



La ACTIVIDAD FÍSICA para la SALUD y la PREVENCIÓN de enfermedades crónicas no transmisibles




**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA**

**Lourdes Cutti Riveros
Juan José Calleja Núñez
Emilio Manuel Arrayales Millán
(coordinadores)**

La actividad física para la salud
y prevención de las enfermedades crónicas
no transmisibles (ECNT)



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA**



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA** PUBLICACIONES
ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS



**COLECCIÓN
CIENCIA e
INVESTIGACIÓN**

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso

Abierto en



[DOI.ORG/ 10.52501/cc.085](https://doi.org/10.52501/cc.085)

www.comunicacion-cientifica.com

Ediciones Comunicación Científica se especializa en la publicación de conocimiento científico en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, comités y ética editorial, acceso abierto, medición del impacto de la publicación, difusión, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

La actividad física para la salud y su prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)

LOURDES CUTTI RIVEROS
JUAN JOSÉ CALLEJA NÚÑEZ
EMILIO MANUEL ARRAYALES MILLÁN
(coordinadores)

Lourdes Cutti Riveros • Juan José Calleja Núñez
Emilio Arrayales Millán • Rubí Cabrera Mejía.
Jorge A. Aburto Corona • Cecilia Guzmán Gutiérrez • Melinna Ortiz Ortiz •
Luis Mario Gómez Miranda • Roberto Espinoza Gutiérrez •
Juan José Calleja Núñez • Jessica Sánchez Revilla •
Robert Efraín Zárate Cornejo



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA**

La actividad física para la salud y su prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) / Lourdes Cutti Riveros, Juan José Calleja Núñez, Emilio Manuel Arrayales Millán (coordinadores). — Ciudad de México : Comunicación Científica, 2022.

117 páginas : ilustraciones — (Colección Ciencia e Investigación).

ISBN 978-607-59351-4-0

DOI 10.52501/cc.085

1. Ejercicio. 2. Enfermedades crónicas — Prevención. I. Cutti Riveros, Lourdes. II. Calleja Núñez, Juan José. III. Arrayales Millán, Emilio Manuel. IV. Serie.

LC: RA781

Dewey: 613.71

D. R. Lourdes Cutti Riveros, Juan José Calleja Núñez, Emilio Manuel Arrayales Millán

Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V., 2022

Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400,

Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,

Tel. (52) 55 5696-6541 • móvil: (52) 55 4516 2170

info@comunicacion-cientifica.com • infocomunicacioncientifica@gmail.com

www.comunicacion-cientifica.com  comunicacioncientificapublicaciones

 @ComunidadCient2

ISBN 978-607-59351-4-0

DOI 10.52501/cc.085



Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos, el proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en Acceso Abierto en <https://doi.org/10.52501/cc.085>

ÍNDICE

<i>Introducción</i>	9
I. LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA UNA VIDA SANA EN CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE, <i>Lourdes Cutti Riveros y Robert Efraín Zárate Cornejo</i>	11
II. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES METABÓLICAS, <i>Rubí Cabrera Mejía</i>	29
III. PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS CON OBESIDAD, DIABETES E HIPERTENSIÓN, <i>Jorge A. Aburto Corona, Cecilia Guzmán Gutiérrez y Melinna Ortiz Ortiz</i>	61
IV. ALIMENTACIÓN EN PERSONAS CON OBESIDAD, DIABETES E HIPERTENSIÓN FÍSICAMENTE ACTIVAS, <i>Roberto Espinoza Gutiérrez y Luis Mario Gómez Miranda</i>	75
V. ADMINISTRACIÓN, ORGANIZACIÓN Y PROMOCIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE PARA LA SALUD <i>Juan José Calleja Núñez y Jessica Sánchez Revilla</i>	103
Sobre los autores	119

Introducción

EMILIO MANUEL ARRAYALES MILLÁN

El objetivo del presente libro es analizar la actividad física y su intervención en las enfermedades crónicas no transmisibles, recoge los trabajos realizados por profesores investigadores de la Facultad de Deportes Campus Tijuana de la Universidad Autónoma de Baja California. El deporte y la actividad física influyen positivamente en la salud, al ser componentes esenciales de un estilo de vida saludable que puede ayudar a prevenir algunas enfermedades. También puede tener un impacto sobre los factores emocionales y motivacionales (fortalecer la autoestima), y sobre todo afecta positivamente en los factores interpersonales y relacionados con la identidad (comportamiento asertivo y positivo.)

Según datos de la OMS, al menos 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud, esta problemática de sedentarismo se ha acentuado más en los últimos años. El sedentarismo es uno de los principales factores de riesgo de muerte prematura mundial junto con el exceso de peso, el alcohol y el tabaquismo.

Las facilidades de la tecnología y el acceso a servicios han ido cambiando los estilos de vida en la población, generando cada vez el incremento de las actividades sedentarias, donde existe poco gasto de energía, debido a desplazarse en automóvil, ver la televisión sentado o estar frente a teléfonos móviles, tabletas, ordenadores, videojuegos, etc. Esta inactividad física, en el contexto del confinamiento por la pandemia por covid-19 se, ha agudizado, debido al mínimo de movimiento.

La inactividad física genera la disminución de fuerza muscular y degeneraciones de leves a moderadas de los huesos, ocasionando la artritis. Además, hay aumento de triglicéridos y colesterol por el incremento del sobrepeso y la obesidad, incluso existe el riesgo de padecer problemas cardíacos y estrés.

Los beneficios de realizar actividades físicas como correr, nadar, caminar, andar en bicicleta y hacer deporte ayuda a una mayor resistencia a las enfermedades no transmisibles, al incremento de la autoestima y autoconfianza, y ayuda a la reducción del estrés y pérdida de peso. Una práctica moderada de actividad física regula el metabolismo, ayuda a disminuir el riesgo de hipertensión, de diferentes tipos de cáncer, previene la diabetes y reduce el riesgo de fracturas.

El presente libro reflexiona sobre la importancia de la actividad física para la salud, recoge los trabajos realizados por profesores investigadores de la Facultad de Deportes, campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California, quienes presentaron sus resultados en el Primer Seminario Internacional de Investigación titulado “Actividad Física y su Intervención en las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECTN) y que han enriquecido, para su publicación, con los comentarios y aportes de los investigadores participantes.

El libro está compuesto por cinco capítulos: “La actividad física para una vida sana en cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible”; “Anatomía y fisiología de las enfermedades metabólicas”; “Prescripción del ejercicio físico en personas con obesidad, diabetes e hipertensión”; “Alimentación en personas con obesidad, diabetes e hipertensión físicamente activas” y “Administración, organización y promoción de actividad física y deporte para la salud”.

Además, el libro se convierte en el parteaguas del inicio de la Maestría de Actividad Física para la salud en la Facultad de Deportes campus Tijuana.

I. La actividad física para una vida sana en cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible

LOURDES CUTTI RIVEROS*

ROBERT EFRAÍN ZÁRATE CORNEJO**

Resumen

Una práctica de actividad física regular genera beneficios sociales y de salud, inculca estilos de vida saludables en la población, previniendo el sedentarismo y los problemas de enfermedades no transmisibles. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía, por lo que un nivel adecuado de actividad física complementado con una buena alimentación reducen el riesgo de que se manifiesten enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes, cáncer de mama y colon, osteoporosis y depresión.

Este capítulo busca analizar el acceso de la población a la práctica de la actividad física para una vida sana en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, para ello, se realiza revisión de bibliografía y datos secundarios que permiten concluir que para el caso de México el 60.4% de la población mayor a 18 años es inactivo físicamente y sólo el 39.6% se considera activa físicamente. En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), México ha avanzado en los ODS donde “quedan grandes retos”

* Doctora en Ciencias Educativas, profesora de la Facultad de Deportes, campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California. Email: lourdes.cutti.riveros@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-9256>

** Doctor en Ciencias Económicas, profesor de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Baja California. Email: robertzarate@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6636-1939>

(2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15 y 17). Parte del esfuerzo del gobierno es fomentar la actividad física y el deporte como estrategia de cultura física a partir de las modalidades “Muévete Escolar”, “Muévete Laboral”, “Muévete” Población Abierta “Tu Zona Muévete” y “Red Nacional de Comunidades en Movimiento”.

Palabras clave: *Sedentarismo, Objetivos de Desarrollo Sostenible, actividad física y vida sana.*

Introducción

La práctica de la actividad física tiene impactos importantes en la salud, es un factor de protección para la prevención y el tratamiento de enfermedades no transmisibles (ENT), como las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares, la diabetes y el cáncer de mama y de colon, además de contribuir a la disminución de otros riesgos de salud como la hipertensión, el sobrepeso y la obesidad (OPS, 2018).

En México la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, en su Programa Institucional 2021-2024, publicado en el *Diario Oficial de la Federación*, manifiesta su aportación a los ODS que conforman la Agenda 2030, principalmente en los siguientes: 3 “Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades”, 4 “Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos” y 5 “Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas”.

De acuerdo con la OMS, el propósito de los ODS sobre las ENT con miras a la Agenda 2030 es “reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar”.

El presente capítulo aborda como objetivo analizar el acceso de la población a la práctica de la actividad física para una vida sana en cumplimiento de los ODS. El deporte y la actividad física influyen positivamente en la salud, al ser componentes esenciales de un estilo de vida saludable que

puede ayudar a prevenir algunas enfermedades. También puede tener un impacto sobre los factores emocionales y motivacionales (fortalecer la autoestima), y sobre los factores interpersonales y relacionados con la identidad (comportamiento asertivo y positivo).

Según datos de la OMS, al menos 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud, esta problemática de sedentarismo se ha acentuado aún más producto de la pandemia por covid-19. El sedentarismo es uno de los principales factores de riesgo de muerte prematura mundial junto con el exceso de peso, el alcoholismo y el tabaquismo.

1. Conductas sedentarias y las ECNT

La conducta sedentaria se refiere a la falta de movimiento durante las horas del día en que una persona realiza sus tareas y es caracterizada por actividades que sobrepasan levemente el gasto energético basal (~ 1 MET) (Montero *et al.*, 2015). El sedentarismo ocurre cuando no se realizan al menos 30 minutos de actividad física, provocando diversas enfermedades cardiovasculares, pulmonares y musculares. La inactividad física definida como el no cumplimiento de las recomendaciones mínimas internacionales de actividad física para la salud de la población genera cansancio, pesadez, pérdida de elasticidad y tono muscular (García, 2019).

