de actividad física estructurada (con seguimiento, orden y desarrollo), suele incumplirse.

La Organización Mundial de la Salud emitió recientemente unas nuevas recomendaciones para los menores de 5 años. En los mayores se siguen las mismas recomendaciones formuladas por esa misma entidad en 2010:

Los lactantes (menores de un año)

- Deben estar físicamente activos varias veces al día de diferentes formas, al menos 30 minutos en posición prona, repartidos a lo largo del día mientras estén despiertos⁽⁵⁾.
- No deben permanecer sujetos durante más de una hora seguida (carritos, coche, sillas), no se recomienda que pasen tiempo frente a pantallas. En momentos de inactividad se recomienda que un cuidador les lea o cuente cuentos⁽⁵⁾.
- Deben tener de 14 a 17 horas (0 a 3 meses de edad) o de 12 a 16 horas (4 a 11 meses de edad) de sueño de buena calidad⁽⁵⁾.

Los niños de 1 a 2 años

- Deben pasar por lo menos 180 minutos realizando diversos tipos de actividad física de cualquier intensidad a lo largo del día⁽⁵⁾.
- No deben permanecer sujetos durante más de una hora seguida, ni permanecer sentados durante periodos largos de tiempo. No se recomienda que niños de 1 año pasen tiempo en actividades sedentarias ante una pantalla. Para los niños de 2 años, el tiempo dedicado a actividades sedentarias frente a una pantalla no debe exceder 60 minutos; cuanto menos mejor⁽⁵⁾.
- Deben tener de 11 a 14 horas de sueño de buena calidad⁽⁵⁾.

Los niños de 3 a 4 años

- Deben pasar por lo menos 180 minutos realizando diversos tipos de actividad física de cualquier intensidad a lo largo del día. Incluido al menos 60 minutos de actividades físicas de intensidad moderada a elevada⁽⁵⁾.
- No deben permanecer sujetos durante más de una hora seguida, ni permanecer sentados durante periodos largos de tiempo. El tiempo dedicado a actividades sedentarias frente a una pantalla no debe exceder 60 minutos; cuanto menos mejor⁽⁵⁾.

- Deben tener de 10 a 13 horas de sueño de buena calidad⁽⁵⁾.

Los niños de 5 a 17 años

Deben hacer actividad física vigorosa y actividades de alta intensidad entre una y tres horas al día. Este es el tiempo apropiado para un adecuado gasto energético, para una buena maduración metabólica (6 - 8 Kcal/Kg/ día). Aquí se deben incorporar actividades que promuevan el fortalecimiento muscular y óseo por lo menos tres veces por semana. Se debe trabajar en flexibilidad, coordinación, velocidad de reacción y resaltar que hacia los 15 años se presenta un descenso en el tiempo que los adolescentes dedican a actividades físicas de entre moderada y vigorosa intensidad⁽³⁾.

La actividad física en niños y adolescentes deberá estar acorde con sus procesos fisiológicos de madurez y adaptación. Un error que se comete en algunos lugares de formación en deporte, es la mezcla de diferentes edades y capacidades funcionales bajo una misma intensidad o exigencia deportiva. Por esta razón, el deporte de alto rendimiento infantil no es lo ideal, mensaje que debería cambiar en padres, entrenadores y formadores. El ejercicio y el deporte en este grupo etario debe verse como una herramienta en el desarrollo psicosocial y neurológico^(1,3).

La composición corporal del niño se debe tener en cuenta en la práctica de la actividad física y el ejercicio. El peso corporal es el resultado del peso de todos los tejidos corporales, que se dividen en dos grandes grupos: masa libre de grasa (FFM, por su sigla en inglés) y masa grasa (FM, por su sigla en inglés). Estos tejidos cambian en las etapas del ciclo de la vida; el tejido FFM crece en forma acelerada en la época del estirón puberal, mientras que la FM cambia de manera progresiva. La velocidad de estos cambios está relacionada con las respuestas hormonales de cada individuo. Por lo tanto, el rendimiento físico, desempeño muscular, fuerza, potencia y su metabolismo energético, serán producto del momento del desarrollo infantil⁽³⁾.

Es una prioridad que los niños y adolescentes tengan aportes nutricionales de buena calidad que cumplan con los requerimientos basales que garanticen un desarrollo ideal. No es correcto exigir el consumo de alimentos extraordinarios o costosos cuando es imposible acceder a ellos, por lo que se debe ser práctico y eficaz en su prescripción. Los niños requieren el consumo de todos los grupos de alimentos con algunas excepciones en condiciones especiales de salud. Debe hacerse vigi-

lancia especial a las familias o personas practicantes de conductas nutricionales alternativas como el vegetarianismo, entre otras, pues existe el riesgo de deficiencia de algunos nutrientes y oligoelementos, no se debe seguir la “moda de la nutrición” del momento. Están proscritas las bebidas energizantes por sus demostrados efectos negativos en la salud, entre ellos la de producir arritmias cardíacas. La mejor forma de hidratación en niños y adolescentes es a través del agua⁽³⁾.

Aunque no es el tema de esta revisión, se debe resaltar la evaluación pre participativa en los niños por la posibilidad de muerte súbita, circunstancia que se ha hecho frecuente con la práctica masiva del ejercicio y el deporte. Esta evaluación debería tenerla el grueso de los participantes en deporte y ejecutada por personal idóneo; existen diferentes cuestionarios pre participativos tanto del Colegio Americano de Medicina del Deporte como de la Academia Americana de Pediatría. Sin embargo, la mayor información proviene de una buena historia clínica (interrogatorio personal y familiar) y un buen examen físico. Si teniendo en cuenta esto, el experto considerará ampliar la información, para lo cual se podrá apoyar en exámenes complementarios. La incidencia de esta entidad depende del número de participantes en deporte por el número de horas de práctica deportiva⁽³⁾.

CONCLUSIÓN

Nutricionistas, médicos y todas las personas encargadas de la salud de niños y adolescentes deben saber los beneficios de la práctica regular del ejercicio, y están en la obligación de trabajar en equipo. Si bien estos conocimientos hacen parte de una rama especializada de la medicina (medicina del deporte), su prescripción como un signo vital más es obligatorio como medida preventiva de las enfermedades crónicas no transmisibles.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

Los autores participaron por igual en la concepción y redacción del artículo. De igual forma declaran que revisaron de artículo y validaron su versión final.

Referencias bibliográficas

1. Duperly J, Lobelo F. Prescripción del ejercicio. Una guía para recomendar actividad física a cada paciente. Primera edición. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U; 2015.
2. Blair SN. Physical activity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med.* 2009;43(1):1-2.
3. Rosselli Cock P. La Actividad Física, el Ejercicio y el Deporte en Niños y Adolescentes. Recomendaciones en la salud y en la enfermedad. Primera edición. Bogotá, Colombia. Editorial Médica Panamericana; 2018.
4. Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRC). Programa Muévete Bogotá [Internet]. Bogotá, Colombia.. [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/programa-muevete-bogota/>
5. World Health Organization. Guidelines on physical activity, sedentary behavior and sleep for children under 5 years of age [Internet]. Geneva: World Health Organization, 2019. [Fecha de consulta: 24 de mayo 2019] Disponible en: <http://www.who.int/iris/handle/10665/311664>.



Suplementos nutricionales en la industria del *fitness*

Nutritional Supplements in the Fitness Industry

Suplementos nutricionais na indústria de fitness

Alejandro Soler Salazar^{1*}, Ana María Cardona García²

Recibido: 30 de junio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.008>

Resumen

En las últimas décadas la industria del *fitness* ha tenido un crecimiento exponencial, debido en parte a que los deportistas en el campo recreativo o profesional buscan una mejoría en el rendimiento, utilizando diversos suplementos nutricionales o ayudas ergogénicas. Sin embargo, no todas las sustancias que ofrece el mercado tienen evidencia científica que soporte su efectividad, y por el contrario, pueden poner en riesgo la salud. Esto hace que los profesionales de la salud, en contacto con el mundo del *fitness*, tengan una gran responsabilidad en la recomendación de sustancias efectivas y seguras, más aún con el aumento en la prevalencia del uso de estas sustancias entre los atletas. Por esta razón, se recomienda la asesoría de un profesional en el campo de la salud y el deporte para asegurar que el uso de las ayudas ergogénicas sea efectivo para mejorar el rendimiento, seguro para la salud y dentro de los parámetros permitidos por la WADA - *World Anti Doping Agency* (si se requiere). Este artículo, hace una revisión de las principales sustancias que cumplen estos criterios mencionados, sintetizando brevemente el mecanismo de acción, los efectos en el rendimiento, las dosis recomendadas y los efectos adversos asociados a su consumo.

Palabras clave: suplemento nutricional, ayuda ergogénica, rendimiento, dopaje, *fitness*.

Summary

In the last decades, the fitness industry has had an exponential growth, where the sportsmen at recreational or professional level look for an improvement in the performance, using diverse nutritional supplements or ergogenic aids. However, not all the substances offered by the market have scientific evidence to support their effectiveness, and on the contrary, if they can put health at risk. This means that health professionals in contact with the world of fitness, have a great responsibility in recommending effective and safe substances, even more so with the increase in the prevalence of the use of these substances among athletes. For this reason, the advice of a professional in the field of health and sport is recommended to ensure that the use of ergogenic aids is effective to improve performance, safe for health and within the parameters allowed by the WADA - *World Anti Doping Agency* (if required). This article reviews the main substances that meet these criteria, summarizing briefly the mechanism of action, effects on performance, recommended doses and adverse effects associated with their consumption.

Key words: Nutritional supplement; Ergogenic aid; Performance; Doping; Fitness.

Resumo

Nas últimas décadas, a indústria do *fitness* teve um crescimento exponencial, em parte devido ao fato de os atletas, no campo recreativo ou profissional, buscarem uma melhoria no desempenho, usando vários suplementos nutricionais ou auxiliares ergogênicos. No entanto, nem todas as substâncias oferecidas pelo mercado têm evidências científicas que apoiem sua eficácia e, ao contrário, podem colocar em risco a saúde. Isso significa que os profissionais de saúde, com contato com o mundo do *fitness*, têm uma grande responsabilidade na recomendação de substâncias eficazes e seguras, principalmente com o aumento da prevalência do uso, dessas substâncias entre os atletas. Por essa razão, o conselho de um profissional da área de saúde e esporte é recomendado para garantir que o uso de auxílios ergogênicos seja eficaz, para melhorar o desempenho, e a saúde dentro dos parâmetros permitidos pela WADA - *Agencia Mundial Antidoping* (se necessário). Este artigo revisa as principais substâncias que atendem a esses critérios, sintetizando brevemente o mecanismo de ação, os efeitos sobre o desempenho, as doses recomendadas e efeitos adversos associados ao seu consumo.

Palavras-chave: suplemento nutricional, ajuda ergogênica, *performance*, *doping*, *fitness*.

1. Dirección de Bienestar Universitario – Universidad de La Sabana, Chía, Cundinamarca, Colombia.

2. Centro Deportivo - Universidad de los Andes, Bogotá, D.C., Colombia.

Correspondencia: *Alejandro Soler Salazar
alejandro.soler@unisabana.edu.co

INTRODUCCIÓN

La industria del *Fitness* ha tenido un auge muy importante en la última década en Colombia, reflejando la tendencia mundial. Esto, sumado a las redes sociales, ha contribuido al desarrollo de un negocio que, en el momento, mueve billones de dólares en suplementos, patrocinios, indumentaria y demás. En la actualidad, uno de los negocios más rentables en este campo es el uso de personas o influenciadores (como se denominan hoy en día) encargados de promover suplementos nutricionales mediante las redes sociales, con la promesa de resultados milagrosos en poco tiempo o mejorías en el entrenamiento, sin conocer a fondo la composición del suplemento ni sus efectos fisiológicos, lo cual, sumado a la creencia errónea de que son para uso generalizado, puede poner en riesgo la salud de los usuarios.

Es por esto, que hay una necesidad crucial de aclarar qué es un suplemento nutricional y cómo, a diferencia de lo que se piensa, la gran mayoría de estos, no han demostrado efectos de mejoría en las capacidades físicas. Adicionalmente, la industria ha aprovechado el auge de estas sustancias para promocionarlos como efectivos en la obtención de resultados, los cuales distan de su efecto fisiológico real, además de no cumplir con los estándares de calidad o no contener realmente lo que dice la etiqueta nutricional.

En los Estados Unidos, el *Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA)* de 1994 define suplemento nutricional: “producto destinado a suplementar la dieta y contiene cualquiera de los siguientes ingredientes dietarios: una vitamina, un mineral, una hierba u otro botánico (excluyendo tabaco), un aminoácido, una sustancia dietaria para suplementar la dieta aumentando la ingesta total en la dieta, o un concentrado, metabolito, constituyente, extracto, o combinación de cualquiera de los anteriores. Además, también debe cumplir con los siguientes criterios: destinados a la ingesta en pastillas, cápsulas, tabletas, polvo o forma líquida no representada para uso como un alimento convencional o como el único ingrediente de una comida o dieta etiquetada como un suplemento dietario”⁽¹⁾.

Posterior a esto y como consecuencia de esta definición por parte del DSHEA, la FDA (*Food and Drug Administration*) reguló los suplementos nutricionales como alimentos y no como medicamentos. De esta manera las empresas que manufacturaban suplementos no requerían probar la seguridad y efectividad de sus productos a no ser que se demostrara que este era

perjudicial para la salud⁽¹⁾. En Colombia, el INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos), ente encargado de la vigilancia y regulación de los suplementos, los define como “aquel producto cuyo propósito es adicionado a la dieta normal y que es fuente concentrada de nutrientes y otras sustancias con efecto fisiológico o nutricional que puede contener vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, otros nutrientes, y derivados de nutrientes, plantas, concentrados y extractos de plantas solas o en combinación”⁽²⁾.

Según el Instituto Nacional de Salud, en la actualidad, en los Estados Unidos, los suplementos nutricionales son un negocio de más de 30 billones de dólares y continúa creciendo ante el auge de los entusiastas del ejercicio de tener la convicción que requieren consumir cada vez una mayor cantidad de suplementos para lograr los resultados que esperan. Esto lleva a que deportistas recreativos o profesionales, y personas que hacen actividad física regular, en gimnasios o centros de *fitness* consuman productos porque están de moda o simplemente los utilizó un compañero o colega. Este uso indiscriminado de suplementos nutricionales se ve estimulado por la venta libre y fácil acceso en farmacias, tiendas naturistas, almacenes de cadena u otros establecimientos comerciales que cumplan con las Buenas Prácticas de Abastecimiento expedidas por el Ministerio de Salud y Protección Social⁽³⁾. Esto conlleva a un riesgo para la carrera de un deportista y para su salud, ya que muchos han sido reportados de haber testeado positivo para sustancias prohibidas debido a la ingesta de suplementos nutricionales ya sea por mala rotulación y por contaminación del producto con alguna de las sustancias reportadas en la lista prohibida que la Agencia Mundial Antidopaje publica cada año⁽⁴⁾. Varios estudios han mostrado que entre 3 % y un 25 % de los suplementos nutricionales disponibles en el mercado se encuentran contaminados por esteroides o estimulantes que no se encuentran reportados en la lista de ingredientes. Un estudio realizado por Judkins, *et al.* analizó 58 suplementos y encontró que 25 % de ellos se encontraba contaminado por bajas concentraciones de esteroides y por 1 % de estimulantes⁽⁵⁾.