El sedentarismo tiene estrecha relación con los estilos de vida de la sociedad actual. La industrialización (transporte en coche), el desarrollo tecnológico (utilización de ordenadores, ver televisión, juego en videoconsolas, tablet, internet) y la globalización (viajes donde permanecemos sentados muchas horas) han traído como consecuencia cambios en nuestras formas de vivir, los cuales implican una menor necesidad de movimiento y ejercicio físico, iniciando en la niñez y trayendo situaciones más críticas en la adultez, favoreciendo la aparición de las enfermedades crónicas no transmisibles (Soler y Castañeda, 2017). Estas conductas sedentarias son factores de riesgo que influyen en el desarrollo de la obesidad, aumento de peso, aptitud física, menor duración de sueño y comportamiento social más de-

ficiente en niños y adolescentes. En el caso de los adultos, mortalidad por cualquier causa e incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes de tipo 2 (OMS, 2020).

El sedentarismo y los malos hábitos alimenticios se han convertido en una amenaza a la salud a nivel global, el 60% de la población mundial no tiene hábitos de actividad física, situación que se agudiza cada vez más a consecuencia del confinamiento social causado por el covid-19 (Ortiz, 2021). Según la OMS la inactividad física es uno de los factores de riesgo de mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles, como las enfermedades cardíacas, diabetes, cáncer, hipertensión y accidentes cerebrovasculares. Las personas que presentan hábitos sedentarios padecen un riesgo de muerte entre 20 y 30% mayor en comparación con las personas que alcanzan un nivel suficiente de actividad física (OMS, 2020).

El aislamiento social que se ha vivido desde el surgimiento del covid-19 ha impactado de manera negativa en la realización de la actividad física de la población. Algunos estudios dan a conocer que de 30 millones de usuarios de los monitores Fitbit a nivel mundial, comparado con los niveles de actividad física, exponen una disminución de entre 7 y 38% en la cantidad de pasos caminados. En el caso de China, primer país afectado por el covid-19, la actividad física disminuyó de 10 000 pasos en promedio por día a 6 000 pasos diarios en todo el país desde el momento en que se declaró en cuarentena. Estudios realizados en Chile en una población de hombres con promedio de edad de 23.8 años e IMC 22.1 Kg/m² mostraron una reducción en la cantidad de pasos diarios de 10 501 a 1 344 durante dos semanas. Después de la intervención los participantes presentaron cambios en su perfil metabólico asociado a 57% de aumento de insulina, 34% de aumento de péptido-C y 21% de aumento en triglicéridos, mientras que la masa grasa intraabdominal aumentó a 6.7% (Celis *et al.*, 2020).

En el caso de México, de acuerdo con el reporte de 2019 elaborado por el Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico, el 57.9% de la población mayor de 18 años es considerada como inactiva físicamente (INEGI, 2020). También, los estudios realizados en la población mexicana (1 027 sujetos, entre 22 y 27 años) sobre el nivel de actividad física y las conductas seden-

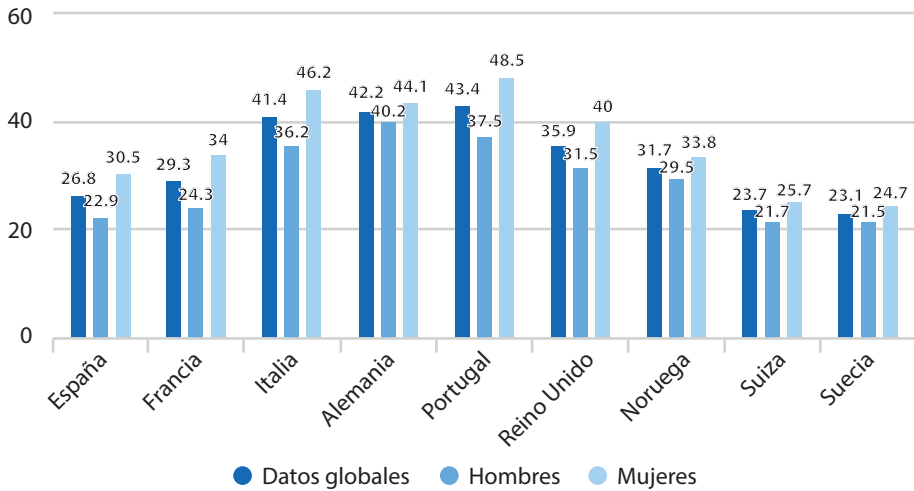
tarias mostraron que el nivel de actividad física tiende a disminuir a consecuencia del confinamiento por covid-19 durante los siete días de la semana incrementando comportamientos sedentarios como ver televisión, jugar en computadora, escuchar música y descansar (Zamarripa, *et al.*, 2021). Además, las mujeres presentan mayores niveles de inactividad física con un 32.2% y los hombres 25.5 por ciento.

El sedentarismo se ha convertido en una epidemia que afecta a niños, adolescentes, jóvenes y adultos, debido al uso inadecuado de los tiempos libres y a las actividades que conllevan estar sentados o recostados. Los países latinos como Brasil (47%), Costa Rica (46%), Argentina (41%), Colombia (36%), Ecuador (27%), Chile (26%) y Uruguay (22%) son los más afectados con este problema, ya que prevalecen las tasas más altas de sedentarismo infantil (OMS, 2018). Mientras que Perú, Bolivia y Haití, con más 10 millones de habitantes, no tienen datos registrados sobre el sedentarismo. Esto implica generar políticas públicas que promuevan el cambio de actitud sedentaria a una vida más activa cuyos hábitos se vean reflejados en la adultez.

Estudios realizados por la OMS sobre la evolución de la actividad física entre 2001 y 2016 mostraron que no ha habido avances significativos en la realización de la actividad física y que los habitantes de los países considerados como ricos están en riesgo de enfermar a consecuencia del sedentarismo. Los países con más inactividad física como Kuwait (67%), Samoa (53%), Arabia Saudí (53%) e Irak (52%) cada vez más están transitando hacia ocupaciones sedentarias y al transporte motorizado. A nivel global, una de cada tres mujeres y uno de cada cuatro hombres no tienen suficiente actividad física como para preservar la salud, esto implica el aumento de enfermedades cardiovasculares, diabetes de tipo 2, demencia y ciertos tipos de cáncer (Guthold, *et al.*, 2018).

En el caso de los países europeos la prevalencia de sedentarismo es muy alta, destacan Portugal (43.4%), Alemania (42.2%) e Italia (41.4%). Asimismo, la brecha entre género es similar, con un porcentaje mayor de inactividad en mujeres en relación con los varones (véase la gráfica 1).

Gráfica 1. Datos de sedentarismos en algunos países de Europa
(en adultos que no realizan actividad física)



Fuente: Castro (2018). La cuarta parte de la población mundial no se mueve ni 22 minutos al día.

2. La actividad física y los ODS

La Organización Mundial de la Salud define a la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que genera un gasto de energía. Actividades como caminar, montar bicicleta, practicar deporte y tareas del hogar son algunos ejemplos que se consideran como actividad física (OMS, 2020). La Organización Panamericana de la Salud, en su estrategia mundial sobre el régimen alimentario, actividad física y salud, menciona que la actividad física está relacionada con la salud y la calidad de vida. Sin embargo, la salud también depende de otros factores relacionados con el ambiente en el cual se desarrollan los individuos, la biología humana, el estilo de vida y el acceso al sistema de asistencia sanitaria.

Desde una perspectiva saludable, la actividad física agrupa las prácticas relacionadas con:

- El tipo de actividad: enfocado a la intensidad y el riesgo de la práctica.
- La manera de realizarla: que corresponde a la naturaleza de tipo recreativo o competitiva.

- Las características personales de los y las participantes: en relación con la edad, sexo, condición física, discapacidad (Devís, 2000).

Además de estas características, es necesario contar con el reconocimiento médico y considerar la seguridad, la intensidad y la ejecución técnica durante el desarrollo de una actividad física saludable evitando factores de riesgo y enfermedades (De Teresa y Vázquez, 2007).

La práctica de la actividad física es un recurso para la vida y el desarrollo sostenible sin importar las diferencias sociales ni geográficas (UNESCO, 2021). Trae beneficios en distintos ámbitos, como en lo biológico, psicosocial y cognitivo, además de prevenir enfermedades crónicas no transmisibles, menor uso de combustibles fósiles, un aire más limpio, carreteras menos congestionadas y más seguras, la cuales aportan al logro de los ODS (OPS, 2019). En el cuadro 1 podemos observar algunos beneficios de la práctica de la actividad física (García, *et al.*, 2010; García, 2019).

Cuadro 1. *Beneficios de la actividad física*

	<i>Beneficios</i>	<i>Aspectos sobresalientes</i>
Beneficios físicos	Reducción de grasas y quema calórica	El cuerpo quema calorías provenientes de los alimentos chatarra, lo que conlleva a la disminución de peso corporal previniendo la obesidad.
	Mejora la condición física	Ayuda al sano crecimiento de los huesos y articulaciones. <i>Aumenta y fortalece la masa muscular. Favorece el desarrollo de las capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad).</i>
	Previene enfermedades cardiovasculares, respiratorias y musculoesqueléticas	La práctica constante de actividades cardiovasculares y aeróbicas favorece la circulación y oxigenación de la sangre. <i>Previene enfermedades como la hipertensión arterial, reduce los niveles de colesterol y mejora las funciones pulmonares. Previene la osteoporosis y las discapacidades.</i>
Beneficios psicológicos	Reduce el estrés y mejora la relajación	Ejercitar el cuerpo lleva a la liberación de endorfinas, lo que da la sensación de felicidad y la producción de norepinefrina que alivia el estrés y los síntomas de depresión.
	Mejora las funciones cognitivas y de memoria	Hacer ejercicio favorece la producción de nuevas neuronas incrementando la creación de células del hipocampo, que son las responsables de la memoria y el aprendizaje.
	Autoestima	Mejora la imagen que se tiene de uno mismo haciendo que nos autovaloremos de mejor manera.

	<i>Beneficios</i>	<i>Aspectos sobresalientes</i>
Beneficios sociales	Mejora la integración y las relaciones sociales	Permite mejorar la confianza personal, la pérdida de miedo, el rechazo o el juicio externo.
	Fortalece lazos afectivos	El fomentar las relaciones interpersonales a través de sesiones de ejercicios, deportes colectivos y clases grupales fortalece los valores como el trabajo en equipo, el compañerismo trabajo cooperativo. <i>Favorece la convivencia y la comunicación.</i>
Beneficios ambientales	Promover la actividad física impacta de forma positiva en el medio ambiente	El uso de bicicleta o caminata como medio de transporte son actividades que mejoran tanto la salud de las personas como la del medio ambiente. <i>Sin embargo, estas actividades requieren de infraestructura de ciclovías o ciclo rutas y parques.</i>

Fuente: Elaboración propia.

En la Agenda 2030 el deporte y la actividad física tienen un papel fundamental para la salud y bienestar de la población. La actividad física es una herramienta fundamental para prevenir las enfermedades no transmisibles, como cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, diabetes, cáncer de colon y cáncer de mama, pero también ayuda a prevenir la hipertensión, el sobrepeso y la obesidad mejorando la salud mental, la calidad de vida y el bienestar (OPS, 2019). Desde esta perspectiva, hay una necesidad de moverse, disminuyendo la cantidad de tiempo de conductas sedentarias, como el estar sentado, recostado o en actividades que tengan un gasto energético de ≤ 1.5 MET (OPS/OMS, 2019). Actividades tales como desplazarnos sin coche, hacer las compras, subir las escaleras y ejercicios físicos como natación, jogging, fortalecimiento de los músculos en el gimnasio, entre otras, pueden contribuir al logro del ODS 3 (buena salud y bienestar) en todas las edades.

3. Metodología

Es una investigación documental, se realiza con análisis de base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico y con información proporcionada por organismos internacionales como la OMS y la OPS.

Asimismo, se ha realizado la revisión de documentos como el Plan de Desarrollo Nacional 2019-2024 y la propuesta de la Estrategia Nacional de Activación Física de la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte.

Se ha acudido a la base de datos de organismos como Sustainable Development Solutions Network, que vienen realizando mediciones de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como parte de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

4. Resultados

Con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, los países se han comprometido cumplir con las metas en los plazos establecidos, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de género, la defensa del medio ambiente y el diseño de nuestras ciudades. De acuerdo con el “Sustainable Development Report 2019”, presentado por SDG Index and Dashboards and Frames, se estableció un marco de medición de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, considerando para ello en orden de peso de menor a mayor: *a)* información no disponible, *b)* quedan grandes retos, *c)* quedan retos significativos, *d)* quedan grandes retos y *e)* ODS alcanzado.

En el caso de América Latina, su cumplimiento con las metas de los ODS está en avance, existe un mejor desempeño en el 1 (Fin de la pobreza) y el 7 (Energía limpia y asequible) y se ve una mejoría en el 6 (Agua limpia y saneamiento) y el 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), aunque en los demás, hay mucho que trabajar.

Mientras tanto, México ha avanzado significativamente, donde los ODS muestran que “quedan grandes retos” ODS (2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15 y 17). Queda trabajar para dar avance en los tiempos establecidos para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (1, 3, 5, 11, 12, 13, 14 y 18). Hay mucho que trabajar para erradicar el “fin de la pobreza”, salud y bienestar, igualdad género, entre otros (véase el cuadro 2).

Cuadro 2. México: La consecución de los ODS en los países de acuerdo con la OCDE 2019

<i>Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	<i>Situación alcanzada en los ODS</i>
1) Fin de la pobreza	Quedan retos significativos
2) Hambre cero	Quedan grandes retos
3) Salud y bienestar	Quedan retos significativos
4) Educación de calidad	Quedan grandes retos
5) Igualdad de género	Quedan retos significativos
6) Agua limpia y saneamiento	Quedan grandes retos
7) Energía asequible y no contaminante	Quedan grandes retos
8) Trabajo decente y crecimiento económico	Quedan grandes retos
9) Industria, innovación e infraestructura	Quedan grandes retos
10) Reducción de las desigualdades	Quedan grandes retos
11) Ciudades y comunidades sostenibles	Quedan retos significativos
12) Producción y consumo responsable	Quedan retos significativos
13) Acción por el clima	Quedan retos significativos
14) Vida submarina	Quedan retos significativos
15) Vida de ecosistemas terrestres	Quedan grandes retos
17) Paz, justicia e instituciones sólidas	Quedan grandes retos
18) Alianza para lograr los objetivos	Quedan retos significativos

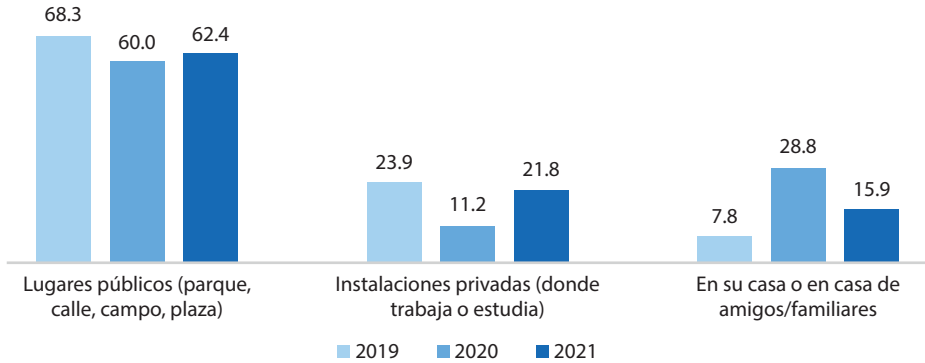
Fuente: Sustainable Development Solutions Network 2019.

4.1. Actividad física en la población mexicana

De acuerdo con el comunicado de prensa 31/22 del INEGI (2021), el 39.6% de la población mayor a 18 años se considera activa físicamente, del cual el 79.9% realizó deporte o ejercicio físico por motivos de salud, la tendencia de incremento y conciencia para practicar deporte es positiva.

La población que realizó ejercicio físico o deporte en instalaciones o lugares privados pasó de 11.2% en 2020 a 21.8% en 2021. En contraparte, el número de personas que declararon realizar su actividad física en una casa o domicilio particular disminuyó de 28.8% en 2020 a 15.9% en 2021 (véase la gráfica 2).

Gráfica 2. México: Distribución porcentual de la población de 18 y más años de edad activa físicamente que reporta un lugar de práctica



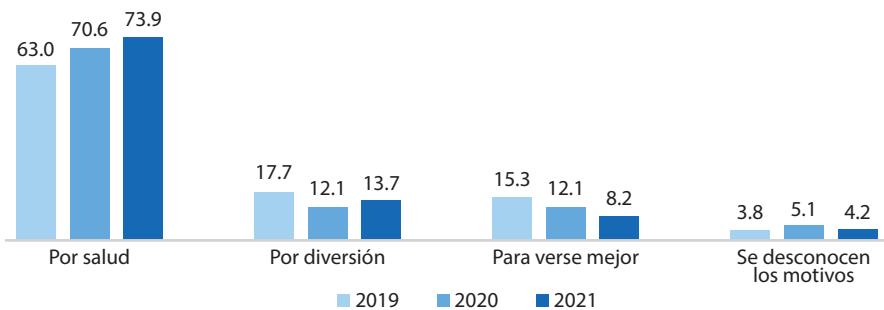
Fuente: INEGI. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2019, 2020 y 2021.

Nota: La opción en instalaciones privadas, en donde trabaja o estudia, incluye otro.

El tiempo promedio para quienes realizan actividad físico-deportiva y cumplieron con un nivel de suficiencia de ejercitación fue de 5 horas y 45 minutos para los hombres y 5 horas y 24 minutos para las mujeres.

En 2019, el motivo principal para realizar la práctica físico-deportiva fue “por salud” para 63% de la población. Para el 2020 aumentó a 70.6% y en 2021 este porcentaje es de 73.9%. La proporción de población que mencionó como motivo principal ejercitarse para verse mejor pasó de 15.3% en 2019 a 8.2% en 2021 (véase la gráfica 3).

Gráfica 3. México: Distribución porcentual de la población de 18 y más años de edad activa físicamente, por motivo principal para la práctica físico-deportiva en tiempo libre



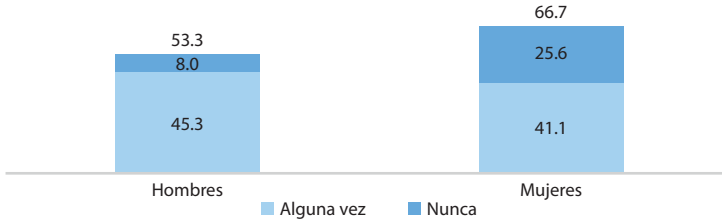
Fuente: INEGI. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2021.

Nota: El total de los porcentajes no suma 100, ya que se omite en 2019 el 0.3% y en 2020 el 0.1% de la opción “Otro motivo”, como salir a caminar por ejercitar a su mascota o por no gastar en transporte.

Preocupa la población inactiva físicamente, en noviembre de 2021 sumaba el 60.4% de la población de 18 y más años de edad, de esta cifra, el 71.4% mencionó que alguna vez ha realizado práctica físico-deportiva y 28.6% nunca ha realizado deporte o ejercicio físico en su tiempo libre (INEGI, 2021).

De acuerdo con la gráfica 4 el 66.7% de las mujeres mencionaron ser inactivas físicamente y, de ellas, 25.6% nunca ha realizado práctica físico-deportiva. Por su parte, el 53.3% de los hombres declararon ser inactivos y, de ellos, 8% nunca han realizado alguna práctica con anterioridad.

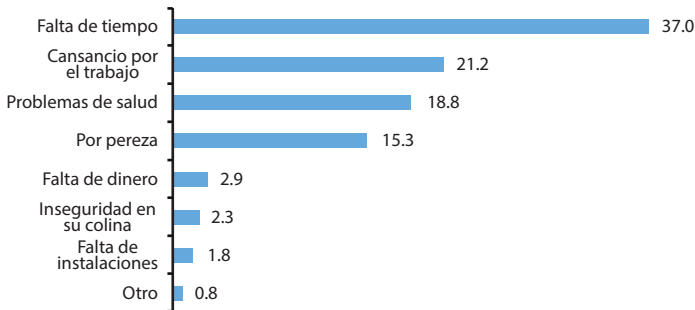
Gráfica 4. México: Porcentaje de la población de 18 y más años de edad inactiva físicamente según antecedente de práctica físico-deportiva en tiempo libre, por sexo



Fuente: INEGI. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2021.

La población inactiva físicamente manifiesta no haber realizado práctica físico-deportiva por razones de falta de tiempo en un 37%, cansancio por el trabajo 21.2%, problemas de salud 18.8%, pero preocupa la razón del cuarto lugar, que no realiza actividad física “por pereza” de 15.3% (véase la gráfica 5).