El uso de suplementos nutricionales ha incrementado de manera considerable y la venta de estos, en consecuencia, ha superado una gran cantidad de productos en el mercado llegando a tomar el segundo puesto en el *ranking* de ventas en los Estados Unidos⁽⁶⁾. Pero no solo se ha encontrado incremento en el uso de suplementos nutricionales en el mundo del *fitness* y el deporte. En

un estudio realizado en las fuerzas armadas británicas, se encontró historia de consumo de suplementos en 41 % de los que respondieron la encuesta suministrada ($n = 417/1017$), y entre las principales razones por utilizar estos suplementos, se encontró especialmente el aumento de masa muscular (40 %) y luego ayudar en el entrenamiento y recuperación (21 %)⁽⁷⁾. Pero los autores, en forma acertada, refieren que, aunque el uso de suplementos puede llegar a ayudar en los objetivos que se proponen los militares, el uso de estos conlleva a un riesgo de salir positivo en alguna prueba obligatoria de uso de drogas con implicaciones serias en la carrera militar del soldado.

En otro estudio realizado en soldados británicos se encontró 38 % ($n = 1198/3152$) de uso actual de suplementos nutricionales, deportivos o ambos, con 54 % consumido en los últimos 12 meses. Los suplementos nutricionales consumidos de manera más frecuente fueron barras de proteína, en polvo o bebida (66 %), bebidas deportivas isotónicas con electrolitos y carbohidratos (49 %), creatina (38 %), bebidas deportivas recuperantes (35 %), multivitamínicos (31 %), y vitamina C (25 %)⁽⁸⁾.

En personas físicamente activas el uso de suplementos nutricionales se ha reportado en un rango entre 13,8 % y 88,4 % siendo los atletas y los usuarios de gimnasio los principales usuarios. En un estudio realizado en Irán entre usuarios de gimnasios se encontró que 66,7 % utilizan suplementos nutricionales ($n=1083$). Los más frecuentemente utilizados fueron multivitamínicos-minerales, hierro, creatina, vitamina E y calcio. Los participantes menores de 30 años fueron más propensos a utilizar ayudas ergogénicas como creatina, proteína y amino ácidos, en especial, para aumentar la energía, mejorar el rendimiento y aumentar de peso. En contraste, los mayores de 30 años utilizaban principalmente vitamina D, calcio y suplementos herbales; estos tenían mayor interés en utilizar los suplementos nutricionales por deficiencias nutricionales, mantener la salud y mejorar el sistema inmune. Es interesante que a quienes se acercaron para solicitar consejería fueron médicos (47,2 %), y el porcentaje más bajo de influencia fueron la publicidad y los medios (1,5 %)⁽⁹⁾.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A continuación se describen las sustancias con evidencia fuerte en la mejoría de alguna de las características del rendimiento deportivo.

Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales de cadena ramificada (leucina, isoleucina y valina; BCAA, por sus siglas en inglés) no pueden ser sintetizados por el cuerpo, por lo que deben ser suministrados en la dieta. Fuentes ricas en aminoácidos como las carnes, el pollo, pescado, huevos, la leche y el queso, contienen cerca de 15 a 20 gramos de BCAA/ por cada 100 gramos de proteína. Su efecto principal es su acción anabólica a través de la activación de enzimas reguladoras en la síntesis proteica⁽¹⁰⁾. Se ha descrito un importante efecto en la reducción de la proteólisis o degradación muscular, por lo que se relaciona directamente con la preservación y mantenimiento de la masa muscular, asociado al entrenamiento de la fuerza.

Recientemente, la suplementación de BCAA se ha asociado a una mejoría en el desempeño cognitivo y una reducción en la fatiga percibida, por lo que puede mejorar el rendimiento deportivo⁽¹¹⁾.

La dosis recomendada es de 0,03 a 0,05 gramos/Kg/hora o 2 - 4 gramos/hora ingerida de manera repetida durante el ejercicio y el periodo de recuperación, suministrados preferiblemente a través de una bebida. Dosis superiores a 30 gramos al día pueden tener efectos deletéreos para la salud y el rendimiento deportivo, por un incremento en la producción de amonio por el músculo activo^(10,11).

Beta alanina –carnosina

La β alanina es el precursor limitante de la síntesis de carnosina, un dipéptido, que funciona como un regulador (*buffer* o amortiguador) del pH intracelular. Su suplementación tiene un efecto importante en los niveles de carnosina intramuscular (aumento de 40 % - 80 %), y consecuentemente el control de la acidez en ese compartimento. Durante el ejercicio, la pKa de 6,83 hace que la carnosina capte H^+ (protones) en situaciones de acidosis por contracción muscular. Como hallazgo importante, se han descrito mayores concentraciones de carnosina en las fibras musculares tipo II^(12,13).

Cuatro semanas de suplementación de β alanina, se asocian a un incremento en la concentración de carnosina en el músculo esquelético de 40 % - 60 %⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. Continuar la suplementación por diez semanas, hizo que los niveles de carnosina continuaran incrementando hasta alcanzar 80 %^(16,17).

Se han reportado dos efectos principales asociados al aumento de carnosina en el rendimiento deportivo:

Tabla 1. Efectos principales, dosis y efectos adversos de ayudas ergogénicas.

Sustancia	Efecto principal	Dosis	Efectos adversos
Aminoácidos	Regulación de síntesis de proteína, preservación de la masa muscular, asociado a ejercicio de fuerza ⁽¹⁰⁾	0,03 - 0,05 g/Kg/hora o 2 - 4 gramos/hora ⁽¹⁰⁾	Aumento en la producción de amonio ⁽¹¹⁾
βeta alanina -carnosina	Mejora la regulación ácido-base bajo su efecto de <i>buffer</i> el pH intracelular. Mejor desempeño durante el ejercicio vigoroso, de corta duración (2 - 6 minutos), además de reducción de la fatiga muscular ^(12,13,18)	Carga: 4,8 - 6,4 g/día (80 mg/kg/día), 4 tomas/día, por 4 -10 semanas. Mantenimiento: 1,2 g/día (4 tomas/día) ⁽¹⁸⁾	Parestesias ⁽¹⁸⁾
Bicarbonato de sodio	Mejora en la regulación ácido-base. Reducción de la fatiga en actividades de alta intensidad ⁽¹⁰⁾	0,3 g/kg ⁽²¹⁾	Diarrea, náuseas, vómito y abombamiento abdominal ⁽²²⁻²⁴⁾
Cafeína	Inhibición de la adenosina, estimulando el sistema nervioso central ^(10,18,25) . Aumento de la lipólisis ⁽¹⁰⁾	3-6 mg/Kg o 70 - 200 mg, previo al ejercicio ⁽²⁸⁾	Aumento de la frecuencia cardíaca y tensión arterial, temblor, ansiedad, mayor diuresis, molestias gastrointestinales. Toxicidad cuando se consumen dosis excesivas ^(18,29)
Creatina	Reservorio de energía produciendo ATP para la contracción muscular, en actividades de alta intensidad ^(10,29)	Carga: 20g/día, durante 5 días; Mantenimiento: 2 - 3 g/día durante 30 días ⁽¹⁰⁾	Aumento de peso de 0,6 a 1 Kg, síntomas gastrointestinales y calambres ^(10,29)
Nitratos	Aumento de la producción de óxido nítrico, efectos de vasodilatación, ahorro en costo energético del ejercicio y mejor función mitocondrial ⁽¹⁰⁾	0,1 mmoles/kg/día durante 3 días o 0,5 L de jugo de remolacha (6 mmoles de nitrato) ⁽³⁰⁻³²⁾	Molestias gastrointestinales, decoloración de la orina ⁽³³⁾

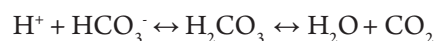
1. mejoría en el desempeño durante el ejercicio vigoroso, de corta duración (2 - 6 minutos)⁽¹⁰⁾ 2. reducción de la fatiga muscular⁽¹⁸⁾, ambos relacionados con un efecto *buffer* en el pH sanguíneo, sin afectar los niveles de lactato o las concentraciones de bicarbonato⁽¹⁶⁾.

La dosis recomendada para su administración es de 4,8 - 6,4 gramos/día (aproximadamente 80 mg/kg/día), dividido en 4 tomas/día, por 4 - 10 semanas como carga, seguido por 1,2 gramos/día (4 tomas/día) como mantenimiento⁽¹⁸⁾.

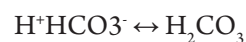
Se han descrito parestesias como efecto adverso asociado a su administración⁽¹⁹⁾.

Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio es una sustancia reconocida por actuar como *buffer* a nivel extracelular, jugando un papel importante en la capacidad de regular el pH sanguíneo. Existe un control estricto, dado por el balance entre la formación de iones de hidrógeno y su eliminación, para mantener el equilibrio del pH. Uno de los sistemas implicados, es la ventilación pulmonar, donde se excreta el exceso de H⁺, a través de la siguiente reacción:



A largo plazo, los riñones se encargan de la excreción de H⁺ para mantener el equilibrio ácido-base. En presencia de un ácido fuerte, el bicarbonato de sodio actúa como una base débil captando H⁺ y formando ácido carbónico para controlar el pH sanguíneo⁽²⁰⁾.



La suplementación de bicarbonato de sodio ha sido asociada a una mayor capacidad de resistir la fatiga, en especial durante el ejercicio de alta intensidad, donde el pH sanguíneo y muscular pueden presentar reducciones importantes (7,4; 7,1, respectivamente⁽¹⁰⁾. La acidificación del pH sanguíneo, tiene un impacto directo en la inhibición de la fosfofructoquinasa, importante enzima en la glucólisis anaeróbica y por consiguiente en la producción de energía en forma de ATP, además de alterar el estado de despolarización de la membrana celular, por lo cual, suplementar una sustancia amortiguadora como el bicarbonato, puede retrasar la aparición de la sensación de fatiga.

En la dosis recomendada de 0,3 gramos/kg, no solo se han visto los efectos de reducción de la fatiga, sino que, al parecer, es donde se observa una menor presentación de efectos adversos gastrointestinales (diarrea, náuseas, vómito, distensión)⁽²¹⁾. Para reducir la frecuencia de aparición de los síntomas, se recomienda: acompañar la administración oral de bicarbonato de sodio con una comida abundante en carbohidratos y agua, ingerirlo 180 minutos, previo a un evento deportivo o entrenamiento y consumir una dosis baja, 5 días antes del evento deportivo principal⁽²²⁻²⁴⁾.

Cafeína

La cafeína es conocida por su efecto estimulante del sistema nervioso central (SNC). Se encuentra en múltiples sustancias como el café, té, chocolate, guaraná, entre otros, o es añadida a bebidas, suplementos o medicamentos. Tiene un efecto de acción rápido, apareciendo en sangre, después de 5 minutos de su consumo^(10,18).

Los efectos se atribuyen a la inhibición de los receptores de adenosina en el cerebro, músculo y tejido adiposo. La adenosina actúa normalmente como un inhibidor del SNC y de la actividad neuronal, por lo que, inhibiendo su receptor, se incrementa la actividad sináptica y la liberación de neurotransmisores, con posterior aumento en la contracción muscular. Como parte de su efecto estimulante, también se ha descrito un aumento en la actividad de la adrenalina, tanto en la contracción muscular como cardíaca⁽²⁵⁾.

Además de los efectos a nivel central, se ha descrito un aumento en la lipólisis, con aumento de la concentración de ácidos grasos en sangre, actuando como una ayuda en la movilización de la grasa del tejido adiposo y muscular⁽¹⁰⁾, impactando la composición corporal.

En cuanto a su capacidad como ayuda ergogénica, puede incrementar la resistencia en actividades aeróbicas, alterar los tiempos de respuesta en actividades de coordinación, la percepción del esfuerzo y la fatiga, demostrando su utilidad en deportes de conjunto o de precisión^(26,27).

La dosis recomendada para su suplementación es de 3 - 6 mg/kg o 70 - 200 mg de cafeína, una hora antes del ejercicio⁽²⁸⁾. Dosis superiores a la recomendación, se han asociado a mayor aparición de efectos adversos como aumento de la frecuencia cardíaca, tensión arterial, insomnio, temblores, ansiedad, cefalea, dependencia, síntomas gastrointestinales e incremento de la diuresis^(18,29).

Creatina

La creatina es un compuesto natural presente en algunos alimentos de origen animal, cuya síntesis ocurre a partir de los aminoácidos glicina, arginina y metionina. Está distribuida en 95 % en el músculo esquelético (principalmente en las fibras de contracción rápida) y 5 % restante distribuido entre el cerebro, testículos y riñones.

Su papel principal es la regulación energética celular cuando se requiere energía celular en forma de ATP, por ejemplo en la contracción muscular. La creatina actúa de manera indirecta como un reservorio de energía, manteniendo los niveles de fosforil-creatina, esta última, utilizada como sustrato para producir ATP a través de la reacción reversa con la fosforil-creatina quinasa⁽¹⁰⁾.

Se han descrito aumentos en el desempeño en ejercicios repetidos de alta intensidad, con periodos cortos de recuperación, afectando en forma positiva el rendimiento deportivo, la capacidad de entrenamiento y la resistencia⁽²⁹⁾, en actividades que duran 30 segundos o menos.

La dosis recomendada se divide en una dosis de carga (20 gramos/día, durante 5 días) y otra de mantenimiento (2 - 3 gramos/día durante 30 días)⁽¹⁰⁾.

Se ha reportado un aumento de peso de 0,6 a 1 Kg, como efectos adversos asociados a su uso, calambres y algunas molestias gastrointestinales (las cuales se reducen tomando la creatina después de una comida), pero sin compromiso de la función renal o hepática^(10,29).

Nitratos

El óxido nítrico (ON) es una importante molécula de señalización implicada en la regulación del tono muscular vascular, con impacto directo en el flujo sanguíneo, la contractilidad muscular, el balance de la glucosa, el calcio y la función mitocondrial⁽¹⁰⁾. La producción de ON principalmente, se deriva de la oxidación del aminoácido L-arginina, por la enzima ON sintetasa, sin embargo, otra vía alterna de producción de ON, es la reducción de nitrato a nitrito y de nitrito a ON, como paso final. Por lo tanto, el aumento del nitrito en sangre, aumentaría la producción de ON. Este último sería el responsable de la reducción en el tono vascular y un efecto vasodilatador.

La suplementación de nitritos se ha asociado a una reducción en el costo energético, mejor tolerancia del ejercicio, una mayor eficiencia mitocondrial y un mejor rendimiento en atletas profesionales y *amateur*.

Se ha observado una reducción del costo del ejercicio en actividades aeróbicas como el ciclismo, con el suministro de tres días en una dosis de 0,1mmoles/kg/día. También se han reportado mayores niveles de disponibilidad de ON, suplementando un componente natural rico en nitratos, como el jugo de remolacha (betabel, betarraga) con hallazgos similares, mejorando el rendimiento deportivo y reduciendo el costo del ejercicio (dosis de 0,5 L de jugo de remolacha, con aproximadamente 6 mmoles de nitrato)⁽³⁰⁻³²⁾. Estos efectos son agudos, observándose desde 2,5 horas, luego de la administración y persistiendo hasta 15 días, si se mantiene su suplementación.

Su administración se ha asociado a molestias gastrointestinales y decoloración de la orina, además de tener menor eficacia en atletas élite⁽³³⁾.

Finalmente, aunque no es el objetivo de esta revisión, macronutrientes como los carbohidratos y las proteínas (o combinaciones de los dos) tienen un impacto crucial en el entrenamiento, el rendimiento y la recuperación, por lo cual, se incluye una breve descripción de sus recomendaciones. En términos generales, los requerimientos de un deportista que practique actividades de intensidad moderada, son 5 - 7 gramos/kg/día de carbohidratos y 1,2 a 2,0 gramos/kg/día de proteína, respectivamente⁽³⁴⁾.