Gráfica 5. México: Distribución porcentual de la población de 18 y más años inactiva físicamente que nunca ha realizado práctica físico-deportiva, por razón principal

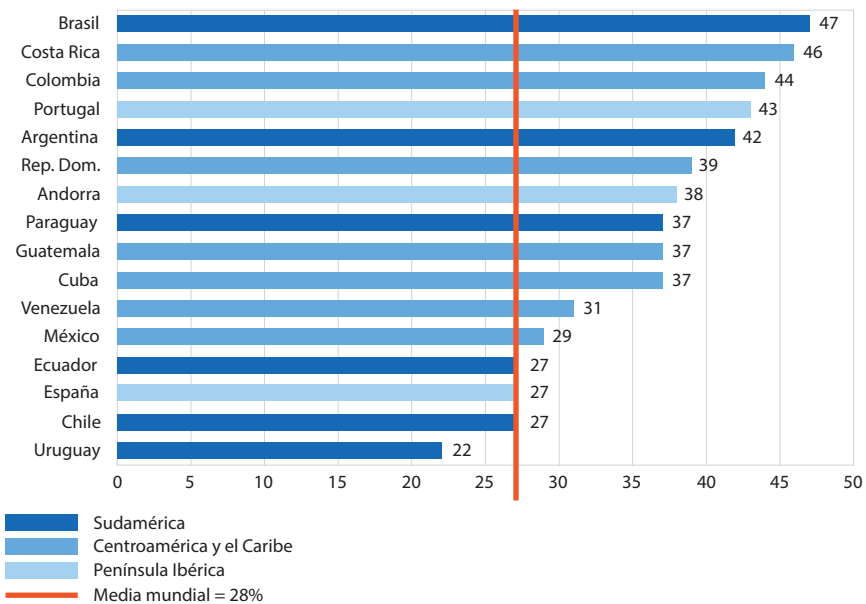


Fuente: INEGI. Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2021.

Sin embargo, el problema de la inactividad física no sólo es el caso de México, es un problema de muchos países en Latinoamérica, empata con el cumplimiento de los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre ellos el de “salud y bienestar”, que está relacionado con fomentar la actividad física, la no práctica conlleva a otros problemas de salud como la obesidad y el sedentarismo, lo cual se ha acentuado a consecuencia de la pandemia por covid-19.

En el contexto latinoamericano, las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud muestran una tasa de inactividad tanto entre jóvenes como en mayores de edad. Alrededor de 360 millones de personas en Latinoamérica tienen un peso mayor al recomendado por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (2017), lo que supone un 58% de la población (véase la gráfica 6).

Gráfica 6. Inactividad física en personas de más de 18 años (porcentaje)



Fuente: oms, 2017.

4.2. Acciones del gobierno de México para fomentar la actividad física

Una de las estrategias de práctica de la actividad física y el deporte del gobierno mexicano es la cultura física. A partir de esta estrategia busca la inclusión de la población para actividades físicas, recreativas y predeportivas con acciones que permitan la participación de niñas, niños, jóvenes, adultos, adultos mayores y personas con discapacidad, contribuyendo a la disminución del sedentarismo y de los factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles.

El fomento de desarrollo de la actividad física se realiza a través de la masificación de las siguientes modalidades (véase el cuadro 3):

- “Muévete Escolar”
- “Muévete Laboral”
- “Muévete” Población Abierta “Tu Zona Muévete”
- “Red Nacional de Comunidades en Movimiento”

Cuadro 3. México: Estrategia Nacional de Activación Física

“Muévete Escolar”	Generar en niñas/os de nivel básico, jóvenes de educación media superior y superior, una cultura que los oriente a llevar estilos de vida saludable, a través de acciones interactivas con docentes, madres y padres de familia, a través de rutinas de activación física como parte de su jornada escolar.
“Muévete Laboral”	Promover la activación física en las/los trabajadoras/es de la Administración Pública Federal y/o Estatal y Sector Privado, para crear hábitos saludables, que deriven en un mejor rendimiento laboral.
“Muévete” Población Abierta	<p>“Tu Zona Muévete”</p> <p>Impulsar el aprovechamiento y uso de espacios públicos en la comunidad para la práctica de actividades físicas y recreativas de forma regular, orientadas a la integración familiar y social.</p> <p>“Activación Física Masiva”</p> <p>Promoción de la práctica de actividades físicas a través del uso de espacios públicos para la realización de eventos masivos.</p>
“Red Nacional de Comunidades en Movimiento”	Fomentar la práctica masiva de actividades físicas en las alcaldías de la Ciudad de México y/o municipios. <i>Mejorar, desde la alcaldía y el municipio, la calidad de vida de la población a través de una estrategia integral que permita la masificación de la actividad física.</i>

Fuente: Elaboración propia.

Reflexiones finales

La actividad física contribuye significativamente en materia de salud, educación e inclusión social, desarrollando la tolerancia y el respeto. Además de promover el desarrollo social, la actividad física y el deporte es una herramienta para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Ante el problema de la inactividad física, es importante cumplir con las acciones que contribuyan a disminuir el sedentarismo, la obesidad y las adicciones a través de la masificación de la actividad física y del correcto aprovechamiento de espacios públicos, generando al mismo tiempo opciones para el uso adecuado del tiempo libre, tanto en lo individual como en lo familiar.

Mediante el deporte y la actividad física se puede ayudar a generar estilos de vida saludables y prevenir determinados tipos de enfermedades no transmisibles. La OMS lanzó el Plan de Acción Mundial sobre Actividad Física 2018-2030, con el objetivo de atender los ODS, en donde propone la reducción relativa de 15% en la prevalencia mundial de la inactividad física en adultos y adolescentes para el 2030. Propone cuatro objetivos estratégicos: *a)* crear una sociedad activa, *b)* crear entornos activos, *c)* fomentar poblaciones activas y *d)* crear sistemas activos, alcanzables a través de 20 medidas normativas que son universalmente aplicables a todos los países, reconociendo que cada país se encuentra en un punto de partida diferente en sus iniciativas para reducir los niveles de inactividad física y hábitos sedentarios.

Es importante contribuir al diseño de políticas públicas orientadas al fomento del deporte y la actividad física, con estrategias y acciones viables para obtener los resultados que impacten en la población mexicana. Apoyar en el fomento del desarrollo de la cultura física por medio de la activación física entre la población en general (niños y niñas de nivel básico, jóvenes, adultos y adultos mayores), de forma incluyente.

La población inactiva puede mejorar su salud y bienestar sobre una base de ejercicio físico regular, con el fin de reducir las enfermedades no transmisibles. La actividad física también conlleva beneficios sociales que

impactan en la reducción de costos en atención sanitaria, aumento de la producción y participación en actividades deportivas y recreativas, mejora del rendimiento escolar y disminución del absentismo laboral. Tenemos una enorme oportunidad de dar un paso hacia adelante para apoyar un mundo más justo, sostenible, pacífico y próspero.

Bibliografía

- Campos-Izquierdo, A. (2019). Organización del fomento de la actividad físicodeportiva y disminución del sedentarismo: estado de la cuestión y retos de futuro. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 71(426), 30-41. Recuperado de www.reefd.es/index.php/reefd/article/download/759/639.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2018). Ley General de Cultura Física y Deporte. Recuperado de <https://www.gob.mx/conade/documentos/ley-general-de-cultura-fisica-ydeporte-ultima-reforma-publicada-d-o-f-11-12-2019>.
- Castro, C. (2018). La cuarta parte de la población mundial no se mueve ni 22 minutos al día. Sección salud, periódico El independiente. Recuperado de <https://www.elindependiente.com/vida-sana/2018/09/05/sedentarismo-global/>
- Celis, C., Salas, C., Yáñez, A. y Castillo, M. (2020). Inactividad física y sedentarismo. La otra cara de los efectos secundarios de la pandemia de covid-19. *Revista Médica de Chile*, 148, pp. 881-886. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v148n6/0717-6163-rmc-148-06-0885.pdf>.
- Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (Conade) (2018). Se busca promover un nuevo modelo de cultura física en México. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/conade/articulos/se-buscapromover-un-nuevo-modelo-de-cultura-fisica-en-mexico-145012>.
- De teresa, C. y Vázquez, C. (2007). Objetivos nutricionales y de actividad física. En *Nutrición, actividad física, y prevención de la obesidad. Estrategias NAOS*. Moreno, B. y Charro, A. (coords.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Delgado, M. (2019). La importancia del ejercicio físico en la salud. Artículos científicos. Associació Catalana de Malalts d'Hepatitis (Asscat). Recuperado de <https://asscat-hepatitis.org/la-importancia-del-ejerciciofisico-en-la-salud/>.
- Diario Oficial de la Federación* (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.
- Devís, J. (2000). *Actividad física, deporte y salud*. Barcelona: INDE.
- Forética (2020). Salud y bienestar 2030, integración en la estrategia empresarial. Grupo de acción de salud y sostenibilidad.
- García, A.; Carbonell, A. y Delgado, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el*

- Deporte vol. 10 (40) pp. 556-576. Recuperado de <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista40/artbeneficios181.htm>
- García, W. F. (2019). Sedentarismo en niños y adolescentes: factor de riesgo en aumento. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), 1602-1624. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/449/628>.
- Gobierno del Estado de Baja California (2020). Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2020-2024. Recuperado de <https://www.bajacalifornia.gob.mx/Content/documentos/Plan%20Estatal%20de%20Desarrollo%20de%20Baja%20California.pdf>.
- Gobierno del Estado de Baja California (2019). Programa Estatal de Activación Física (ACTIBC). Recuperado de <http://actibc.indebc.gob.mx/>.
- Montero, C. C., et al., (2015). Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo. Una actualización de conceptos orientados a la prescripción del ejercicio físico para la salud. *Revista Medica Chile*, 143, 1089-1090. <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v143n8/art21.pdf>.
- Guthold, R., et al., (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Discovery Science* 6(10), 1077-1086 [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(18\)30357-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(18)30357-7/fulltext).
- INEGI (27 de enero de 2020). Resultados del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2019. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/EstSociodemo/moprade2020.pdf>.
- (2021). Resultados del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2021. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/moprade2020.pdf>.
- OMS (2019). Plan de acción mundial sobre la actividad física 2018-2030: personas más activas para un mundo más sano. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/327897>.
- (26 de noviembre de 2020). La actividad física. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
- OPS (2019). Plan de acción mundial sobre la actividad física 2018-2030. Más personas activas para un mundo más sano. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50904/9789275320600_spa.pdf.
- (2021). Fundamental respuesta a enfermedades no transmisibles para el cumplimiento de la Agenda 2030, Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=1349:fundamental-respuesta-a-enfermedades-no-transmisibles-para-el-cumplimiento-de-la-agenda-2030&Itemid=499
- OPS/OMS (2006). Estrategia Regional y Plan de Acción para un enfoque integrado sobre la prevención y el control de las enfermedades crónicas, incluyendo el régimen alimentario, la actividad física y la salud. <https://www3.paho.org/spanish/gov/cd/CD47-17rv-s.pdf>.
- (2020). ACTIVE: paquete de intervenciones técnicas para acrecentar la activi-

dad física. Recuperado de <https://www.paho.org/es/documentos/active-paquete-intervencionestecnicas-para-acrecentar-actividad-fisica>.

Ortiz, G. (22 de febrero de 2021). Sedentarismo amenaza a la salud mundial. <https://puntuo.uanl.mx/expertos-uanl/sedentarismo-amenaza-a-la-salud-mundial/>.

Soler-Lanagrán, A. y Castañeda-Vázquez, C. (2017). Estilo de vida sedentario y consecuencias en la salud de los niños. Una revisión sobre el estado de la cuestión. *Journal of Sport and Health Research*, 9 (2), 187-198.

UNESCO (20 de enero de 2021). El deporte para el desarrollo sostenible. <https://es.unesco.org/fieldoffice/montevideo/DeporteDesarrolloSostenible#:~:text=La%20Agenda%202030%20y%20sus,as%C3%AD%20como%20los%20objetivos%20en>.

Zamarripa, J., Marroquín, S.D., Ceballos, O., Flores, G., García, J.B. (2021). Nivel de actividad física y conductas sedentarias antes y durante el confinamiento a causa de la covid-19 en adultos mexicanos. *Revista Retos* 42, 898-905. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/87278>.

II. Anatomía y fisiología de las enfermedades metabólicas

RUBÍ CABRERA MEJÍA*

Resumen

El objetivo de este capítulo se centra en analizar los cambios en el cuerpo humano, que se dan en enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad, la diabetes y la hipertensión, dependiendo del periodo de la historia natural de la enfermedad en la que se encuentre cada una de ellas y sean aplicadas o no las intervenciones de ejercicio y alimentación.

El cuerpo humano se compone por distintos tipos de células; todas ellas tienen una estructura definida y cumplen una función importante, ayudando a mantener el equilibrio y, por lo tanto, la salud.

La principal característica del sobrepeso y la obesidad es un aumento en el almacenamiento de grasa, tanto en las células diseñadas para ello, que son los adipocitos, como en otras que tienen que cumplir esta función por falta de espacio, como son las células musculares y hepáticas, (Stenkula *et al.*, 2018).

El exceso de glucosa genera un exceso de secreción de insulina, que lleva a fatiga y muerte de las células beta, provocando un alza de la glucosa en la sangre y causando diabetes (Punthakee *et al.*, 2018).

Mantener una adecuada tensión arterial depende de una adecuada estructura y funcionamiento, tanto de los vasos sanguíneos como del corazón;

* Médico, con especialidad en Medicina de la Actividad Física y Deportiva, profesora de la Facultad de Deportes campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California. Email: rubi.cabrera.mejia@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-570X>

si éstos se dañan, se elevará la tensión arterial, lo cual los dañará y, a la vez, llevará al daño de todos los órganos que dependen del flujo sanguíneo (Saxena *et al.*, 2018).

El ejercicio de intensidad moderada a vigorosa requiere mayor gasto energético, disminuyendo el tamaño de los adipocitos y con ello mejorando la salud metabólica (Horowitz y Klein, 2000). Además, se libera un transportador de glucosa llamado Glut 4, que logra que la glucosa entre a las células y sea utilizada como sustrato para producir energía disminuyendo sus niveles en sangre (Nieuwoudt *et al.*, 2017). Al terminar la actividad física, el gasto cardiaco disminuye y los vasos sanguíneos se dilatan, provocando que la tensión arterial disminuya (Chicharro, y Vaquero, 2006).

Palabras clave: *Enfermedades metabólicas, adipocitos, célula Beta del páncreas, sistema cardiovascular.*

Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles presentan cambios tanto fisiológicos como anatómicos en distintos órganos y sistemas. Estos cambios podrán seguir diversos rumbos, según las estrategias de intervención que se les den. La historia natural de la enfermedad de cada uno de los padecimientos nombrados lleva al individuo a un final siempre sombrío, que es una mala calidad de vida y una muerte prematura. Si se realizan las intervenciones pertinentes, dentro de cualquier periodo de esta historia natural de la enfermedad, se podrá mejorar tanto la calidad como la sobrevivencia de los pacientes. A pesar de que se ha demostrado que mientras más precozmente se aborden los problemas de dichas enfermedades, más efectivas y de menor costo serán las intervenciones a nivel colectivo (Clark *et al.*, 2000). Es importante recordar que existen estrategias para cada periodo de la historia natural. Estas intervenciones en la historia natural han sido descritas como los tres niveles de prevención: el nivel de prevención primario, con el cual se intervendrá el periodo prepatogénico, mientras que el periodo patogénico tendrá la intervención de los niveles secundario y terciario

(Leavell y Clark, 1953). Aunque es sabido que, dentro de las intervenciones del periodo prepatogénico, una adecuada alimentación y aumento de la actividad física ayuda a prevenir el desarrollo de las enfermedades crónicas no transmisibles. Es importante señalar que dichas intervenciones, sean llevadas a cabo o no, tanto en personas sanas como en personas enfermas, no importando el periodo de la historia natural en el que se encuentren, provocarán cambios tanto fisiológicos como anatómicos en órganos y sistemas (Nystoriak y Bhatnagar, 2018). Así, el objetivo de este capítulo se centra en analizar estos cambios en el cuerpo humano, que se dan en enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad, la diabetes y la hipertensión, según sean aplicadas o no las intervenciones de ejercicio y alimentación, dependiendo del periodo de la historia natural de la enfermedad en la que se encuentre cada una de ellas.

1. Sobrepeso y obesidad

1.1. Anatomía y metabolismo del adipocito

Cuando se habla de sobrepeso y obesidad, lo primero que llega a la mente es una persona que tiene peso de más y que ocupa un mayor volumen. Si se revisa la etimología de obesidad, se encontrará que proviene del latín *obesus*, de la palabra *ob* que quiere decir que abarca todo, y de la palabra *esus* que proviene del verbo *edere*, que quiere decir comer (Anders, 2021). Por lo que se podría concluir que esas dos palabras señalan a personas con exceso de peso y que lo obtuvieron gracias a comer excesivamente. La obesidad y el sobrepeso son definidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (OMS, 2021).

En el cuerpo existen distintos tipos de grasa, las cuales han sido nombradas parda, beige y blanca. Cada una de ellas se formó y desarrolló de distintas maneras y se encuentran en mayor o menor cantidad en las distintas partes del cuerpo (Vega y Rico, 2019).

Se podría decir que la importancia de estas distintas formas de grasa radica en su “color”; y si se pensara de una manera racista, se podría llegar

a la conclusión de que la grasa parda pudiera ser la mala de la película y la grasa blanca la buena, pero al contrario de lo que sugiere este mal pensamiento, este color se presenta debido a la cantidad de vascularización y mitocondrias que contienen en su interior; así, se ha observado que la grasa parda contiene mayor cantidad de mitocondrias y vascularización, comparada con las que contiene la blanca y la beige. Y es que, gracias a estas mitocondrias, el sustrato energético, en este caso los triglicéridos, puede ser utilizado para generar calor, y lo que más se quisiera para una persona con sobrepeso u obesidad es que se utilice todo el sustrato energético posible y no lo almacene. Además, la gran cantidad de vasos sanguíneos que posee ayuda a disipar el calor, sin dejar de lado que los vasos sanguíneos sirven para la llegada de alimento y oxígeno (Vega y Rico, 2019).

Resumiendo, el trabajo de la grasa parda es mantener un equilibrio de energía, temperatura corporal y control de peso, todo esto gracias a su capacidad de oxidar los ácidos grasos y la glucosa, obviamente con los estímulos adecuados, lo que muchos podrían llamar “quemar las calorías”. Por lo que sí, la grasa parda es la buena de esta historia.

¿Has escuchado la frase “de lo bueno, poco”? Ah, pues la grasa parda sólo la han encontrado en el cuello revuelta con la grasa blanca y también se llegó a ver entre las escápulas y arriba de las clavículas.

Al menos llegaron a encontrar algo de este tipo de grasa, pues anteriormente, se pensaba que en el adulto desaparecía y sólo la tenían los recién nacidos. Gracias a la realización de estudios basados en la captación de glucosa, a través de tomografía por emisión de positrones y de 18f-fluorodeoxyglucosa, se ha descubierto que, efectivamente, los adultos cuentan con una pequeña cantidad de grasa parda. Pero aclarando este descubrimiento, no en todos los adultos, ya que las personas con obesidad tienen tan poquita, que se podría decir que prácticamente no tienen (Ruiz *et al.*, 2018).

¿Qué pasa con la grasa blanca?, la mala de la historia. Pues la grasa blanca sirve como reservorio de energía, guarda la glucosa y los ácidos grasos. Y obviamente los guarda como triacilglicerol. Por ello en su interior contiene una gran gota de lípidos que desplaza hacia un lado las escasas mitocondrias y el núcleo que tiene. Son células grandes, que además tienen la capacidad de crecer, crecer y crecer. Pero no sólo eso, ésta es la que se

encuentra en mayor porcentaje en nuestro cuerpo, y de ésta las personas con obesidad sí tienen mucha. Forma parte del 80% del tejido subcutáneo, sí, esas molestas “lonjitas” son de grasa blanca. También se encuentra rodeando los vasos sanguíneos, venas y arterias. Y por último ocupa todo el espacio que se encuentra entre todos los órganos del cuerpo, llamada grasa visceral. Si se adelantaran un poco las malas noticias, esta grasa visceral es la que está altamente relacionada con las enfermedades asociadas a la obesidad. Pero mala no es, porque tiene su lado bueno. Así que esta grasa blanca sirve también como protección, regula el apetito, ayuda al metabolismo de hidratos de carbonos, grasas y proteínas y además ayuda a eliminar organismos dañinos para el cuerpo, es decir, se los come (fagocitosis) (Stenkula *et al.*, 2018).

Sólo queda conocer a la grasa beige; es más pequeña que la blanca y más grande que la parda. Posee mayor número de mitocondrias, comparada con la blanca, pero no tantas como la parda. Se encuentra dentro de la grasa blanca, y ha sido nombrada de esa manera, ya que puede tener características fisiológicas de la grasa parda dentro de las células blancas, en las que se encuentran sus células, como si mezcláramos café con leche. Por ello podría afirmarse que la grasa blanca se puede convertir en parda. Y que, en sí, el cambio es el que se produce gracias a la grasa beige. (Vega y Rico, 2019).

Como en muchas historias, existe la posibilidad de que se pueda llegar al corazón del villano, con una canción, con un recuerdo de su infancia o con un acto de bondad hacia él, y entonces se vuelva bueno, así, distintas personas se han encargado de estudiar el cambio de la grasa “mala” a “buena”, es decir que la grasa blanca se convierta en grasa parda; esto tiene un nombre bastante sofisticado: transdiferenciación. (Vega y Rico, 2019).