Sin embargo, las recomendaciones son muy variadas, según el caso, el tipo de deporte o ejercicio a realizar o la meta individual de cada atleta. Para una revisión extensa, se recomienda consultar el consenso de la Asociación Canadiense de Nutricionistas y Dietistas, la Academia de Nutrición y Dietética y el Colegio Americano de Medicina del Deporte de 2016⁽³⁴⁾.

CONCLUSIÓN

El mercado en la actualidad ofrece una amplia variedad de suplementos para los atletas de cualquier nivel, sin embargo, el consumo de las sustancias que son una ayuda ergogénica, debe estar asesorado por un profesional en nutrición deportiva o un médico del deporte, con conocimiento en el tema, ya que la suplementación de cada sustancia y las necesidades nutricionales, dependen de múltiples factores, en especial la condición previa del paciente, las metas como atleta y su estado físico y antropométrico, entre otros. Adicionalmente es de gran importancia según el nivel de entrenamiento de la atleta, tener presente los riesgos del dopaje mediante el uso de suplementos que no cuentan con la adecuada investigación.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

Los autores participaron en la realización del artículo, revisaron el artículo y validaron su versión final.

Referencias bibliográficas

1. Molinero O, Márquez S. Use of nutritional supplements in sports: risks, knowledge, and behavioural-related factors. *Nutr Hosp.* 2009;24(2):128-4.
2. Resolución 3096 de 2007. 5 de septiembre de 2007: Ministerio de Salud y Protección Social; Colombia.
3. Decreto 3249 de 2006. Septiembre 18 de 2006: Ministerio de la Protección Social; Colombia.
4. Martínez-Sanz JM, Sospedra I, Ortiz CM, Baladia E, Gil-Izquierdo A, Ortiz-Moncada. Intended or Unintended Doping? A review of the presence of doping substances in dietary supplements used in sports. *Nutrients.* 2017; 9(10). Pii: E1093.
5. Judkins CM, Teale P, Hall DJ. The role of banned substance residue analysis in the control of dietary supplement contamination. *Drug Test Anal.* 2010;2(9): 417-20.
6. New Hope Network. Sports Nutrition and Weight Loss Report [Internet]. 2016 [Fecha de consulta: 25/05/2019]. Disponible en: <https://www.newhope.com/products/2016-nbj-sports-nutrition-and-weight-loss-report>.
7. Boos CJ, Wheble GAC, Campbell MJ, Tabner KC, Woods DR. Self-administration of exercise and dietary supplements in deployed British military personnel during Operation TELIC 13. *J R Army Med Corps.* 2010;156(1):32-6.
8. Mooney R, Simonato P, Ruparella R, Roman-Urrestarazu A, Martinotti G, Corazza O. The use of supplements and performance and image enhancing drugs in fitness settings: A exploratory cross-sectional investigation in the United Kingdom. *Hum Psychopharmacol.* 2017;32(3).
9. Saeedi P, Mohd Nasir MT, Hazizi AS, Vafa MR, Rahimi Foroushani A. Nutritional supplement use among fitness club participants in Tehran, Iran. *Appetite.* 2013; 60(1):20-6.
10. Castell L, Stear SJ, Burke LM. Nutritional Supplements in sport, exercise and health. An A-Z Guide. Primera edición. New York: Routledge; 2015.
11. Holeček M. Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutr Metab (Lond).* 2018;15:33.

12. Bex T, Chung W, Baguet A, Achten E, Derave W. Exercise training and Beta-alanine-induced muscle carnosine loading. *Front Nutr.* 2015;2:13.
13. Stegen S, Bex T, Vervaeke C, Vanhee L, Achten E, Derave W. β -Alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; 46(7):1426-32.
14. Stegen S, Blancquaert L, Everaert I, Bex T, Taes Y, Calders P, et al. Meal and beta-alanine coingestion enhances muscle carnosine loading. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(8):1478-85.
15. Bellinger PM. β -Alanine supplementation for athletic performance: an update. *J Strength Cond Res.* 2014;28(6):1751-70.
16. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids.* 2007;32(2): 225–33.
17. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis LH, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human astus lateralis. *Amino Acids.* 2006; 30(3):279–89.
18. Santesteban Moriones V, Ibáñez Santos J. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutr Hosp.* 2017; 34(1):204-15.
19. Quesnele JJ, Laframboise MA, Wong JJ, Kim P, Wells GD. The effects of beta-alanine supplementation on performance: a systematic review of the literature. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2014; 24(1):14-27.
20. Bishop D. Dietary supplements and team-sport performance. *Sports Med.* 2010; 40(12): 995-1017.
21. Saunders B, Sale C, Harris RC, Sunderland C. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. *Int J Sport Physiol Perform.* 2014; 9(4): 627–32.
22. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance. *Sports Med.* 2011; 41(10): 801-14.
23. Burke LM. Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestlé Nutr Inst Workshop Ser.* 2013; 75: 15–26.
24. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on $[\text{HCO}_3^-]$, pH, and gastrointestinal symptoms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011; 21(3):189-94.
25. Baker LB, Nuccio RP, Jeukendrup AE. Acute effects of dietary constituents on motor skill and cognitive performance in athletes. *Nutr Rev.* 2014; 72(12):790-802.
26. Burke L, Desbrow B, Spriet L. Caffeine for Sports Performance. Primera Edición. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 2013.
27. Hespel P, Maughan RJ, Greenhaff PL. Dietary supplements for football. *J Sports Sci.* 2006; 24(7): 749-61.
28. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol.* (1985). 2002; 93(3):990–9.
29. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Ann Nutr Metab.* 2010; 57(Suppl 2):1-8.
30. Bailey SJ, Fulford J, Vanhatalo A, Winyard PG, Blackwell JR, DiMenna FJ, et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol* (1985). 2010;109(1):135-48.
31. Bailey SJ, Winyard P, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol.* (1985). 2009;107(4):1144–55.
32. Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR, DiMenna FJ, Pavey TG, Wilkerson DP, et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physio.* 2010; 299(4):R1121–31.
33. Jones AM. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(9):1019-28.
34. Dietitians of Canada. Nutrition for Athletic Performance [Internet]. Canada: Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine; December 2016 [Fecha de consulta: 12/06/2019]. Disponible en: www.dietitians.ca/sports.



El papel de la actividad física y el ejercicio en la obesidad

The role of physical activity and exercise in obesity *O papel da atividade física e do exercício na obesidade*

Diana Cárdenas^{1*}, Ana Lorena Montealegre Páez¹, Liliana Ladino¹

Recibido: 1 de julio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.009>

Resumen

Introducción: en los últimos años la obesidad en niños y adultos ha aumentado. La mejor estrategia para el control de esta enfermedad es el manejo médico-nutricional donde la actividad física tiene un papel importante. Sin embargo, todavía existen controversias sobre su impacto en la pérdida y el control del peso corporal.

Objetivos: presentar evidencia actualizada sobre el papel de la actividad física en la etiología de la obesidad y su utilidad en la pérdida y en el control del peso.

Métodos: se realizó una búsqueda en *PubMed* y *Google Scholar* con las palabras obesidad, gasto energético y actividad física. Se procede a abordar en primer lugar el papel del gasto energético de la actividad física en la obesidad, luego se analiza el impacto del ejercicio en la pérdida y el control del peso en adultos y niños, y por último se tratan los aspectos más importantes del músculo como órgano endocrino y su papel en los efectos benéficos del ejercicio.

Resultados: la actividad física constante, en una duración mayor a lo recomendado, contribuye a la pérdida y al mantenimiento de peso. Asimismo, tiene un papel preventivo en enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, riesgo de fractura, y cáncer de colon, pulmón, próstata, endometrio y de mama.

Conclusiones: la actividad física tiene efectos benéficos demostrados para la salud, en especial para el control de las enfermedades crónicas, para mantener la pérdida de peso a largo plazo y para preservar la masa corporal magra durante una alimentación con restricción energética.

Palabras clave: obesidad, salud pública, metabolismo energético, ejercicio.

Summary

Introduction: In recent years obesity has increased in children and adults. The best strategy for the control of this disease is the medical-nutritional approach where physical activity has an important role. However, there are still controversies about its impact on the loss and control of body weight.

Objectives: To present the most current evidence on the role of physical activity in the etiology of obesity and its usefulness in weight loss and control.

Methods: A search was conducted in *PubMed* and *Google Scholar* with the words obesity, energy expenditure and physical activity. The role of activity energy expenditure in obesity will be addressed first, then the impact of exercise on weight loss and control in adults and children will be analyzed, and finally we will discuss the most important aspects of muscle as an endocrine organ and its role in the beneficial effects of exercise.

Results: Constant physical activity, in a longer duration than recommended, contributes to weight loss and weight maintenance. It also has a preventive role in cardiovascular diseases, osteoporosis, risk of fracture and cancer of the colon, lung, prostate, endometrium and breast.

Conclusions: Physical activity has proven beneficial effects on health, especially for the control of chronic diseases, to maintain long-term weight loss and to preserve lean body mass during an energy-restricted diet.

Keywords: Obesity; Public health; Energy metabolism; Exercise.

Resumo

Introdução: nos últimos anos, a obesidade em crianças e adultos aumentou. A melhor estratégia para o controle desta doença é o manejo médico-nutricional, onde a atividade física tem um papel importante. No entanto, ainda existem controvérsias sobre o seu impacto na perda e controle do peso corporal.

Objetivos: apresentar evidências atualizadas sobre o papel da atividade física na etiologia da obesidade e sua utilidade na perda e controle de peso.

Métodos: pesquisa realizada no *PubMed* e *Google Scholar* com as palavras obesidade, gasto energético e atividade física. O papel do gasto energético da atividade física na obesidade é abordado primeiro, em seguida, é analisado o impacto do exercício na perda de peso e controle em adultos e crianças, e finalmente, os aspectos mais importantes do músculo como órgão endócrino e o seu papel nos efeitos benéficos do exercício.

Resultados: a atividade física constante, em maior tempo do que o recomendado, contribui para a manutenção e perda de peso. Também tem um papel preventivo nas doenças cardiovasculares, na osteoporose, no risco de fraturas e no câncer de cólon, pulmão, próstata, endométrio e mama.

Conclusões: a atividade física tem provado efeitos benéficos na saúde, especialmente para o controle de doenças crônicas, para manter a perda de peso a longo prazo e preservar a massa corporal magra durante uma dieta com restrição de energia.

Palavras-chave: obesidade, saúde pública, metabolismo energético, exercício.

¹ Instituto de Investigación en Nutrición, Genética y Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia.

Correspondencia: *Diana Cardenas
dianacardenasbraz@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El aumento de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad en los adultos y los niños es una preocupación importante en la definición de las políticas de salud pública en el mundo. En Colombia, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2015), 37,7 % de la población adulta tiene sobrepeso y 18,7 % obesidad, siendo esta última más frecuente en las mujeres (22,4 %) que en los hombres (14,4 %). Esto indica que 56,4 % de la población adulta colombiana presenta exceso de peso, lo que significa un incremento de 5,2 puntos porcentuales con respecto a 2010. El exceso de peso en los menores en edad escolar se incrementó de 18,8 % en 2010 a 24,4 % en 2015⁽¹⁾. Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) uno de cada cuatro latinoamericanos es obeso con un incremento descontrolado, ya que cada año se suman 3,6 millones de obesos a la región⁽²⁾. Este es un problema importante de salud pública porque la obesidad tiene efectos negativos en la salud. El riesgo de diabetes tipo 2, de enfermedad cardiovascular, de ciertos tipos de cáncer e incluso la mortalidad son directamente proporcionales al grado de obesidad^(3,4). Además, la obesidad tiene consecuencias psicológicas y sociales negativas que impactan la salud en forma directa o indirecta.

Ante la necesidad de plantear un abordaje integral y adecuado, en 1997 la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió la obesidad como una enfermedad. Esta enfermedad se caracteriza por el exceso de tejido adiposo (hipertrofia e hiperplasia), resultado de una alimentación desequilibrada donde predomina una ingesta de energía que excede el gasto energético⁽³⁾. La evolución creciente de la obesidad se explica en parte por un cambio en los estilos de vida, es decir, una creciente sedentarización y un aumento en la disponibilidad de alimentos, siendo esto un reflejo del crecimiento económico mundial. La obesidad es, por lo tanto, una «enfermedad social» con determinantes biológicos (genéticos, hormonales, farmacológicos, metabólicos), conductuales (factores psicológicos y sociales), económicos (papel de la industria agroalimentaria) y ambientales que interactúan entre sí⁽⁵⁾.

La disminución gradual de la actividad física en las sociedades sin duda juega un papel importante en el desarrollo de la obesidad⁽⁶⁾. Aproximadamente la mitad de los adultos colombianos realiza 150 minutos semanales de actividad física moderada o 75 minutos semanales de actividad física vigorosa o fuerte, como lo reco-

mienda la OMS. Cuatro de cada diez mujeres y seis de cada diez hombres cumplen con esta recomendación⁽¹⁾.

Las acciones de salud pública para reducir la obesidad se han centrado principalmente en la promoción de estilos de vida saludables que incluyen una alimentación equilibrada y ejercicio. Sin embargo, este enfoque no ha tenido éxito ya que ningún país ha logrado reducir las tasas de obesidad en los últimos 30 años^(7,8). En consecuencia, es pertinente preguntar: ¿Es la incapacidad de restringir la ingesta de energía o de mantener altos niveles de gasto de energía la razón del fracaso? El papel de estos dos elementos aún no se ha determinado de manera concluyente, y su importancia relativa en el manejo del peso ha sido tema de controversia⁽⁹⁻¹¹⁾. Esto ha llevado al cuestionamiento sobre la utilidad de la actividad física en este campo. El objetivo de este artículo es presentar la evidencia actual sobre el papel de la actividad física en la etiología de la obesidad y su utilidad en la pérdida y el control del peso; así como señalar las perspectivas para la investigación en esta área específica. No se pretende realizar una revisión sistemática ni exhaustiva de la literatura. Para ello, se aborda primero el papel del gasto energético, en particular el de la actividad física en la obesidad, luego se analizará el impacto del ejercicio en la pérdida y el control del peso, y por último, los aspectos más importantes del músculo como órgano endocrino y su papel en los efectos benéficos del ejercicio.

¿EXISTE ASOCIACIÓN ENTRE LA OBESIDAD Y LAS ALTERACIONES DEL GASTO ENERGÉTICO?

El gasto energético total (GET o *Total Energy Expenditure*) es la cantidad de energía (en calorías) que necesita un organismo para vivir y desarrollar las actividades diarias; está determinado por el tamaño y la composición corporal, por la ingesta de alimentos (termogénesis inducida por los alimentos, TIA) y la actividad física (gasto energético de la actividad física, GEA). El tamaño corporal y la composición corporal son los principales determinantes del gasto energético basal (GEB): a mayor masa libre de grasa mayor necesidad de energía. El gasto energético inducido por la actividad física es el componente más variable del gasto energético total. Por lo tanto, la energía producida por la actividad física es un componente del equilibrio energético particularmente importante en la patogénesis de la obesidad y en su tratamiento⁽¹²⁾. Los componentes del gasto energético total se muestran en la Figura 1.