Lo interesante se centra entonces en encontrar esa canción, recuerdo de su infancia o en realizar un acto de bondad hacia la grasa beige y entonces realice lo que todo mundo ama de la grasa parda, que es “quemar calorías”, pues en esta historia del cambio de grasa blanca a parda existen esas tres formas de llegar a su “corazón”. Y si hablamos del acto de bondad hacia la grasa beige, que vaya que es un gran acto de bondad, hasta este momento sabemos que se llama *ejercicio*, en el que se van a ver incluidas

hormonas del hígado y del músculo (Severinsen *et al.*, 2020). Este interesante tema se explorará profundamente más adelante.

Como se habrá dado cuenta, cada una de las distintas formas de grasa se les ha encontrado funciones metabólicas, que pudieran influir en las características de las personas con peso normal y las personas con obesidad, dependiendo de su concentración en el cuerpo.

Pero esta historia apenas va iniciando, ya que hasta este momento no se ha logrado conocer en su totalidad a los integrantes de la historieta. No se puede dar cuenta de lo bueno que puede llegar a ser ese personaje encantador; se sabe que hace algo bien, pero aún no se descubren las maravillas que pudiera realizar, y es que eso solo va a pasar hasta que sea expuesto a situaciones que lo hagan florecer, salvar y llevar a un final feliz este cuento. Al contrario, la maldad del villano siempre puede hacerse peor, porque en esta historia natural de la enfermedad debemos recordar que todos los padecimientos que se plantearon siempre llevarán al individuo a un final sombrío.

1.2. Anatomía y metabolismo del adipocito en la obesidad

Recordando lo que se habló anteriormente, la grasa blanca, en sí, no es tan mala. Es bien sabido que en realidad lo que es malo son los excesos. Se mencionaba que las células de la grasa blanca almacenan la glucosa y los ácidos grasos en forma de triacilglicerol, formando una gota dentro de su interior; este almacén lo tiene para los periodos de ayuno prolongado. La célula de la grasa blanca es capaz de almacenar grandes cantidades de triacilglicerol y con ello crecer, crecer y crecer. Con el sobrealimentación, el adipocito puede aumentar tanto que llega a un tamaño celular crítico, hasta 300 μm . Se llama así porque después de este tamaño, no puede seguir creciendo más, por lo que secreta hormonas que mandan una señal a otras células —células precursoras— para que se conviertan en células de grasa blanca y ayuden a seguir almacenando triacilglicerol, quiere decir que se multiplica (hace una hiperplasia). Podría sonar casi perfecto ese funcionamiento, pues si necesitan guardar más, sólo se tienen que crear más contenedores para guardar ese extra y el problema no es

problema; pero ese cuerpo perfecto tal vez no sea tan perfecto (Stenkula *et al.*, 2018).

Por lo anterior, se podría pensar que mientras mayor sea la obesidad que tiene una persona, sus adipocitos también están en un tamaño celular crítico y todos estarían midiendo 300 μm de diámetro. Pero nuevamente Stenkula *et al.*, en su recopilación de estudios, encuentran que en personas con obesidad y diabetes tipo 2 existe una gran cantidad de adipocitos pequeños, midiendo por debajo de los 50 μm de diámetro. Así, las personas con obesidad y que tienen resistencia a la insulina poseen también, además de las células muy grandes, células de grasa pequeñas, que tuvieron un fallo para expandirse apropiadamente.

1.3. Metabolismo de las grasas fuera del adipocito

Lo anterior se dirige a otra parte interesante: si a las células de grasa grandes ya no les cabe más triacilglicerol en sus depósitos y las células pequeñas, inadecuadamente, no pueden llenar sus depósitos, ¿dónde queda ese triacilglicerol que sigue llegando? Obviamente la persona se sigue alimentando con grandes cantidades.

El cuerpo tiene depósitos ectópicos, los cuales se encuentran fuera del adipocito, y éstos son: el hígado y el músculo.

Al generarse gran cantidad de depósito de lípidos en hígado, da lugar a un hígado graso no alcohólico, y al ocuparse lugares donde tuvieron que existir hepatocitos funcionales, ahora hay grasa. El hígado es un órgano que tiene gran importancia en la regulación de lípidos y glucosa plasmática, y al no estar funcionando adecuadamente, no existe tal regulación, lo que provoca en los pacientes resistencia a la insulina y diabetes tipo 2.

Si los depósitos grasos se dan en el músculo, obviamente tampoco funciona adecuadamente. Se ha encontrado que el depósito graso en el músculo también se correlaciona con resistencia a la insulina y diabetes tipo 2. El músculo esquelético es responsable del 70 al 80% de la absorción de glucosa en todo el cuerpo. Por ello, al no cumplir adecuadamente su función, no se utilizaría adecuadamente esa glucosa por el músculo, ya que no podría ingresar a su célula, causando una acumulación

sanguínea con su consiguiente resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 (Gilbert, 2021).

Sin embargo, este *review* realizado por Marc Gilbert (2021) muestra que existe algo llamado la “paradoja del atleta”, donde se observó que los atletas de resistencia aeróbica muestran contenidos intramusculares de triglicéridos iguales o mayores que los medidos en individuos con diabetes tipo 2, por lo que esa acumulación de triglicéridos en el músculo, por sí misma, no sería capaz de contribuir a la patogénesis de la resistencia a la insulina.

Así que, recopilando más investigaciones, encontró que existen estudios que redactan la vía de síntesis de triglicéridos como regulador de la sensibilidad a la insulina, refiriéndose específicamente a la enzima que cataliza la fase final de la síntesis de triglicéridos, el diacilglicerol O-aciltransferasa. Se encontró entonces que cuando los sujetos tenían gran cantidad de esta enzima, había un aumento en la síntesis de triglicéridos musculares, por lo que los sujetos estarían protegidos y no presentarían resistencia a la insulina, lo cual se refleja en los atletas de resistencia aeróbica.

Si, al contrario, aun sin la enzima catalizadora diacilglicerol O-aciltransferasa, se sintetizaran los triglicéridos intramusculares, ello induciría una disminución en la sensibilidad a la insulina y llevaría a los pacientes a diabetes tipo 2.

Ahora podemos regresar nuevamente, con estos estudios, hacia aquella bondad olvidada por gran parte de la humanidad: el ejercicio, que pareciera que no sólo influye en la anatomía del adipocito, sino en todo el metabolismo de las grasas de todo el cuerpo.

1.4. Tejido adiposo y función inmune

Además del metabolismo del depósito de triglicéridos, el tejido adiposo se comunica con otro sistema de suma importancia: su función inmune y el proceso inflamatorio.

El tejido adiposo se conoce actualmente como un órgano endócrino, y es tan importante que sus células son capaces de utilizar más de 500 hormonas, llamadas adipoquinas. Un gran número de estas hormonas se rela-

ciona con respuestas inflamatorias, las cuales mantienen una estabilidad en el interior del organismo.

Una respuesta inflamatoria se presenta por factores infecciosos causados por microorganismos, daño en células, tejidos y por lesiones. En este sentido, observando el tejido adiposo en la obesidad, se encontraría esa respuesta inflamatoria, la cual rompe ese equilibrio interno, pues realmente está presentando daño de células y tejidos. Debido al crecimiento excesivo del tejido adiposo, la cantidad de capilares que son encargados de llevar el oxígeno a todo el tejido ya no son suficientes, lo cual conlleva a hipoxia celular, ocasionando daño en estas células grasas y generando sustancias que atraen a células proinflamatorias; en una mayor proporción los macrófagos, que se encargan de llamar más células. (Liu y Nikolajczyk, 2019).

Además, los adipocitos de gran tamaño, por sí solos, secretan enzimas proinflamatorias; por lo tanto, todo lo anterior genera un estado de inflamación constante, como estar constantemente enfermo. (Vega y Rico, 2019).

El tejido graso no sólo está formado por adipocitos, por lo que no sólo ellos provocan este estado de inflamación, también existe un gran número de células que integran el tejido, y desafortunadamente en la obesidad tanto la cantidad de estas células como sus funciones están alteradas y provocan un cambio de un estado antiinflamatorio a uno proinflamatorio.

Este daño no sólo queda a nivel del tejido adiposo, si no que a medida que va avanzando daña otros tejidos y órganos, de tal forma que puede generar en el paciente el ya conocido síndrome metabólico, que se caracteriza por presentar, además de sobrepeso u obesidad, triglicéridos y colesterol altos, tensión arterial alta, glucosa alta, hígado graso, el cual puede llevar a carcinoma hepatocelular, cáncer del tracto gastrointestinal como colon, esófago y estómago. Además, también se asocian a la obesidad los meningiomas, mieloma múltiple, riñón, útero, ovario, tiroides, mama, vesícula y páncreas. Todo aunado al proceso proinflamatorio (Liu y Nikolajczyk, 2019).

1.5. La influencia enzimática y psicológica en la ingesta de alimentos en la obesidad

Hasta ahora se ha observado cómo una ingesta elevada da lugar a tener gran cantidad de sustratos que se tienen que guardar y que el adipocito, a pesar de que tiene una gran capacidad de almacenamiento, también tiene un límite, por lo que el cuerpo los enviará a tejidos que no están diseñados para ello, pero que, a fin de cuentas, sacan el trabajo, ocasionando que sus funciones principales no se lleven a cabo adecuadamente y con ello generen más daño que beneficio.

Pero ¿por qué el cuerpo llega hasta este punto? ¿Qué le impide a una persona comer sólo lo necesario? Es acaso que la obesidad, *per se*, ¿genera esta pérdida de control al comer?

Las personas pueden llegar a experimentar de manera subjetiva una falta de control sobre qué o cuánto se está consumiendo. Existen distintos factores, ya reconocidos y estudiados, que llevan a una persona a presentar esta falta de control ante su consumo de alimentos.

El principal factor de riesgo es la historia familiar de obesidad. Así de las personas que no pueden dejar de comer y ello las ha llevado a sufrir obesidad, entre 40 y 60% tienen familiares con el mismo problema de alto consumo de comida, que los ha llevado también a padecer obesidad.

A lo anterior se suma, además, la influencia del entorno en el que se encuentra el sujeto, por lo que situaciones de estrés pueden desencadenar que se expresen esos factores de riesgo genéticos que se encuentran latentes y los lleve a no poder dejar de comer, “para resolver los problemas de vida que se les presentan”, tal como lo hacen sus familiares.

El siguiente factor es el fisiológico, el cual se enfoca en hormonas que regulan el apetito y su función metabólica, como la leptina, que es una hormona del tejido adiposo que promueve la saciedad y la regulación del peso corporal. Se ha encontrado que en los sujetos con obesidad existen grandes cantidades de esta hormona; sin embargo, en ellos la leptina no presenta estos efectos de saciedad. A esto se le ha nombrado resistencia a la leptina, ocasionando la ingesta extra de calorías y previniendo la pérdida sostenida de peso. Pareciera que esta resistencia se da

al no poder llegar adecuadamente la leptina al cerebro, debido a alteraciones en el transportador a través de la barrera hematoencefálica (Byrne *et al.*, 2019).

Lo anterior se debe a que en el cerebro, más específicamente en el hipotálamo, se produce una sustancia llamada neuropéptido, y cuando esta sustancia aumenta, provoca que la sensación de hambre también aumente. Al llegar la leptina al hipotálamo impide que se produzca el neuropéptido, y al no haber neuropéptido la sensación de hambre no existiría. (Botella Carretero *et al.*, 2001).

Para que la leptina pueda llegar al cerebro primero es formada y secretada por las células de grasa, de ahí pasa al torrente sanguíneo hasta llegar a las arterias del cerebro, de las arterias tiene que pasar hacia adentro del cerebro, y para ello requiere proteínas transportadoras especiales que la crucen. Pero ¿qué pasa entonces cuando esa leptina no logra pasar las fronteras del cerebro, porque no hay quien la lleve? Pues va a generar hambre, mucha hambre. (LeDuc y Leibel, 2019).

Obviamente no se puede culpar solamente al hambre que tienen las personas. Desde 2007, con la publicación del Foresight obesity report, abrieron los ojos de las personas, ante el panorama tan grande que promueve la obesidad. Entre esos factores se encuentra el hambre de las personas, señalado como su biología, pero también se destaca qué tipo de comida se produce para saciar esa hambre, cómo se promueve su consumo, cómo influye toda la sociedad para consumirlo y cómo nuestra mente influye para hacerlo. Así, todo este conjunto de factores llevan a llenar esos depósitos de grasa en el adipocito, sin poder tener control sobre ellos, porque para llenarlos influye el cuerpo, la mente, el entorno y la sociedad. Pareciera que todo está perdido, pero existe otro factor importante: la actividad física, y dentro de ella, el ejercicio.

1.6. Efectos del ejercicio en el tejido adiposo

El ejercicio es la actividad física planificada, estructurada y repetitiva que tiene el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la forma física y la salud. Muchas veces hemos escuchado información sobre la relación que guarda el ejercicio con la pérdida de grasa corporal.

Si se retoma el concepto en el cual la obesidad se da por la gran acumulación de grasas dentro del adipocito, se sabe que la causa primaria de esta acumulación es el imbalance crónico entre la energía que se consume y la energía que se gasta.

Después de una noche de ayuno, la energía que se necesita para mantenernos vivos es sacada de las reservas de triacilglicerol que se encuentran en el adipocito. Esta utilización es regulada por sustancias (catecolaminas) que mantendrán ese equilibrio, tomando la decisión entre usar ese sustrato energético o mantenerlo almacenado.

Un sinnúmero de estudios muestra que la forma más efectiva para gastar energía y no acumularla es mediante un estilo de vida, que incluye una combinación de dieta y ejercicio.

El ejercicio de intensidad moderada a vigorosa requiere mayor gasto energético, por lo que utilizará de 25 a 65% más de grasa para seguir moviéndose a ese ritmo. Gran parte de esa grasa es tomada de las reservas que tienen los adipocitos (Horowitz y Klein, 2000).

El ejercicio no sólo influye en el volumen de los adipocitos, disminuyendo su contenido graso y por lo tanto el tamaño de este, sino que también aumenta la actividad mitocondrial, la cual sirve para la utilización de la grasa como energía. Produce cambios en la secreción de hormonas, como las adipoquinas, y aumenta su expresión genética metabólica (Petridou *et al.*, 2019).

Todos estos cambios llevan al cuerpo a tener mejoras en la salud metabólica, respaldando así la idea de que el tejido adiposo juega un rol muy importante como órgano endócrino, el cual puede ser estimulado por el ejercicio (Lehnig y Stanford, 2018).

1.7. Efectos del ejercicio en marcadores inflamatorios en la obesidad

Regresando nuevamente a aquella hormona que actuaba sobre el hipotálamo para que no existiera la sensación de hambre, la leptina, esta hormona también influye en el proceso inflamatorio, actuando como una hormona proinflamatoria, ya que altos niveles de ésta activan células, como monocitos y macrófagos, para producir interleucina 6 y factor de necrosis tumoral.

Aquí debemos recordar que en las personas con obesidad se producían grandes cantidades de leptina en sus adipocitos que no servían para mitigar el hambre, pero sí para aumentar el proceso inflamatorio.

Se ha demostrado que cuando las personas con obesidad realizan ejercicio físico, ello resulta en una disminución de leptina, además de un aumento de adiponectina, la cual es una hormona antiinflamatoria, lo que contribuye a la reducción del proceso inflamatorio. Se pueden correlacionar los cambios de los niveles de estas hormonas, gracias a la práctica de ejercicio físico, con una reducción de inflamación sistémica asociada a obesidad (Sirico *et al.*, 2018).

Con ello se puede concluir que si bien un aumento en la cantidad de almacenamiento de grasas de los adipocitos no sólo produce cambios estructurales en las células, también produce una alteración en el metabolismo y en otras células, tejidos y órganos de todo el cuerpo. Una adecuada intervención que evite grandes cantidades de sustratos energéticos acumulados, en este caso con la dieta, y aquella que promueva un gasto adecuado de dichos sustratos, lo cual se logra con el ejercicio físico, ayudaría a mejorar y mantener una adecuada composición corporal y salud metabólica.

2. Diabetes

2.1. Las células beta, su anatomía y función en diabetes

Ahora abordaremos un tema muy dulce, tan dulce que pudiera tornarse empalagoso para algunos, mucho más para quienes lo sufren, y que va muy de la mano con el tema de obesidad.

En el cuerpo existe un órgano llamado páncreas, capaz de generar diversas sustancias que ayudan a mantener el equilibrio de múltiples funciones. Este órgano cuenta con varios tipos de células, entre ellas las células beta del páncreas, que se encargan de la producción de insulina, hormona que funciona como llave para el ingreso de la glucosa a la célula y con ello se pueda llevar el control de su uso como sustrato energético.

La diabetes es un conjunto de enfermedades que tienen en común la presencia de cantidades elevadas de glucosa en sangre, la cual no puede llegar a las células del cuerpo, ya sea porque existe una producción ineficiente de insulina o porque el ojo de la cerradura (receptor de insulina) de las células, que sirve para insertar la llave insulina y se abra la puerta, ha dejado de funcionar (Punthakee *et al.*, 2018).

Ya que para el ingreso de la glucosa a las distintas células del cuerpo se requiere de las células beta del páncreas productoras de insulina y de los receptores de insulina, la existencia de un balance entre la glucosa que se encuentra en sangre y aquella que entrará a la célula para su utilización depende de la cantidad y del funcionamiento adecuado de ambos.

A pesar de que la cantidad de glucosa sea alta antes de presentar niveles que hagan el diagnóstico de diabetes, el cuerpo pasa por una etapa en la que, si se corrigen los estilos de vida, los niveles de glucosa serán normales y el paciente puede quedar como una persona sana, pero si no se hace así, lo llevará a presentar diabetes tipo 2, a eso se le ha llamado prediabetes (Somerville *et al.*, 2020).

En esta etapa, al haber un consumo excesivo y constante de alimentos altos en calorías se provoca gran aumento en los niveles de glucosa y con ello el cuerpo tiene que movilizarlos hacia el interior de las células, provocando, por lo tanto, una secreción aumentada y crónica de insulina, por lo que se cree que, en algún momento, se reducirá la cantidad de células beta del páncreas. Se podría decir que la producción y secreción exagerada de insulina las cansa y desgasta tanto, que mueren. Su muerte lleva a un proceso inflamatorio, el cual produce mayor muerte celular. Así, mientras más pasa el tiempo, mayor cantidad de células beta morirán y con ello no habrá más producción de insulina, ni en cantidad exagerada, ni en cantidad normal, llevando a un aumento de la glucosa sanguínea (Chen *et al.*, 2017).

Además, estas células también se ven afectadas por acumulación de grasa. En el tema anterior se explicaba cómo el adipocito se va llenando de grasa, según el consumo de alimentos de la persona, y que éstos tienen un límite de almacenamiento; pasando ese límite, el cuerpo tiene que guardar la grasa en otras células, hablando primordialmente del músculo y el hígado, pero es cierto que se afectarán cuantas células existan en el cuerpo, por lo que el páncreas no es la excepción, la células beta, al llenarse de

grasa, presentan un deterioro en su función y con ello su secreción de insulina también se verá afectada, lo que contribuirá al incremento de la glucosa (Heiskanen *et al.*, 2018).

Una vez que la glucosa ha subido sus niveles en sangre, lo suficiente como para hacer el diagnóstico de diabetes, la pérdida de células beta del páncreas disminuye entre 24 y 65%. Las cantidades elevadas de glucosa empeorarán la pérdida de células beta. Hasta el momento el panorama pinta bastante fatídico, pero aun cuando ya la cantidad de glucosa es elevada, mecanismos corporales trabajarán para compensar la pérdida de células, ¿Cómo? Creando nuevas células beta. Así, mientras mueren unas, nacen otras. Además, las células que van quedando trabajarán arduamente para lograr producir la insulina necesaria. Y vaya que es un trabajo duro, pues los pacientes seguirán consumiendo cantidades elevadas de calorías.

Pero a pesar de esto el pobre cuerpo logra mantener las cantidades adecuadas de insulina para librar la gula del paciente, eso quiere decir que secretará mucha insulina (Chen *et al.*, 2017).

Si el páncreas se ve obligado a mantener este estilo de trabajo, su capacidad de secretar insulina disminuye de 50 a 75%. Se cree que esta disminución también genera una función inadecuada.

En resumen, en la diabetes tipo 2 la cantidad de insulina ya no alcanza, y la poca que hay ya no funciona para abrir las puertas celulares y que la glucosa entre a ellas, por lo que se acumulará cada vez más en la sangre, lo que llevará a los pacientes a la afectación de todas aquellas células, tejidos y órganos que requieran el suministro de glucosa y oxígeno a través de microcirculación.

2.2. Influencia del sedentarismo en la glucosa de los pacientes con diabetes

La mayor parte de las personas que sufren de diabetes tipo 2 pasan aproximadamente 64% de sus horas despiertos desarrollando actitudes sedentarias.

Una actitud sedentaria es aquella en la que el individuo realiza actividades que impliquen estar sentado o acostado la mayor parte del tiempo, con un gasto energético menor a 1.5 METS (Kennerly y Kirk, 2018).

Existe evidencia de que el sedentarismo está asociado con una cantidad elevada de glucosa en sangre, ya sea que se mida en ayuno o dos horas después de haber comido, y si se realiza la medición de hemoglobina glucosilada, ésta también saldrá elevada.