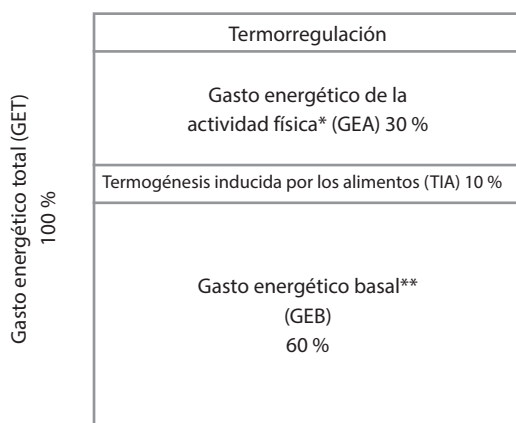


Figura 1. Los componentes del gasto energético total (GET) son el gasto energético basal (GEB), gasto energético de la actividad (GEA) y termogénesis inducida por los alimentos (TIA).* El GEA es el componente más variable del gasto energético total.** El GEB se obtiene en condiciones estandarizadas de temperatura, humedad y después de 8 a 12 horas de sueño, ayuno, y en reposo. El gasto energético en reposo (GER) aunque similar no es exactamente el mismo GEB debido a que las condiciones en las que se mide no son las estandarizadas⁽¹²⁾.

El tratamiento inicial del sobrepeso y la obesidad incluye cambios en el estilo de vida con una combinación de alimentación equilibrada y ejercicio⁽¹³⁾. El objetivo es lograr un balance energético negativo disminuyendo el aporte energético y aumentando el gasto energético total. Una creencia generalizada es que las personas obesas tienen tasas de gasto energético más bajas que las personas no obesas (eutróficas y con sobrepeso), lo que, a largo plazo, podría contribuir a un equilibrio energético positivo y al consecuente aumento de peso. Sin embargo, en una revisión de la literatura de Carneiro et al. donde se evaluaron los estudios que compararon el gasto energético en adultos obesos y no obesos se mostró que, contrario a la creencia popular, las personas obesas tienen un mayor gasto energético basal absoluto y un mayor gasto energético total⁽¹⁴⁾. Cuando se tiene en cuenta la composición corporal (el componente metabólicamente activo, la masa libre de grasa), estas diferencias entre individuos obesos y no obesos desaparecen, lo que sugiere que el gasto energético en individuos obesos no se altera. Esto puede explicarse porque la masa libre de grasa (principal determinante del gasto energético basal) aumenta en forma paralela con el aumento de la masa grasa. Sin embargo, una pregunta importante, aún sin respuesta, es si el GEA es más bajo en individuos obesos como consecuencia de la disminución en la actividad física en general o debido a un menor gasto de energía durante la actividad física. Por lo tanto, según el conocimiento

actual, el GEA y la TIA se reducen en las personas obesas, principalmente debido a un estilo de vida poco saludable (poca actividad física y mayor consumo de grasa)⁽¹⁴⁾.

Un aspecto muy importante y objeto de investigación es la posibilidad de que el gasto energético esté alterado en ciertos tipos de obesidad. Los fenotipos de obesidad recientemente descritos como la obesidad normo - peso (*normal - weight obese, NWO*, por su sigla en inglés)⁽¹⁵⁾ o la obesidad sarcopénica⁽¹⁶⁾ podrían presentar un gasto energético alterado en comparación con aquellos que no son obesos o son obesos con una composición corporal normal. El obeso normo-peso es aquella persona que tiene un exceso de tejido adiposo (masa grasa > 30 % según DXA) con un Índice de Masa Corporal (IMC) normal. En estas personas la diferencia en el gasto energético podría explicarse por la menor masa libre de grasa. Sin embargo, no hay estudios que confirmen esta hipótesis.

La obesidad sarcopénica se define como una relación Índice de masa grasa / Índice de masa libre de grasa (*fat mass index / the fat-free mass index, FMI / FFMI*) > percentil 95 de las referencias según la población y específicas para sexo, IMC y etnia (esta definición ha evolucionado desde la de Baumgartner et al.)⁽¹⁷⁾. En teoría, el aumento del tejido libre de grasa sería insuficiente para soportar el exceso de masa grasa en el individuo obeso sarcopénico. Si la masa libre de grasa es un determinante importante del gasto energético en reposo y disminuye en la obesidad sarcopénica, es razonable esperar que el gasto energético sea más bajo en estos individuos, lo que implica que el sedentarismo puede agravar el efecto de la disminución del gasto energético y promover el ciclo vicioso hipotético de la obesidad (mayor peso corporal / menor actividad física / menor FFM / aumento de peso corporal⁽¹⁸⁾) (Figura 2). Además, la obesidad sarcopénica se asocia a un aumento de las comorbilidades relacionadas con el exceso de adiposidad, como la resistencia a la insulina, la hipertensión y la dislipidemia⁽¹⁹⁾; la sobrestimación de los requisitos de energía en esta población podría llevar a un mayor aumento de su masa grasa y, por lo tanto, afectar negativamente esta condición⁽²⁰⁾. Se sugiere que los estudios futuros comparen los componentes del gasto energético con posibles anomalías fisiológicas asociadas a cada fenotipo⁽¹⁴⁾.

En conclusión, se sabe poco sobre el GEA en la población obesa y en especial en ciertos fenotipos de obesidad por lo que se necesitan estudios adicionales que comparen la GEA entre individuos obesos y no obesos. La evidencia actual no respalda la hipótesis de que la obesidad es consecuencia de una alteración en

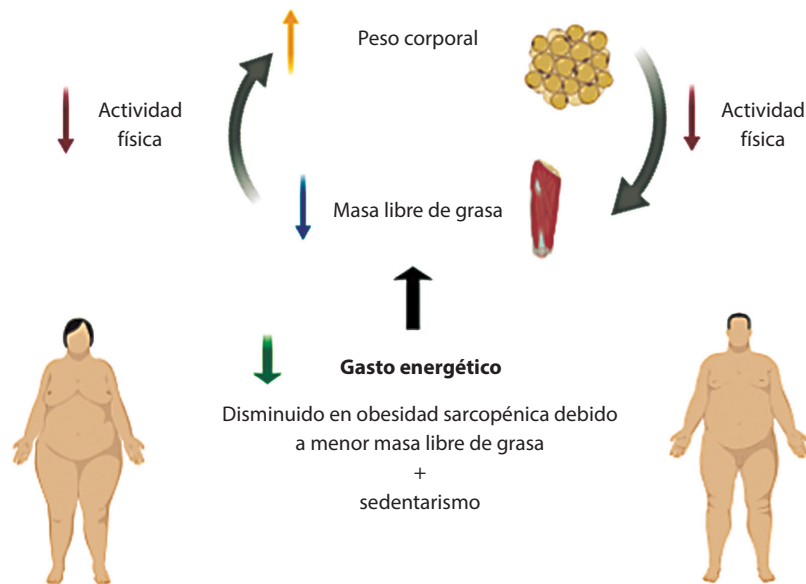


Figura 2. El sedentarismo puede agravar el efecto de la disminución del gasto energético (GE) y promover el ciclo vicioso hipotético de la obesidad (mayor peso corporal / menor actividad física / menor masa libre de grasa / aumento de peso corporal).

el gasto energético. Estos hallazgos son especialmente relevantes para los nutricionistas y otros profesionales de la salud que atienden a personas obesas que creen que su exceso de peso corporal está relacionado con un «metabolismo lento» o un gasto energético alterado.

EL PAPEL DEL EJERCICIO EN LA PÉRDIDA DE PESO

Para lograr la pérdida de peso la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁽²¹⁾ y sociedades científicas internacionales como la Academia Nacional Norteamericana de Nutrición y Dietética⁽²²⁾, la Asociación Americana de Diabetes (ADA)⁽²³⁾ recomiendan el ejercicio como parte integral de cualquier programa de pérdida de peso. El estado actual de la evidencia respalda la importancia del ejercicio (actividad física estructurada y planificada) en la mejora de la salud cardiovascular, la sensibilidad a la insulina, el control glucémico de la diabetes tipo 2, la presión arterial y la depresión⁽²²⁾. Sin embargo, cabe preguntar si el ejercicio en sí mismo contribuye a la pérdida de peso y los esfuerzos de mantenimiento del peso corporal⁽²⁴⁾.

¿EL EJERCICIO MEJORA LOS ESFUERZOS EN LA PÉRDIDA DE PESO?

Con el objetivo de determinar las estrategias para perder peso, se han realizado investigaciones que evalúan

el impacto de solo ejercicio, el ejercicio más la restricción dietética o la restricción dietética sola⁽²⁴⁾. Según una revisión sistemática de estudios con un seguimiento mínimo de 1 año, los sujetos que usaron solo el ejercicio para la reducción de peso experimentaron una pérdida de peso mínima⁽²⁵⁾.

El estudio de Redman et al., tuvo como objetivo determinar si el ejercicio mejora los esfuerzos de la pérdida de peso. Treinta y seis pacientes con sobrepeso se dividieron en dos grupos, un grupo realizó ejercicio más restricción calórica y el otro solo restricción calórica. Se mostró que el déficit calórico se mantuvo constante durante los 6 meses del estudio en ambos grupos. Se logró una pérdida de peso de 10 % en este periodo en ambos grupos, sin una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de pérdida de grasa corporal. Sin embargo, el grupo de ejercicio tuvo el beneficio adicional de mejorar la aptitud aeróbica⁽²⁶⁾.

En otro estudio de Ross et al. se estudiaron 52 hombres obesos (IMC $31,3 \pm 2,0 \text{ kg / m}^2$) y se evidenció una disminución del peso corporal de 7,5 kg durante 3 meses en el grupo de solo ejercicio (16 hombres) el cual fue comparable a la del grupo con restricción calórica. La duración del ejercicio se basó en el objetivo de un gasto diario de energía de 700 calorías (~ 60 min / día). Los resultados de este estudio sugieren que puede ser necesario realizar un ejercicio superior a las recomendaciones internacionales mínimas de salud de 150 min / semana para lograr una pérdida de peso clínica-

mente significativa. Estos resultados fueron confirmados por otros estudios como el *Midwest Exercise Trial 2* realizado en 141 hombres y mujeres con sobrepeso⁽²⁷⁾.

Con el objetivo de evaluar la hipótesis de que el ejercicio atenúa las reducciones en la masa magra, la fuerza muscular, la densidad mineral ósea y el $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ que acompañan la pérdida de peso moderada inducida por la restricción calórica, Weiss et al. estudiaron 52 hombres y mujeres obesos y sedentarios. El estudio mostró no solo una pérdida de peso efectiva (7 % durante 16,8 semanas) con ejercicio exclusivamente, sino también la preservación de la masa corporal magra y la mejora del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) en comparación con solo restricción calórica. Además, al igual que los estudios anteriores que han demostrado la pérdida de peso con el ejercicio, la cantidad de ejercicio fue importante: $7,4 \pm 0,5$ horas / semana⁽²⁸⁾.

En conclusión, el ejercicio juega un papel limitado en la pérdida de peso. Se necesitan intervenciones de ejercicio mayores a las recomendaciones generales (150 min / semana de caminata rápida). El fracaso en la pérdida de peso puede deberse a que las personas obesas con frecuencia tienen dificultades para realizar el ejercicio necesario para crear un déficit energético suficiente, el cual se puede contrarrestar fácilmente al aumentar la ingesta energética⁽²⁴⁾. Según el Colegio Americano de Medicina Deportiva y la Asociación Americana de Diabetes «los niveles recomendados de actividad física pueden ayudar a producir pérdida de peso. Sin embargo, se pueden requerir hasta 60 min / día cuando se depende solo del ejercicio para bajar de peso»⁽²⁹⁾.

ACTIVIDAD FÍSICA Y MANTENIMIENTO DEL PESO CORPORAL

La actividad física puede ser un componente importante en el mantenimiento del peso después de la pérdida de peso⁽²⁴⁾. Schoeller et al. realizaron un estudio prospectivo con el objetivo de saber si la actividad física después de la pérdida de peso es capaz de predecir el mantenimiento del peso corporal. Para ello, se midió el gasto total energético con el método de agua doblemente etiquetada en 32 mujeres obesas. Se mostró que la actividad física en el rango de 11- 12 kcal / kg / día (900 calorías / día para una mujer de 81 kg) puede ser importante para prevenir el aumento de peso⁽³⁰⁾.

Una revisión sistemática de la literatura realizada por Fogelholm y Kukkonen-Harjula sugiere que un aumento en el gasto energético de 1.500 – 2.000 calorías / semana está asociado al mantenimiento del

peso⁽³¹⁾. Además, un estudio prospectivo con un seguimiento de 33 años, mostró que los hombres que mantuvieron una actividad > 150 min / semana ganaron 5,6 kg en comparación con 9,1 kg en hombres menos activos, con una tendencia aún más significativa (3,8 vs 9,5 kg) entre las mujeres⁽³²⁾.

En conclusión, el ejercicio constante de una duración mayor a las recomendaciones básicas para la salud (150 min / semana de ejercicio de intensidad moderada) contribuye a la pérdida de peso y al mantenimiento de peso a largo plazo. La actividad física de todo tipo, incluidos los ejercicios aeróbicos, los de resistencia, de flexibilidad y la reducción del tiempo sedentario, claramente resultan en múltiples beneficios para la salud de las personas obesas y deben incluirse en cualquier recomendación de estilo de vida^(22,29).

Recomendar a las personas hacer ejercicio durante períodos de tiempo más largos cada día puede ayudar a mejorar la pérdida y el mantenimiento del peso. Se debe tener en cuenta que existen diferencias individuales que pueden depender de factores genéticos, el IMC, la composición corporal, la intensidad, la duración del ejercicio y el tipo de ejercicio. Es un desafío para algunos pacientes lograr hacer, incluso, ejercicios pequeños de manera consistente todos los días; en consecuencia, es importante no centrarse en la posibilidad de perder peso como el único resultado del ejercicio, sino explicar que el ejercicio puede contribuir a los esfuerzos de pérdida de peso y obtener una gran cantidad de otros beneficios relacionados con la salud. Este enfoque reducirá la probabilidad de que los pacientes utilicen la falta de pérdida de peso como una razón para discontinuar su programa de ejercicio.

EFFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL EJERCICIO EN LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS

Los beneficios del ejercicio sobre enfermedades crónicas como la diabetes de tipo 2, las enfermedades cardiovasculares, la osteoporosis y el cáncer, han sido tema de estudio. Estudios observacionales muestran una asociación entre los niveles más altos de actividad física (toda actividad que genere gasto energético) y tasas más bajas de enfermedades crónicas. Por el contrario, la inactividad física se asocia a una esperanza de vida reducida. Un estudio publicado en *The Lancet* en 2012, y realizado en 2008, estima que la proporción de adultos inactivos en el mundo es de 31 % y que la inactividad física es responsable de 9 % de la mortalidad prematura en

todo el mundo, en particular por enfermedad coronaria y diabetes, enfermedades secundarias a la obesidad⁽³³⁾.

La actividad física tiene un efecto positivo en el control de la diabetes tipo 2, en la prevención primaria en sujetos en riesgo (personas con sobrepeso, obesidad en particular abdominal o intolerancia a la glucosa) y en la prevención terciaria de complicaciones. La evidencia muestra que también reduce los niveles de triglicéridos, aumenta los niveles de colesterol HDL, disminuye el riesgo de desarrollar obesidad y ayuda a perder peso.

La actividad física favorece una mejor captación de glucosa por parte del músculo esquelético a través de los transportadores de glucosa GLUT 4, un mejor uso de los ácidos grasos libres por el músculo esquelético y una mayor sensibilidad a la insulina. De este modo, permite reducir la grasa y la masa visceral, sin que necesariamente implique una pérdida de peso. La actividad física ayuda también a reducir el estado inflamatorio frecuente en la obesidad al reducir los marcadores de inflamación. El ejercicio físico permite una reducción de la glucemia mediante un efecto inmediato a través del reclutamiento de GLUT 4 y un efecto prolongado al activar la AMP-quinasa, enzima que aumenta el gasto calórico y reduce la acumulación de lípidos intramusculares⁽³⁴⁾.

El *Nurse Health Study* (NHS) es un estudio observacional iniciado en los Estados Unidos de América en 1976, el cual realizó un seguimiento de más de 115,000 mujeres entre 30 y 55 años de edad. El riesgo relativo de muerte en comparación con las mujeres delgadas y activas (más de 3 h, 30 min de actividad física por semana) fue de 1,55 para las mujeres delgadas e inactivas, 1,91 para las mujeres obesas activas y 2,42 para las mujeres obesas inactivas. Un sub-análisis del NHS siguió 50.277 mujeres de 1992 a 1998 y encontró que cada hora de caminata enérgica disminuía el riesgo de obesidad en 24 % y el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 en 34 %⁽³⁵⁾.

La actividad física es también un medio eficaz en la prevención primaria y terciaria de enfermedades cardiovasculares (insuficiencia cardíaca, enfermedad coronaria, etc.), así como en su tratamiento y en la reducción de la presión arterial. Cuanto mayor sea el nivel de actividad física, menor será el riesgo. El estudio americano observacional *Women's Health Initiative Observational Study* estudió a 73.743 mujeres entre 50 y 79 años, sin enfermedad cardiovascular, por un promedio de 3,2 años. Se estudió la relación entre la ocurrencia de eventos cardiovasculares (infarto de miocardio, muerte por enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, primer evento cardiovascular) y actividad física. El riesgo relativo de enfermedad cardiovascular disminuyó con

el aumento de la actividad física de manera similar al caminar o con la actividad física extenuante⁽³⁶⁾.

La actividad física tiene un papel preventivo en la aparición de osteoporosis y en el riesgo de fractura osteoporótica en mujeres y en hombres. La actividad física regular hace posible que las mujeres con riesgo de osteoporosis reduzcan el riesgo de una fractura osteoporótica. Esta disminución puede explicarse por mejores capacidades musculares y cardiorrespiratorias, mejor equilibrio, mejor control de la caída y mayor resistencia ósea en mujeres que practican actividad física en comparación con mujeres sedentarias. Un estudio de Recker et al. siguió a 156 estudiantes sanos durante 5 años y mostró que la actividad física y la ingesta suficiente de calcio permitieron un aumento en la ganancia de densidad ósea. La actividad física combinada con una ingesta suficiente de calcio, puede por lo tanto prevenir el riesgo de osteoporosis⁽³⁷⁾. Las actividades de resistencia aeróbica (caminar, ejercicios elípticos, aeróbicos acuáticos), actividades dinámicas y de fortalecimiento muscular para mantener o aumentar la densidad mineral ósea y actividades para mejorar el equilibrio y la fuerza muscular para limitar las caídas, son las actividades físicas recomendadas para el tratamiento de la osteoporosis⁽³⁸⁾.

Con respecto al cáncer, la actividad física se asocia a la disminución de ciertos tipos de cáncer como el de colon, pulmón, próstata, endometrio y de mama. Existe una relación dosis - respuesta, con el aumento en el nivel de actividad física que permite una mayor disminución en el riesgo en casi todos los tipos de cáncer. Un reciente meta-análisis de 52 estudios mostró que las personas que son físicamente activas tienen un riesgo 20 % a 30 % menor de tener cáncer de colon en comparación con las personas menos activas⁽³⁹⁾. En la cohorte del NHS, la actividad física de intensidad moderada produjo una disminución de 33 % en el riesgo de cáncer de colon, mientras que la actividad física de alta intensidad produce una disminución del riesgo de 46 % de cáncer de colon. Con respecto al cáncer de mama, diversos estudios han demostrado una disminución en el riesgo de desarrollar este tipo de cáncer con el aumento de la actividad física, incluido un meta-análisis en 2006 que mostró una reducción del riesgo de 30 % a 40 %. La mayoría de estos estudios informan una relación dosis-respuesta.

Diferentes estudios han investigado los mecanismos que pueden explicar la disminución del riesgo de desarrollar cáncer a través de la actividad física. La actividad física puede disminuir los niveles circulan-

tes de insulina, IGF-1 y hormonas sexuales, cuya alta concentración promueve el desarrollo de ciertos tipos de cáncer de mama, próstata y colon. Además, la actividad física reduce la grasa corporal y el sobrepeso es un factor de riesgo para desarrollar ciertos tipos de cáncer. La actividad física promueve la motilidad intestinal, lo que puede explicar en parte el efecto protector sobre el cáncer de colon.

La actividad física también tiene un impacto en la ansiedad y la depresión. Un meta-análisis muestra que la actividad física permite una reducción significativa de los rasgos de ansiedad, especialmente en personas con altos niveles de ansiedad, mala condición física, pero también en personas no ansiosas⁽⁴⁰⁾.

MECANISMOS QUE EXPLICAN LOS EFECTOS BENÉFICOS DEL EJERCICIO EN LA SALUD: EL PAPEL DE LAS MIOCINAS Y EL MÚSCULO COMO ÓRGANO ENDOCRINO

El ejercicio estimula la liberación de proteínas con funciones autocrinas, paracrinas y endocrinas producidas en el músculo esquelético denominadas miocinas⁽⁴¹⁾. Su principal función fisiológica es proteger la funcionalidad y mejorar la capacidad de ejercicio del músculo esquelético. Las miocinas controlan los procesos adaptativos en el músculo esquelético cuando actúan como reguladores autocrinos y paracrinos de la oxidación energética, la hipertrofia, la angiogénesis, los procesos inflamatorios y la regulación de la matriz extracelular. Las funciones endocrinas atribuidas a las miocinas están involucradas en la regulación del peso corporal, la inflamación de bajo grado, la sensibilidad a la insulina, supresión del crecimiento tumoral y la mejora de la función cognitiva^(42,43,44).

Durante el ejercicio el músculo esquelético tiene la capacidad de expresar y reprimir genes a través de señales intracelulares y extracelulares. Las principales señales intracelulares son segundos mensajeros como el aumento del calcio intracelular, la depleción de la adenosina trifosfato (ATP), la nicotinamida adenina dinucleótido (NAD) y el aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Figura 3). También lo realiza a través de señales extracelulares como la presión de oxígeno extracelular, señales endocrinas y estímulos mecánicos, entre otros⁽⁴¹⁾. El principal regulador de la actividad génica, durante el ejercicio, es el PGC-1 α (coactivador 1 α del receptor activador de la proliferación de peroxisomas gamma). Se trata de una proteína necesaria para la transcripción de genes que induce,

entre otras funciones, los procesos adaptativos del músculo esquelético⁽⁴¹⁾. El ejercicio aumenta la activación del gen del PGC-1 α en el músculo esquelético⁽⁴⁵⁾. Algunas respuestas asociadas al PGC-1 α y, que podrían explicar los efectos benéficos del ejercicio en la salud, son el aumento de la expresión de receptores de insulina, la captación de ácidos grasos y glucosa, el almacenamiento de glucógeno y la biogénesis mitocondrial. El PGC-1 α favorece también la síntesis de miocinas con efecto endocrino sobre el mismo músculo esquelético y distintos órganos. La Figura 3 muestra las principales miocinas secretadas por el músculo esquelético y su relación con otros órganos como el tejido adiposo, el hígado, el páncreas, el intestino y el cerebro. Algunas miocinas como el LIF (factor inhibidor de la leucemia) y la IL-6 (interleucina 6) participan en la hipertrofia muscular y la miogénesis interactuando a través de las células satélites musculares (efecto paracrino). Miocinas como IL-6, LIF, FGF21 (Factor de crecimiento fibroblástico 21) y el BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro) y favorecen una mayor captación de ácidos grasos y la hidrólisis de triglicéridos en el tejido adiposo. El objetivo es garantizar un aporte continuo y suficiente de sustratos para poder proporcionar las reservas energéticas y asegurar la reparación tisular. Miocinas como IL-6, LIF y otras (IL-15, FGF-21, FNDC5, SPARC) favorecen la expresión muscular de la GLUT4 (proteína transportadora de glucosa mediada por insulina) por mecanismos independientes de la insulina, lo que reduce las concentraciones plasmáticas de glucosa durante el ejercicio y hasta 24 h posterior a este⁽⁴¹⁾. Estos efectos refuerzan el impacto, ya bien conocido, que tiene el ejercicio físico sobre la prevención y el manejo de la diabetes mellitus.

La IL-6 también tiene efectos endocrinos en el hígado, el tejido adiposo y el sistema inmunitario, y media la comunicación entre las células L intestinales y los islotes pancreáticos. Otras miocinas como los factores osteogénicos IGF-1 y FGF-2; FSTL-1, mejoran la función endotelial del sistema vascular; y la miocina irisin dependiente de PGC-1 α , que impulsa el desarrollo similar a la grasa parda⁽⁴¹⁾.

La producción de la mayoría de las citoquinas en el músculo esquelético depende de la contracción. Por lo tanto, la inactividad física probablemente conduce a una respuesta alterada de estas proteínas lo que podría explicar la asociación entre el sedentarismo y las enfermedades crónicas⁽⁴⁴⁾. Este es un campo muy amplio y de gran auge en investigación. Se busca que algunos metabolitos reguladores derivados del músculo, o la

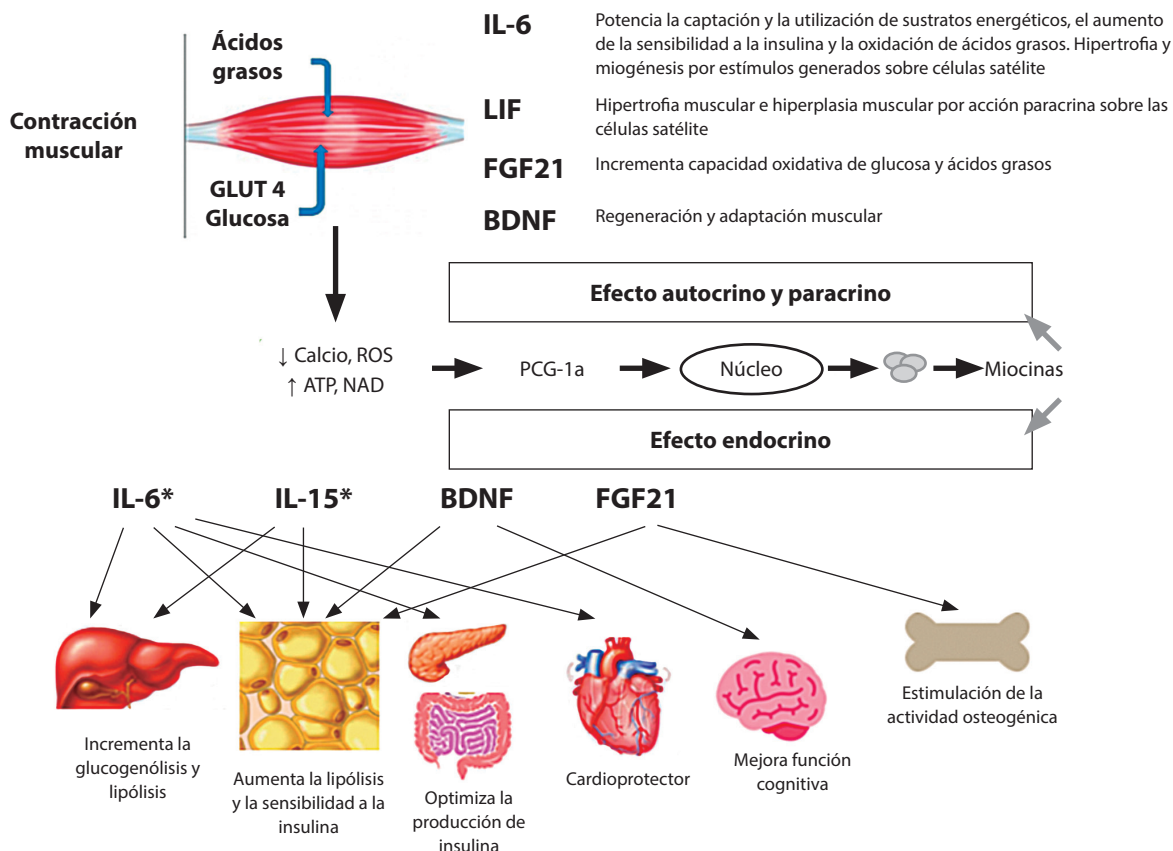


Figura 3. El papel de las miocinas en los efectos beneficiosos para la salud. LIF (factor inhibidor de la leucemia), IL-6 (interleucina 6), FGF21 (Factor de crecimiento fibroblástico 21), BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro), GLUT4 (proteína transportadora de glucosa mediada por insulina), PCG-1α (coactivador 1α del receptor activador de la proliferación de peroxisomas gamma), adenosina trifosfato (ATP), la nicotinamida adenina dinucleótido (NAD) y el aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS). Adaptado de León HH et al.⁽⁴³⁾.

producción de miocinas modificadas, puedan ser estrategias prometedoras a futuro para el tratamiento de enfermedades crónicas.

ACTIVIDAD FÍSICA Y OBESIDAD EN NIÑOS Y ADOLESCENTES

El sedentarismo ha sido relacionado como una de las causas de la obesidad infantil⁽⁴⁶⁾. La actividad física es uno de los pilares tanto para la prevención como para el tratamiento de la obesidad en niños y adolescentes.

Diversas sociedades científicas han establecido múltiples recomendaciones de actividad física para niños y adolescentes. Las más recientes guías de la OMS sobre actividad física, sedentarismo y sueño en niños menores de 5 años⁽⁴⁷⁾, señalan que los lactantes menores de 12 meses deben permanecer al menos 30 minutos en posición prono, entre los 12 y 24 meses se deben alcanzar al menos 180 minutos de actividades físicas de cualquier

intensidad; y a partir de los 3 años se debe promover, a través de actividades que inciten el juego dinámico, que los niños sean físicamente activos, por lo menos 3 horas diarias, de las cuales mínimo 1 hora debe ser de intensidad moderada a vigorosa, esto permitirá favorecer el crecimiento y desarrollo infantil⁽⁴⁸⁾.

Las recomendaciones de un gran número de sociedades científicas adhieren las de la OMS (2010)⁽⁴⁹⁾ e incluyen un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física aeróbica en su mayoría de intensidad moderada o vigorosa para niños y adolescentes entre 5 y 17 años de edad. Además, se recomienda que al menos 3 veces por semana se incluyan actividades de intensidad vigorosa para fortalecer los huesos y músculos, y favorecer el crecimiento.

Los adolescentes con peso normal y actividad física regular, tienen menor porcentaje de tejido adiposo y mayor proporción de masa muscular que quienes no la realizan de la misma forma⁽⁴⁹⁾. En consecuencia, dado

que los niños y adolescentes con obesidad tienen una baja tolerancia al ejercicio, debido a la gran demanda de oxígeno por el exceso de peso⁽⁵⁰⁾, se debe iniciar actividad física de manera paulatina, empezando con ejercicios ligeros y cortos durante 30 minutos hasta alcanzar los 60 minutos diarios, mínimo 3 y hasta alcanzar 7 días a la semana como lo recomienda la OMS. Incluso en niños y adolescentes con alto riesgo de enfermedad cardiovascular se recomienda incluir el ejercicio como parte del tratamiento⁽⁵¹⁾.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el ejercicio y la actividad física son importantes para mantener la pérdida de peso, principalmente a largo plazo y son la clave para preservar la masa corporal magra durante una alimentación con restricción energética. El papel del ejercicio trasciende el control del peso, conlleva efectos benéficos demostrados para la salud, en especial para el control de las enfermedades crónicas. Aunque el músculo esquelético fue considerado durante mucho tiempo un órgano encargado solo de la locomoción, el almacenamiento de proteínas y la generación de calor, hoy se sabe que actúa como un órgano endocrino a través de las miocinas. Estas proteínas pueden mediar los efectos protectores del ejercicio muscular, con respecto a enfermedades asociadas a un estilo de vida físicamente inactivo. La práctica regular de actividades físicas y deportivas relacionadas con una alimentación adecuada es, por lo tanto, uno de los elementos esenciales del tratamiento de la obesidad.

Financiación

El presente artículo no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de autoría

DC, ALMP, LL participaron en la concepción, la redacción y revisión del artículo. Los autores revisaron el artículo y validaron su versión final.

Referencias bibliográficas

1. Departamento de la Prosperidad Social. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. ENSIN: Encuesta Nacional de la Situación Nutricional [Internet]. Colombia; 2015 [Fecha de

consulta:20 Julio de 2019]. Disponible en <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>.

2. Organización de la Naciones Unidas. Más hambrientos y más obesos en América Latina en medio de la desigualdad [Internet]. Noviembre 7 de 2018. [Consultado: 20 de julio de 2019]. Disponible en <https://news.un.org/es/story/2018/11/1445101>
3. Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases Collaboration (BMI Mediated Effects), Lu Y, Hajifathalian K, Ezzati M, Woodward M, Rimm EB, et al. Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: a pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants. *Lancet*. 2014; 383(9921):970-83.
4. McGee DL. Body mass index and mortality: a meta-analysis based on person-level data from twenty-six observational studies. *Ann Epidemiol*. 2005;15(2):87-97.
5. Basdevant A, Aron-Wisnewski J, Clément K. Définitions des obésités. *Traité Médecine et Chirurgie de l'obésité*. Médecine Sciences Publications. Lavoisier; 2011. p. 3-8.
6. LaMonte MJ, Blair SN. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: contributions to disease risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006; 9(5): 540-6.
7. Wiklund P. The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. *J Sport Health Sci*. 2016; 5(2): 151-4.
8. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014; 384(9945): 766-81.
9. Blair SN, Archer E, Hand GA. Commentary: Luke and Cooper are wrong: physical activity has a crucial role in weight management and determinants of obesity. *Int J Epidemiol*. 2013; 42(6):1836-8.
10. Hill JO, Peters JC. Commentary: physical activity and weight control. *Int J Epidemiol*. 2013; 42(6):1840-2.
11. Luke A, Cooper RS. Physical activity does not influence obesity risk: time to clarify the public health message. *Int J Epidemiol*. 2013; 42(6):1831-6.
12. Westerterp KR. Assessment of physical activity: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 105(6): 823-8.
13. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation*. 2014; 129(25 Suppl 2): S102-38.
14. Carneiro IP, Elliott SA, Siervo M, Padwal R, Bertoli S, Battezzati A, et al. Is Obesity Associated with Altered Energy Expenditure? *Adv Nutr*. 2016;7(3): 476-87.

15. Di Renzo L, Del Gobbo V, Bigioni M, Premrov MG, Cianci R, De Lorenzo A. Body composition analyses in normal weight obese women. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2006;10(4):191-6.
16. Prado CM, Siervo M, Mire E, Heymsfield SB, Stephan BC, Broyles S, et al. A population-based approach to define body-composition phenotypes. *Am J Clin Nutr.* 2014;99(6):1369-77.
17. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci.* 2000; 904: 437-48.
18. Ward J. Sarcopenia and sarcopenic obesity: is it time the health system accepted fitness of older people as a health responsibility? *Australas J Ageing.* 2011;30(2): 61-2.
19. Prado CM, Wells JC, Smith SR, Stephan BC, Siervo M. Sarcopenic obesity: a critical appraisal of the current evidence. *Clin Nutr.* 2012; 31(5):583-601.
20. Prado CM, Heymsfield SB. Lean tissue imaging: a new era for nutritional assessment and intervention. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014; 38(8): 940-53.
21. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie sur l'activité physique pour la Région européenne de l'OMS 2016-2025 [Internet]. Comité Régional de L'europe Soixante-Cinquième Session ;14-17 septembre 2015. [Consultado el : 1 de Agosto de 2019] Disponible en http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/283807/65wd09f_PhysicalActivityStrategy_150474_withCover.pdf.
22. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016;39(11):2065-79.
23. Handelsman Y, Bloomgarden ZT, Grunberger G, Umpierrez G, Zimmerman RS, Bailey TS, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology- clinical practice guidelines for developing a diabetes mellitus comprehensive care plan-2015. *Endocr Pract.* 2015; 21(Suppl 1):1-87.
24. Cox CE. Role of Physical Activity for Weight Loss and Weight Maintenance. *Diabetes Spectr.* 2017; 30(3):157-60.
25. Franz MJ, VanWormer JJ, Crain AL, Boucher JL, Histon T, Caplan W, et al. Weight-loss outcomes: a systematic review and Meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up. *J Am Diet Assoc.* 2007;107(10):1755-67.
26. Redman LM, Heilbronn LK, Martin CK, Alfonso A, Smith SR, Ravussin E, et al. Effects of calorie restriction with or without exercise on body composition and fat distribution. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(3):865-72.
27. Weiss EP, Jordan RC, Frese EM, Albert Sg, Villareal DT. Effects of weight loss on lean mass, strength, bone and aerobic capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(1):206-17.
28. Donnelly JE, Honas JJ, Smith BK, Mayo MS, Gibson CA, Sullivan DK, et al. Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: Midwest Exercise Trial 2. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21(3):E219-E28.
29. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010;33(12): e147-67.
30. Schoeller DA, Shay K, Kushner RF. How much physical activity is needed to minimize weight gain in previously obese women? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66(3): 551-6
31. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain: a systematic review. *Obes Rev.* 2000; 1(2): 95-111.
32. Moholdt T, Wisløff U, Lydersen S, Nauman J. Current physical activity guidelines for health are insufficient to mitigate long-term weight gain: more data in the fitness versus fatness debate (The HUNT study, Norway). *Br J Sports Med.* 2014;48(20):1489-96.
33. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 2012;380(9838):219-29.
34. Raguso CA, Spada A, Jornayvaz FR, Philippe J. L'activité physique dans la prévention et le contrôle du diabète. *Rev Med Suisse.* 2007;3(114).
35. Gallois P, Vallée JP, Le Noc Y. L'activité physique: pourquoi? pour qui? comment la prescrire? *Médecine.* 2006;2(1):20-4.
36. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, et al. Walking Compared with Vigorous Exercise for the Prevention of Cardiovascular Events in Women. *N Engl J Med.* 2002;347(10):716-25.
37. Recker RR, Davies KM, Hinders SM, Heaney RP, Stegman MR, Kimmel DB. Bone gain in young adult women. *JAMA.* 1992;268(17):2403-8.
38. Depiesse F, Cayrac C. Ostéoporose et activité physique. En: F. Depiesse, O. Coste. Prescription des activités physiques: en prévention et en thérapeutique. 2nd Edition. Elsevier Masson; 2016. p.159-94.
39. Chan AT, Giovannucci EL. Primary Prevention of Colorectal Cancer. *Gastroenterology.* 2010;138(6):2029-2043.e10.
40. Conn VS. Anxiety outcomes after physical activity interventions: meta-analysis findings. *Nurs Res.* 2010;59(3):224-31.
41. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P, et al. Searching for the exercise factor: Is IL-6 a candidate? *J Muscle Res Cell Motil.* 2003; 24(2-3):113-9.
42. León-Ariza HH, Mendoza-Navarrete MP, Maldonado-Arango MI, Botero-Rosas DA. Miocinas y regulación metabólica, una revisión sistemática. *Apunts Med L'Esport.* 2018; 53(200):155-62.
43. León HH, Melo CE, Ramírez JF. Role of the myokines production through the exercise. *J Sport Heal Res.* 2012;4(2):157-66.
44. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as secretory organ. *Nat Rev Endocrinol.* 2012;8(8):457-65.
45. Norrbom J, Sundberg CJ, Ameln H, Kraus WE, Jansson E, Gustafsson T. PGC-1alpha mRNA expression is influenced

- by metabolic perturbation in exercising human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985). 2004;96(1):189-94.
46. da Silva AP, Maia TC, Silva DC, et al. Prevalence of overweight and obesity and associated factors in school children and adolescents in a medium sized Brazilian city. *Clinics* 2018;73:e438.
 47. World Health Organization (WHO). Guidelines on Physical Activity, Sedentary Behaviour and Sleep for Children under 5 years of age. WHO 2019.
 48. Physical Activity Guidelines for Americans, [Internet]. 2nd edition 2018 [Consultado: 1 de Agosto de 2019]. Disponible en: https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf
 49. Organización Mundial de la Salud (OMS). Recomendaciones mundiales de actividad sobre la actividad física en la salud. [Internet]. OMS 2010 [Consultado: 1 de Agosto de 2019]. Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
 50. Kleinman R, Greer F, editors. Pediatric Obesity. In: *Pediatric Nutrition, AAP 7th edition* 2014.
 51. Corkins MR, Balint J, Bobo E, Plogsted S, Yaworski JA, editors. Obesity and Metabolic Syndrome. In: *The ASPEN Pediatric Nutrition Support Core Curriculum, 2a edition* 2015.



Consideraciones nutricionales en entrenamiento en altura

Nutritional considerations in altitude training *Considerações nutricionais no treino em altitude*

Mauricio Serrato Roa^{1*}

Recibido: 1 de julio de 2019. Aceptado para publicación: 5 de agosto de 2019
<https://doi.org/10.35454/rncm.v2n2.010>

Resumen

La altitud, moderada y alta, somete al individuo a un ambiente hostil al cual debe adaptarse. La hipoxia hipobárica causa una reducción en la presión arterial de oxígeno que produce una disminución significativa en la capacidad de generar energía, reduciendo el consumo máximo de oxígeno. Se desencadenan respuestas agudas a medida que las respuestas adaptativas se instauran. Para lograr adaptarse a la altura es necesario implementar medidas nutricionales específicas que serán definitivas para favorecer este proceso. Se deben instaurar medidas para evitar el catabolismo, lograr la adecuación nutricional, el estado de hidratación, la protección ante el estrés oxidativo, así como favorecer el aumento de la capacidad de transporte de oxígeno. Estas medidas deben hacerse en forma periódica según el plan de entrenamiento, el tipo de deporte y otras variables individuales.

Palabras clave: altura, hipoxia hipobárica, nutrición, deporte.

Abstract

Moderate and high altitude subject the individual to a hostile environment, for which one has to adapt. Hypobaric hypoxia causes a reduction in blood pressure of oxygen, which causes a significant decrease in the ability to produce energy, reducing the maximum consumption of oxygen. Acute responses are triggered, while adaptive responses are instituted. In order to adapt to altitude, it is necessary to implement specific nutritional measures that will be definitive in order to favor this process. Measures must be put in place to prevent catabolism, to reach nutritional adequacy, hydration status, for protection against oxidative stress, as well as to favor an increase in oxygen transport capacity. These measures should be periodized according to the training plan, the type of sport and other individual variables.

Key words: Altitude; Hypobaric hypoxia; Nutrition; Sport.

Resumo

A altitude, moderada e alta, sujeita o indivíduo a um ambiente hostil ao qual ele deve se adaptar. A hipoxia hipobárica provoca uma redução na pressão arterial de oxigênio que produz uma diminuição significativa na capacidade de gerar energia, reduzindo o consumo máximo de oxigênio. As respostas agudas são desencadeadas à medida que as respostas adaptativas são estabelecidas. Para adaptar-se à altura é necessário implementar medidas nutricionais específicas que serão definitivas para promover esse processo. Devem ser introduzidas medidas para evitar o catabolismo, alcançar a adequação nutricional, o estado de hidratação, a proteção contra o estresse oxidativo, bem como favorecer uma maior capacidade de transporte de oxigênio. Essas medidas devem ser realizadas periodicamente de acordo com o plano de treino, o tipo de esporte e outras variáveis individuais.

Palavras-chave: altitude, hipoxia hipobárica, nutrição, desporto.

INTRODUCCIÓN

Durante las migraciones las especies han desarrollado la habilidad de soportar el paso por las altas montañas.

Muchas de ellas se establecieron en asentamientos en planicies elevadas logrando desarrollar evolutivamente mecanismos compensatorios a la hipoxia hipobárica⁽¹⁾.

1 Posgrado Medicina del Deporte. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

Ministerio del Deporte, Colombia.

Correspondencia: *Mauricio Serrato Roa
serratomau@yahoo.com

La exposición a alturas moderadas o altas (2.000 a 5.600 msnm) causa una disminución de la presión barométrica que reduce el gradiente de presión para que ocurra la difusión del oxígeno desde el ambiente hasta la mitocondria. En este proceso la caída de la presión alveolar de oxígeno (PAO_2) causa a su vez una reducción de la presión arterial de O_2 (PaO_2), hecho conocido como hipoxia. La PaO_2 reducida causa una disminución en la saturación de la hemoglobina (SaO_2), en especial cuando la PaO_2 cae por debajo de 60 mmHg debido a que, en esta zona de la curva de disociación de la Hb, pequeños cambios en la presión afectan grandemente la SaO_2 . La desaturación causa reducción del aporte de O_2 a los tejidos ya que del total de O_2 que la hemoglobina (Hb) puede transportar solo una fracción estará unida al O_2 . Un menor volumen de O_2 llega a los tejidos causando una serie de alteraciones tisulares que resultan en cambios fisiológicos, bioquímicos, psicológicos y metabólicos entre otros, que afectan la función global de individuo, así como el rendimiento físico.

Estos cambios agudos provocan respuestas compensatorias. La hipoxia induce una respuesta en los quimiorreceptores que a su vez estimulan el centro respiratorio en el tallo cerebral, haciendo que aumente la ventilación (VE) pulmonar para incrementar secundariamente la PAO_2 .

Mientras las respuestas agudas funcionan de manera temporal, se ponen en marcha respuestas adaptativas más eficientes. Los quimiorreceptores en el aparato yuxtglomerular del riñón aumentan la producción de eritropoyetina (EPO) con el fin de aumentar la producción medular de glóbulos rojos y su concentración de hemoglobina. Otros mecanismos parecen estar involucrados en las adaptaciones crónicas diferentes a los cambios hematológicos. Como resultado se produce una elevación sostenida de la masa total de hemoglobina (Hbt_{mass})⁽¹⁾. Un individuo a nivel del mar puede tener una Hbt_{mass} de 8 g/kg mientras que un individuo de la altura puede llegar a tener 12 g/kg y si entrena en altura este valor puede ser 15 g/kg. Con el tiempo se logran otras adaptaciones musculares, ventilatorias y cardiovasculares⁽²⁾.

Todos los cambios agudos y crónicos con la altura causan cambios muy importantes en el comportamiento alimentario. De hecho, se reduce el apetito mientras se incrementan las necesidades de hierro, proteínas, carbohidratos y líquidos. En este sentido se debe ajustar el aporte nutricional y las características de los alimentos para los individuos que van a permanecer en altura, con medidas nutricionales muy específicas que permitan lograr una buena adaptación y ayudar a com-

pensar tanto la pérdida del rendimiento físico como la reducción del tejido magro.

Muchos deportistas de nivel del mar cuando compiten en altura deben buscar el menor impacto en su rendimiento mediante estrategias de diversa índole. Otros buscan adaptarse a la altura para mejorar su rendimiento a nivel del mar, ya sea viviendo arriba y entrenando abajo (LHTL), viviendo arriba y entrenando arriba (LHTH) o mediante protocolos de entrenamiento con hipoxia intermitente (HIT), razones por las cuales se requieren estrategias diferentes para cada situación.

Las demandas energéticas cambian en la exposición a la altura, el aumento de la tasa metabólica puede afectar la composición corporal. En estas condiciones los individuos se encuentran expuestos a un mayor estrés oxidativo, por lo que se requiere suplementación de antioxidantes junto con una dieta rica en los mismos. La dieta debe ser modificada para intentar reducir la producción de gas intestinal.

Resulta fundamental realizar un buen plan nutricional para personas y atletas que van a competir o entrenar en altura de manera que se pueda ayudar a lograr el resultado esperado en este ambiente de por sí difícil. Esta revisión se centrará en los cambios que ocasionan la disminución del apetito, la deshidratación provocada por la altura y los requerimientos aumentados de hierro y antioxidantes, especialmente en mujeres que se exponen a alturas intermedias. Es necesario tener en cuenta que la mayoría de los estudios publicados se refieren a grandes altitudes y no a las alturas moderadas que son las que conciernen a esta revisión.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los individuos que practican deportes en los cuales se involucra de alguna manera la resistencia aeróbica, verán afectado de manera significativa su rendimiento en la altura. La hipoxia hipobárica (menor presión atmosférica por lo tanto menor gradiente para la difusión del O_2) causa una reducción en la disponibilidad mitocondrial de O_2 , motivo por lo cual se reduce su extracción periférica, hecho que conlleva a una reducción en producción de energía aeróbica. Según Fulco⁽³⁾ por cada 100 metros por encima de los 1.500 msnm el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2max}$) se reduce en 1 % por cada 100 adicionales de altitud. Fisiológicamente por cada 1 % de disminución en la SaO_2 por debajo de 95 % el $\dot{V}O_{2max}$ se reduce en 1 % - 2 %⁽⁴⁾.

Los efectos secundarios de la hipoxia derivan en primera instancia de la deficiencia relativa de oxígeno

para el trabajo muscular y en segundo plano como efectos secundarios de las respuestas agudas al estrés que provoca dicha hipoxia. El aumento inmediato y permanente en la VE en altura, causa también un incremento en la pérdida insensible de agua por la respiración⁽⁵⁾. Durante estos primeros días se siente fatiga, cefalea y disminución del apetito⁽⁶⁾.

La exposición crónica a la altura provoca un aumento de la HB_{mass} como resultado del aumento de la producción de EPO⁽³⁾. Se ha reportado que hay una reducción en el costo energético del ejercicio a nivel del mar debido a un metabolismo más eficiente al producir más ATP por mol de O_2 , junto con un menor consumo de ATP⁽⁶⁾. Los principales mediadores de los efectos celulares de la altura se deben al aumento tanto del Factor Inducible de Hipoxia (HIF-1) como del factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF). El efecto de este factor causa aumento de ciertas proteínas críticas en el metabolismo energético, como la enzima piruvato deshidrogenasa (PDH), lactato deshidrogenasa (LDH), el transportador de glucosa GLUT-1 y el transportador de monocarboxilados MCT-4. Todos en conjunto causan un aumento de la glicolisis citoplasmática que lógicamente termina aumentando la producción de lactato en cargas submáximas. Con la aclimatación se reduce la producción de lactato en condiciones hipóxicas, efecto que se ha denominado "La paradoja del Lactato"⁽⁷⁾.

Resulta evidente que el rendimiento de resistencia se afectará proporcionalmente con el nivel de hipoxia al cual el individuo será sometido. Para favorecer las adaptaciones a la altura, es necesario complementar las medidas fisiológicas con medidas nutricionales con el fin de evitar la deshidratación, reducción de la masa magra, el estrés oxidativo y aportar macronutrientes para aumentar la síntesis proteica, de hemoglobina y glóbulos rojos.

MEDIDAS NUTRICIONALES PARA INCREMENTAR LOS DEPÓSITOS DE HIERRO EN ALTURA

Una de las medidas más importantes para favorecer las adaptaciones en la altura es mejorar la capacidad de conducción y utilización del O_2 aumentando la cantidad de hemoglobina. La síntesis de esta proteína es dependiente de la presencia del hierro tisular disponible⁽⁸⁾.

El incremento en la eritropoyesis en la altura causa un flujo del hierro de los depósitos tisulares haciendo que las reservas se depleten parcialmente. Al inicio se puede ver una reducción en los niveles de ferritina⁽⁹⁾.

En condiciones normales una dieta rica en hierro de alto valor biológico puede compensar las necesidades aumentadas en la altura; sin embargo, en el caso de las mujeres en edad reproductiva, es probable que requieran suplementación oral desde unas semanas antes de la exposición a la altura. Se recomienda realizar un monitoreo frecuente de la ferritina, y en caso de que se reduzca, suplementar 100 mg/día⁽¹⁰⁾.

MEDIDAS NUTRICIONALES PARA MANTENER EL BALANCE ENERGÉTICO

Durante el periodo de aclimatación a la altura, el apetito se ve francamente disminuido⁽¹¹⁾, hecho que junto a un incremento en la tasa metabólica basal (TMB)⁽¹²⁾, causan un balance energético negativo. Este efecto en la reducción del apetito es más significativo en alturas superiores a 5.000 msnm. El catabolismo proteico puede estar relacionado con la activación de la AMPK⁽¹³⁾. Un ajuste apropiado del gasto energético junto con la ingesta de nutrientes puede ayudar a prevenir la reducción de la masa magra⁽¹⁴⁾. La reducción en el peso también obedece en parte a la deshidratación causada por las pérdidas insensibles de agua debido al aumento compensatorio de la VE y de la diuresis⁽¹⁵⁾. Es claro que una adecuada hidratación es clave para el rendimiento deportivo. El aumento de la temperatura central producto de hipermetabolismo del ejercicio implica que se desencadenen los mecanismos compensatorios de termorregulación. Para favorecer la pérdida de calor es necesario realizar una desviación del gasto cardiaco, que estaba destinado al músculo, hacia la piel para luego secretar sudor y disipar la energía térmica por evaporación. Las pérdidas obligatorias de agua se ven incrementadas en la altura, tanto que pueden llegar en promedio hasta 2.700 mL en un hombre. Si estas pérdidas se suman al volumen de sudoración por ejercicio, el individuo estará más predispuesto a sufrir grados importantes de deshidratación. El uso de bebidas energéticas, con dosis pequeñas de cafeína, no altera el balance hídrico durante el ejercicio⁽¹⁶⁾, pero sí mantiene su efecto ergogénico en dosis que pueden ir hasta los 8 mg/kg.

Se debe aumentar la ingesta de carbohidratos y proteínas en altura para poder mantener el peso corporal y reponer los depósitos de carbohidratos. Un aumento de la TMB afecta 65 % del total de gasto energético diario, por lo tanto, la ingesta calórica debe aumentar en forma proporcional. Se recomienda que el atleta aumente la frecuencia de alimentación, haciendo énfasis en un contenido de carbohidratos que proporcionen como mínimo 60 % de las necesidades energéticas diarias.

Los carbohidratos son además un buen sustrato en altura ya que para oxidarse, consumen menos oxígeno que las grasas. Los deportes de resistencia pueden requerir dietas ricas en carbohidratos incluso hasta 80 % del gasto calórico diario, lo que da un valor cercano a los 13 g/kg. En el deporte se hace énfasis en los carbohidratos líquidos como suplementos ergogénicos, los cuales están disponibles comercialmente como maltodextrinas en diferentes combinaciones en barras energéticas, gomas o geles. Hoy en día muchos se asocian a dosis de cafeína que van desde 25 hasta 175 mg. Dosis que son consideradas muy bajas para afectar el balance hídrico⁽¹⁶⁾. La cafeína, en su forma anhidra, aumenta la atención durante ejercicios prolongados, mejora la resistencia y el tiempo de fatiga, entre otros⁽¹⁶⁾.

En la recuperación postejercicio se recomienda el uso de carbohidratos mixtos en combinación con proteínas. Estas bebidas están disponibles en concentraciones variables, con contenido alto de leucina y carbohidratos de rápida absorción. Se ha demostrado que esta combinación ayuda a mejorar la resíntesis de glucógeno⁽¹⁷⁾. Para esta recuperación se deben consumir 15 g/kg/h de carbohidratos en las primeras 4 horas postejercicio⁽¹⁸⁾.

En la actualidad se está estudiando la adición de curcumina y bromelina a las bebidas de recuperación por su efecto en la reducción de la inflamación postejercicio⁽¹⁹⁾. De acuerdo con Jeukendrup, las necesidades nutricionales deben ser personalizadas y ajustadas en cada paciente y periodizadas de acuerdo con el plan de entrenamiento⁽²⁰⁾.

Adicionar vitamina D podría ser útil en condiciones de hipoxia hipobárica para prevenir las pérdidas de masa magra⁽²¹⁾, además de que ayuda a reducir la hidroxilación de la vitamina D₃ en el riñón como consecuencia de la hipoxia.

MEDIDAS NUTRICIONALES PARA EVITAR EL ESTRÉS OXIDATIVO EN ALTURA

Se ha establecido que el ejercicio de resistencia conlleva un estrés oxidativo adicional debido al alto flujo mitocondrial de electrones que causa un aumento de las Especies Reactivas de Oxígeno o Nitrógeno (RONS, por sus siglas en inglés). Estos radicales reactivos deben ser barridos por los sistemas celulares de antioxidantes, que por fortuna son inducidos precisamente por entrenamiento como medida compensatoria y adaptativa a la resistencia. El estrés oxidativo ha sido asociado al inicio

del Síndrome de Dolor Tardío Postejercicio (DOMS, por sus siglas en inglés) y el excesivo entrenamiento⁽²²⁾.

Aún es contradictoria la información sobre los efectos de la suplementación de antioxidantes en el ejercicio de resistencia, sin embargo al considerar que la exposición a la altura puede incrementar la producción de RONS en las células musculares por el ejercicio, se ha sugerido que la suplementación de antioxidantes puede prevenir el daño celular, ayudando como segunda línea de defensa a los sistemas celulares como la superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa GPX) catalasa (CAT) o glutatión reductasa (GR).

Las vitaminas E y A en la membrana celular y la vitamina C intracelular ayudan como segunda línea de defensa ante los RONS. Algunos autores han reportado algún beneficio de su uso en ejercicio en altura⁽²³⁾. El uso de la vitamina E se ha recomendado con este fin⁽²³⁾; sin embargo, se debe esperar aún más evidencia que soporte esta estrategia para poder hacer una recomendación⁽²⁴⁾. El uso de la mega dosis podría incluso obstruir el proceso de señalización para lograr la adaptación al entrenamiento⁽²⁵⁾.

La recomendación más clara hace referencia al consumo de alimentos ricos en antioxidantes naturales contenidos en frutas y vegetales con los cuales se puede minimizar el estrés oxidativo (vitamina C, carotenos, polifenoles, resveratrol, glutatión, quercetina, flavonoides y otros fitoquímicos)^(24, 26).

RECOMENDACIONES

Resulta necesaria una adecuada planificación nutricional para los atletas que se van a exponer a alturas moderadas y altas, debido a los efectos secundarios de la altura en rendimiento y potencialmente en la salud. Por lo tanto, se deben implementar medidas especiales para mantener un adecuado estado de hidratación, evitar la pérdida de masa magra, proteger del daño oxidativo y favorecer las adaptaciones hematológicas y musculares.

Los requerimientos aumentados de algunos macro y micronutrientes deben ser ajustados de manera individual teniendo en cuenta la altura a la cual se exponen, el peso, sexo y modalidad deportiva. Estas recomendaciones están basadas en los requerimientos de los deportes con un componente de resistencia importante.

Se debe diferenciar si el deportista se expondrá a la altura buscando adaptarse para obtener beneficios, o simplemente debe competir en altura como consecuencia de su calendario competitivo. Por lo tanto, los

ajustes son diferentes y la nutrición debe ser adecuada de manera específica, ya que en la primera situación se busca permanecer mínimo 2 a 3 semanas para lograr adaptaciones, mientras que en la segunda se debe tratar de atenuar el impacto de altura en el rendimiento y los síntomas agudos de la exposición a la altura.

En caso de la exposición aguda para competir en altura se busca que los deportistas ingieran cantidades suficientes de carbohidratos para carga de glucógeno, suplementarlos como carbohidratos líquidos, evitar alimentos que aumenten el gas intestinal, incrementar el consumo de alimentos con antioxidantes naturales y suplementar las vitaminas E y C. También se recomienda la hidratación para mantener el balance hídrico, monitorizando el peso y la densidad urinaria continuamente. Durante la competencia se puede usar la cafeína sin el riesgo de aumentar la deshidratación.

CONCLUSIÓN

Realizar un plan nutricional para el deportista que se va a exponer a alturas moderadas es fundamental para lograr el efecto adaptativo y de rendimiento esperados. Para ello se debe realizar una periodización nutricional individual con el fin de evitar el catabolismo, la deshidratación, la pérdida de hierro tisular y el estrés oxidativo. Esta intervención debe ser integral y realizada por el equipo multidisciplinario.

Agradecimientos

Agradecimientos a la doctora Johana Ledezma nutricionista por la revisión de este documento.

Declaración de autoría

Este escrito es autoría de revisión de la literatura y experiencias propias del autor.

Declaración de conflictos de interés y financiamiento

No refiero conflicto de intereses y no recibo aporte de la industria de productos nutricionales o farmacéuticos relacionados con este escrito.

Referencias bibliográficas

- Böning D. Physical Exercise at Altitude - Acclimation and Adaptation Effects in Highlanders on Different Continents. *Dtsch Z Sportmed.* 2019;70:135-40.
- van der Zwaard S, Brocherie F, Kom BLG, Millet GP, Deldicque L, van der Laarse WJ, et al. Adaptations in muscle oxidative capacity, fiber size, and oxygen supply capacity after repeated-sprint training in hypoxia combined with chronic hypoxic exposure. *J Appl Physiol* (1985). 2018;124(6):1403-12.
- Fulco CS, Rock PB, Cymerman A. Maximal and submaximal exercise performance at altitude. *Aviat Space Environ Med.* 1998;69(8):793-801.
- Dempsey JA, Wagner PD. Exercise-induced arterial hypoxemia. *J Appl Physiol* (1985). 1999;87(6):1997-06.
- Schmidt W, Heinicke K, Rojas J, Manuel Gomez J, Serrato M, Mora M, et al. Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1934-40.
- Czuba M, Maszczyk A, Gerasimuk D, Roczniok R, Fidos-Czuba O, Zajac A, et al. The effects of hypobaric hypoxia on erythropoiesis, maximal oxygen uptake and energy cost of exercise in normoxia in elite biathletes. *J Sports Sci Med.* 2014; 13(4):912-20.
- Hochachka PW, Beatty CI, Burelle Y, Trump ME, McKenzie DC, Matheson GO. The lactate paradox in human high-altitude physiological performance. *News Physiol Sci.* 2002;17:122-6.
- Pollycove M, Mortimer R. The quantitative determination of iron kinetics and hemoglobin synthesis in human subjects. *J Clin Invest.* 1961;40:753-82.
- Pauls DW, van Duijnhoven H, Stray-Gundersen J. Iron insufficient erythropoiesis at altitude-speed skating. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(5):252S.
- Nandadeva TDP, Dissanayake AMSDM, Rajaratne AAJ, Nanayakkara SDI. Effect of iron supplementation during high altitude training on haemoglobin and iron status of Sri Lankan middle-and long-distance athletes. *Sri Lanka Journal of Medicine.* 2019;28(1):30-40.
- Kayser B. Nutrition and energetics of exercise at altitude. Theory and possible practical implications. *Sports Med.* 1994;17(5):309-23.
- Butterfield GE, Gates J, Fleming S, Brooks GA, Sutton JR, Reeves JT. Increased energy intake minimizes weight loss in men at high altitude. *J Appl Physiol* (1985). 1992;72(5):1741-8.
- Liu L, Cash TP, Jones RG, Keith B, Thompson CB, Simon MC. Hypoxia-induced energy stress regulates mRNA translation and cell growth. *Mol Cell.* 2006; 21(4):521-31.
- Dünnwald T, Gatterer H, Faulhaber M, Arvandi M, Schobersberger W. Body Composition and Body Weight Changes at Different Altitude Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2019;10:430.
- Richardson A, Watt P, Maxwell N. Hydration and the physiological responses to acute normobaric hypoxia. *Wilderness Environ Med.* 2009;20(3):212-20.
- Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition

- position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7(1):5.
17. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon LJC. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20(6):515–32.
 18. Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci.* 2011; 29 Suppl 1: S17.
 19. Heaton LE, Davis JK, Rawson ES, Nuccio RP, Witard OC, Stein Kw, et al. Selected in-season nutritional strategies to enhance recovery for team sport athletes: a practical overview. *Sports Me.* 2017; 47(11): 2201-8.
 20. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: Carbohydrate intake during exercise. *Sports Med.* 2014;44(Suppl 1):25–33.
 21. Kasprzak Z, Sliwocka E, Henning K, Pilaczyńska-Szczesiak Ł, Huta-Osiecka A, Nowak A. Vitamin D, Iron metabolism, and diet in alpinists during a 2-week high-altitude climb. *High Alt Med Biol.* 2015;16(3):230-5.
 22. Kawamura T, Muraoka I. Exercise-induced oxidative stress and the effects of antioxidant intake from a physiological viewpoint. *Antioxidants (Basel).* 2018;7(9): pii: E119.
 23. Bryant RJ, Ryder J, Martino P, Kim J, Craig BW. Effects of vitamin E and C supplementation either alone or in combination on exercise-induced lipid peroxidation in trained cyclists. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):792-800.
 24. Koivisto AE, Olsen T, Paur I, Paulsen G, Bastani NE, Garthe I, et al. Effects of antioxidant-rich foods on altitude-induced oxidative stress and inflammation in elite endurance athletes: A randomized controlled trial. *PloS One.* 2019;14(6): e0217895.
 25. Ristow M, Zarse K, Oberbach A, Klötting N, Birringer M, Kiehntopf M, et al. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009;106(21):8665–70.
 26. Kayser B. Nutrition and high altitude exposure. *Int J Sports Med.* 1992;13 (Suppl 1):S129-32.

Noticias del *nutritionDay*

nutritionDay News *Notícias do nutritionDay*

Coordinadora: Angélica Pérez, ND

El *nutritionDay* es un estudio multicéntrico transversal de un día, de tipo auditoria con evaluación de resultados (a 30 días) liderado por la *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)* y la Universidad de Viena, Austria. La misión es concientizar sobre la malnutrición en el ámbito clínico y mejorar la calidad del cuidado nutricional.

Desde el año 2009, Colombia ha participado de manera continua en el estudio. Entre 2009 y 2015, participaron un total de 7,994 pacientes de 248 unidades representando el 5 % del total de pacientes en el mundo. Entre los resultados más interesantes encontrados en este periodo fue la observación de que la prevalencia del riesgo nutricional, según la herramienta MST, fue 38 % en Colombia, 41 % en Latinoamérica y 32 % en el mundo. Estos y otros análisis sobre el impacto del riesgo nutricional y de la disminución de la ingesta de alimentos en la mortalidad y el regreso al domicilio será objeto de una publicación posterior.

En el año 2016, se realizaron cambios en los formularios para la recolección de la información incluyendo nuevas variables importantes como indicadores de calidad y factores económicos. En esa ocasión se inscribieron 38 instituciones del país y se recolectaron datos de 1.948 pacientes.

En 2018, participaron 35 instituciones del país, 67 servicios, 3 unidades oncológicas con un total de 2 050 pacientes. Colombia fue el segundo país en incluir más pacientes (12% del total). Pese a que solo 69 % de las instituciones tiene un grupo de soporte nutricional,

91 % realiza tamizaje nutricional al ingreso hospitalario, lo que es una buena noticia.

Puede consultar los resultados de Colombia en la página del *nutritionDay*: https://www.nutritionday.org/cms/upload/pdf/6_about_nutritionDay/6.9.national_reports18/CO_country_Report_onco_2018_en.pdf

La ACNC es la encargada de coordinar y liderar para Colombia la realización del estudio, brinda apoyo constante y asesoría técnica permanente durante todas las etapas del estudio, facilitando su ejecución y garantizando que el *nDay* se realice bajo los parámetros definidos por ESPEN. De igual forma, recopila y sube toda la información a la plataforma, y posteriormente, con los resultados obtenidos hace una retroalimentación a cada hospital participante.

Si desea participar en el estudio lo invitamos a consultar la página de la ACNC donde encontrará la información necesaria. <https://www.nutricinicolombia.org/>.

SAVE THE DATE

nutritionDay

07 NOV nDay 2019

- 65 countries
- 26,000 patients
- 7,000 units
- 30 languages

FREE graphical report

- Worldwide certification
- Quality indicators
- Certificate

Join the worldwide 1-day audit on nutrition care

Together for a better nutrition care

Hospital Oncology ICU Nursing Homes

ESPEN
MEDICAL UNIVERSITY OF VIENNA
FAU



Premio José Félix Patiño Restrepo 2020

José Félix Patiño Restrepo 2020 Award

Prémio José Félix Patiño Restrepo 2020

Coordinadora: Fanny Aldana, ND PhD (c)

El premio de investigación José Félix Patiño Restrepo fue creado por la ACNC en el año 1989 en honor a un maestro, cirujano, científico y humanista pionero latinoamericano de la nutrición clínica. El objetivo del premio es reconocer e impulsar la investigación en el campo del metabolismo y la nutrición clínica en el país. Desde el año 2018 el premio es coordinado por la nutricionista e investigadora Fanny Aldana quien con liderazgo lo ha sabido modernizar y dinamizar: es así como el año pasado, participaron 44 trabajos libres, trabajos de grado y protocolos de investigación, alcanzando la convocatoria más concurrida en la historia del premio. Esta fue rápidamente sobrepasada en el año 2019, donde concursaron 67 trabajos, 20 protocolos de investigación, 14 trabajos de grado, 33 trabajos libres, 10 trabajos internacionales de México, Paraguay, Ecuador, Perú y Costa Rica. Para la versión 31 del premio, el premio al primer puesto de trabajos de grado se aumentó 1 millón de pesos.

Esperamos contar con una mayor participación nacional e internacional en la versión 31 (2020).

CATEGORÍAS

Trabajo libre

- Primer puesto: \$ 7.000.000
- Segundo puesto: \$ 4.000.000

Trabajo de grado

- Primer puesto: \$ 2.000.000
- Segundo puesto: mención

Protocolo de investigación

- Primer puesto: \$ 2.500.000

¿Desea ser jurado del premio? Escriba a: premiojfelix@nutriclinicacolombia.org

PARTICIPE COMO JURADO



Premio de investigación
José Félix Patiño Restrepo

Envíenos sus datos al correo
premiojfelix@nutriclinicacolombia.org



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE NUTRICIÓN CLÍNICA

Noticias de la Declaración de Cartagena

News of the Cartagena Declaration

Notícias da Declaração de Cartagena

La Declaración Internacional sobre el Derecho al Cuidado Nutricional y la Lucha contra la Malnutrición, llamada Declaración de Cartagena, fue firmada por los 16 presidentes de las Sociedades, Asociaciones y Colegios Latinoamericanas de Nutrición Clínica que conforman la FELANPE, el día 3 de mayo de 2019 en la ciudad de Cartagena, Colombia. Se trata de un instrumento que reconoce por primera vez el cuidado nutricional como un derecho humano emergente.

La Declaración se basa en los instrumentos internacionales de derechos humanos como la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948 y la Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO de 2005.

La Declaración busca a través de sus trece principios proporcionar un marco de referencia para promover el

desarrollo del cuidado nutricional en el ámbito clínico que permita que todas las personas enfermas reciban terapia nutricional en condiciones de dignidad. Servirá también, como un instrumento para que promuevan, a través de los gobiernos, la formulación de políticas y legislaciones en el campo de la nutrición clínica. Se pretende que el marco general de principios ayude a crear conciencia acerca de la magnitud de este problema y a forjar redes de cooperación entre los países de la región.

Después de la firma de la Declaración de Cartagena se conformaron grupos de trabajo para la creación de la caja de herramientas que busca facilitar la implementación de la Declaración (Figura 1). El comité de difusión publica el 13 de cada mes información sobre un principio de la Declaración (Figuras 2 y 3).



Figura 1. Etapas de la Declaración de Cartagena.

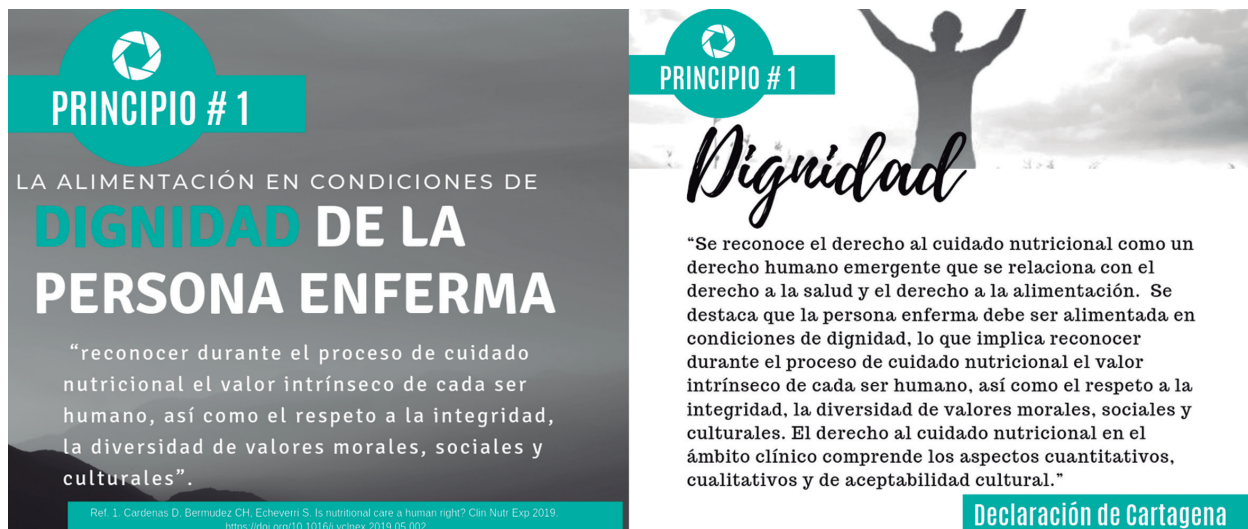


Figura 2. Principio 1: La alimentación en condiciones de dignidad de la persona enferma.

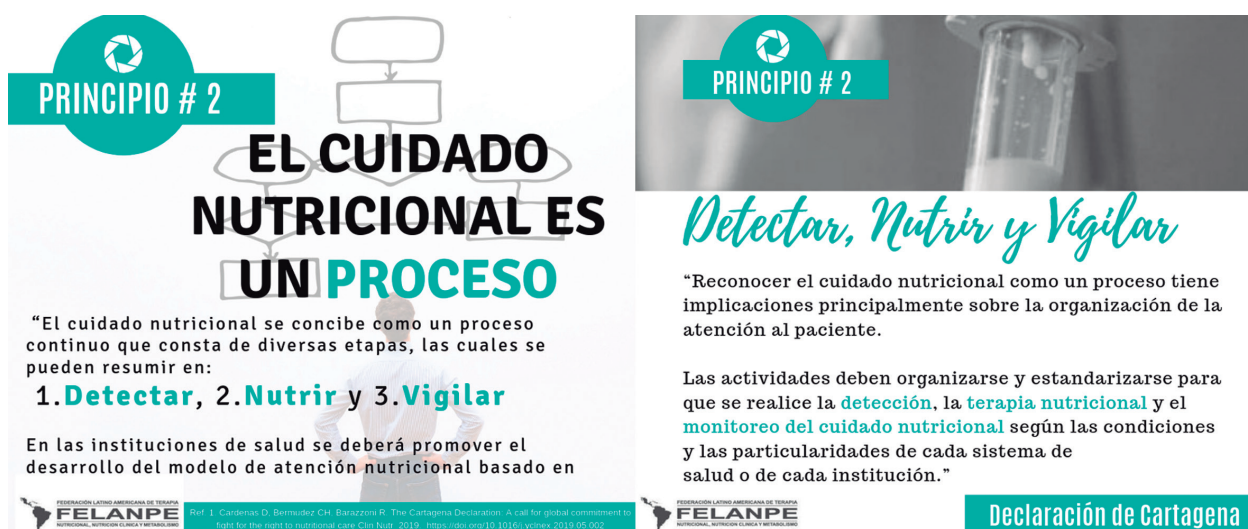


Figura 3. Principio 2 de la Declaración de Cartagena: el cuidado nutricional es un proceso.

Consulte toda la información sobre la Declaración de Cartagena en: <https://www.nutriclinicacolombia.org/>

Además de la publicación de la siguiente serie de artículos sobre el derecho al cuidado nutricional y sobre la Declaración, la FELANPE diseñó algunos videos que permitirán socializar en forma corta y sencilla la Declaración de Cartagena.

<http://felanpeweb.org/>

- Cardenas D, Bermúdez CH, Echeverri S, Perez A, Puentes M, Lopez M. et al. Declaración de Cartagena. Declaración Internacional sobre el Derecho al Cuidado Nutricional y la Lucha contra la Malnutrición. Rev. Nutr. Clin. Metab. 2019;2(2):X. Disponible en línea: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/>

- Cardenas D, Bermudez CH, Echeverri S. Is nutritional care a human right? *Clin Nutr Exp*. 2019;26:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2019.05.002>.
- Cárdenas D, Bermúdez C, Echeverri S, Pérez A, Puentes M, López L, Correia MITD, Ochoa JB, Ferreira AM, Teixeira MA, Arenas-Moya D, Arenas-Márquez H, León-Sanz M, Rodríguez-Veintimilla D. Declaración de Cartagena. Declaración Internacional sobre el Derecho al Cuidado Nutricional y la Lucha contra la Malnutrición. *Nutr Hosp* 2019;36(4):974-980.
- Cardenas D, Bermúdez Ch, Barazzoni R. The Cartagena Declaration: A call for global commitment to fight for the Right to Nutritional Care. *Clinical Nutrition*. In Press.
- Cardenas D. ¿Es el derecho a la alimentación en los hospitales un derecho humano? *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*. 2018;1(2): 9-12. Disponible en línea: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/wp-content/uploads/2018/09/2-RevistaNutricion-Editorial-Cardenas.pdf>