A fin de cuentas, eso se da por el gasto energético tan bajo que tienen las personas por moverse poco. Si se consume gran cantidad de calorías, las cuales pasan a la sangre en forma de glucosa, y que además sigue acumulándose en los vasos sanguíneos, su aumento provocará un círculo vicioso, en el cual día tras día será más difícil que esa glucosa pueda ingresar a las distintas células del cuerpo para que pueda ser usada como energía. Eso sucede, en primer lugar, porque sus sistemas de transporte y entrada no están funcionando, y en segundo lugar, porque la falta de movimiento de las personas ayuda a que no sea utilizada. Y es que el movimiento de la persona y la contracción muscular que ello genera también disminuye la glucosa en sangre.

El sedentarismo lleva a una pérdida de masa muscular, por lo que, si ya se había mencionado que la contracción muscular genera la entrada de glucosa a las células y por ende disminuye la cantidad de glucosa en sangre, en las personas sedentarias, que tienen mínima masa muscular, se ha perdido esta otra llave de entrada a la glucosa.

Además, ese comportamiento sedentario, como se vio en el tema anterior, provoca que los niveles de grasas aumenten y sean acumuladas en distintas células y tejidos, además del adipocito, primordialmente en el músculo y el hígado, por lo que estos no pueden funcionar adecuadamente (Asante *et al.*, 2020).

La acumulación de grasa en el músculo de un paciente enfermo evitará que la glucosa pueda entrar a la célula a través del mecanismo normal del receptor de insulina, que es la primera llave que tiene el organismo, pero además la segunda llave de entrada de la glucosa, de la que se hablaba anteriormente con la contracción del músculo, disminuirá y la poca que exista no trabajará adecuadamente. Por este otro motivo la segunda llave de salida no estará habilitada.

Una de las funciones del hígado sano es generar glucosa al detectar bajos niveles de ésta en sangre, o detiene su salida, en caso de detectar niveles altos de insulina, ya que, si hay una elevación de insulina, quiere decir

que la persona tiene mucha glucosa en sangre y está tratando de meterla a las células, y obviamente no querrá endulzar más a la sangre. Un hígado con acumulación de grasa no puede trabajar adecuadamente, ya que las células del hígado que deberían estar realizando este trabajo han sido sustituidas por vacuolas de grasa, por lo que las células que quedan continuarán generando glucosa, aun con niveles altos de insulina, generando, aún más, un aumento de glucosa (Freeman y Pennings, 2021).

2.3. Mejora en la función de las células beta con la implementación de ejercicio físico

La realización de ejercicio en pacientes con prediabetes y con diabetes tipo 2 reduce la grasa que se acumula en el páncreas.

Además, las mediciones de insulina posterior a la realización de ejercicio reducían sus parámetros, disminuyendo así la hipersecreción de insulina que presentan los pacientes con prediabetes y diabetes tipo 2, evidenciando de esta forma la mejora en la función celular del páncreas (Nieuwoudt *et al.*, 2017).

3. Hipertensión

3.1. Los vasos sanguíneos y el corazón en la tensión arterial

La función del sistema circulatorio es hacer llegar a todas las partes del cuerpo el oxígeno y los nutrimentos necesarios para vivir. Son llevados por el torrente sanguíneo a través de las arterias, con la ayuda del corazón, que gracias a su contracción los impulsa hasta el más remoto tejido.

Al fluir la sangre por los vasos sanguíneos ejerce una presión sobre sus paredes; si el corazón impulsa la sangre con fuerza, provocará que suba esa presión, a lo que se le llama presión sistólica, y cuando el corazón se relaja, obviamente la sangre no es impulsada con más fuerza, generando que no exista tanta presión sobre los vasos sanguíneos, a eso se le llama presión diastólica.

Explicado lo anterior, se puede comprender la definición de presión arterial, la cual es producto del gasto cardiaco, que ocurre por la cantidad de sangre que sale impulsada por el corazón (volumen latido) y qué tantas veces se contrae o late el corazón (frecuencia cardiaca), y las resistencias periféricas, las cuales se determinan por la manera en que están compuestos los vasos sanguíneos y cómo funcionan éstos (Saxena *et al.*, 2018).

El cuerpo humano tiene dos sistemas para regular la presión arterial, y puede ser a corto plazo, lo cual se lleva gracias al reflejo barorreceptor, que se encarga de enviar señales sobre la presión ejercida en los vasos sanguíneos al sistema nervioso central y éste mandará las órdenes adecuadas para que los vasos sanguíneos se dilaten o se constriñan y para que el corazón lata rápido o lo haga lentamente (Mohrman *et al.*, 2007).

El reflejo barorreceptor se adapta a cambios prolongados en la presión arterial, por lo que no puede regularlos, así que, si la situación se prolonga más de 48 horas, entrarán los mecanismos a largo plazo y la presión arterial se regulará gracias a los cambios en el volumen sanguíneo, dado por la velocidad de la producción de orina por el riñón (Mohrman *et al.*, 2007).

La presión ejercida se mantendrá normal, siempre y cuando los sistemas reguladores, las paredes de los vasos sanguíneos, la cantidad de sangre que corre dentro de ellos y el corazón tengan una estructura y un funcionamiento normales. Cualquier alteración en éstos generará cambios en la presión ejercida en las paredes de los vasos, lo cual puede llevar a producir cambios en las funciones de éstos.

Entre las funciones de las paredes del vaso se encuentran: regulación del tono vasomotor, vasodilatación mediada por flujo, modulación de la coagulación sanguínea, promoción y prevención del crecimiento vascular modulación de la inflamación (Cobos, 2014).

Si existiera alguna alteración en cualquiera de los órganos o sistemas que regulan la tensión arterial, produciría cambios en ella. Si esos cambios provocan que la presión arterial suba lo suficiente, al paciente se le puede hacer el diagnóstico de hipertensión arterial. La hipertensión arterial se refiere a cifras iguales o por encima de 140 mm/Hg en la presión sistólica y arriba o iguales en la presión diastólica de 90 mm/Hg.

La hipertensión arterial es causada por distintos cambios que se dan en todos los órganos implicados en la tensión arterial, y causará cambios en los órganos si no se controla a tiempo, como se verá a continuación.

3.2. Hiperactividad del sistema nervioso simpático causante de hipertensión

El sistema de regulación de la tensión arterial se ayuda del sistema nervioso simpático y parasimpático; cuando se activa el sistema nervioso simpático aumenta la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco, las resistencias periféricas, los niveles séricos y urinarios, provoca vasoconstricción y remodelación de los vasos sanguíneos. Si se activa de más el sistema nervioso simpático, la tensión arterial aumentará. Esta hiperactividad del simpático se ha visto asociada con la obesidad, prediabetes, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica, falla cardíaca, estrés emocional y estrés físico.

3.3. Mecanismos vasculares: disfunción endotelial, causante de hipertensión

Al recordar las funciones de las paredes del vaso, una de ellas se refiere a la regulación del tono vasomotor, ello habla sobre la capacidad que tienen para hacerse grandes o pequeñas y así mejorar o dificultar el flujo sanguíneo, por lo que se vuelve una parte importante para el control de la presión arterial. Esa regulación del tono de los vasos es gracias a sustancias producidas por las células de sus paredes y las cantidades adecuadas de todas éstas que mantienen su equilibrio. Cantidades adecuadas de endotelinas y óxido nítrico mantienen una relajación adecuada de las paredes y con ello una tensión arterial adecuada (Cobos, 2014; Saxena *et al.*, 2018).

El daño en el interior de las arterias genera una producción inadecuada de las sustancias ya dichas, provocando un desbalance entre ellas, generando tal tensión en los vasos sanguíneos, que causa hipertensión arterial.

Existen diferentes problemas que pueden generar daño en el endotelio de los vasos sanguíneos, como pueden ser la aterosclerosis, la hipercoleste-

rolemia, la hiperhomocisteinemia, la insuficiencia cardíaca congestiva, la insuficiencia renal, la diabetes, las alteraciones hormonales, el envejecimiento, los fármacos y el tabaquismo (Cobos, 2014).

3.4. Volumen sanguíneo y riñón, sistema renina-angiotensina-aldosterona, causante de hipertensión

El volumen sanguíneo regulará la presión arterial a largo plazo, gracias a la velocidad de la producción de orina del riñón. La renina es una sustancia que participa en el volumen sanguíneo, ayudando a la retención de sodio, además ayuda a la formación de angiotensina, la cual es un potente vasoconstrictor, también colabora en la formación de aldosterona, la cual estimula a los riñones para que retengan sodio y agua, causando un aumento de volumen. Así, las tres sustancias mencionadas colaborarán a un incremento en la tensión arterial. En pacientes con hipertensión se han encontrado niveles elevados de renina (Saxena *et al.*, 2018).

3.5. Cambios en el sistema cardiovascular en una persona con hipertensión arterial

Existen distintos problemas y cambios en órganos y sistemas que llevan al paciente a presentar hipertensión arterial. Pero ¿qué pasa cuando ya tiene hipertensión?

Comenzando con lo que se hablaba de los problemas que generan daño al endotelio, uno de los principales problemas que lo generan es la hipertensión arterial. Por ello, si un paciente se mantiene de manera crónica con el padecimiento, empezará a tener cambios a nivel vascular, en los cuales se encuentra primordialmente un engrosamiento del vaso sanguíneo, engrosamiento encontrado en la parte interna de éste (el lumen), lo que posteriormente podrá progresar a daño endotelial y aterosclerosis. (Bund, y Lee, 2003). Produciendo entonces un círculo vicioso, aumentando más la tensión arterial y el riesgo de infarto cerebral o cardíaco.

El corazón también sufrirá cambios. Cuando existe hipertensión arterial crónica, el corazón tiene que trabajar más para poder hacer que la sangre

llegue a los tejidos a través de los vasos sanguíneos tan tensos, lo que provoca que el corazón crezca, primordialmente el ventrículo izquierdo, lo cual posteriormente llevará a falla cardiaca. También provoca crecimiento de la aurícula izquierda, lo que llevará a arritmias cardiacas, principalmente fibrilación auricular. Asimismo, las arterias coronarias sufrirán los mismos cambios que señalábamos más arriba, lo que llevará a un síndrome coronario, en el cual las arterias que llevan la sangre para oxigenar y alimentar al corazón se tapan y el tejido cardiaco muere, causando un infarto al corazón. A todo este conjunto de sucesos se le llama cardiopatía hipertensiva como resultado de padecer hipertensión arterial crónica (Tackling y Borhade, 2021).

Enseguida se continuará con los cambios que genera en el sistema cardiovascular el hecho ser sedentario o activo, y además los mismos cambios en pacientes ya diagnosticados con hipertensión.

3.6. Efectos del sedentarismo en la anatomía y fisiología del sistema cardiovascular

Todos los órganos del cuerpo responderán a los estímulos que se les den; en el caso del sistema cardiovascular, si la persona es sedentaria, las demandas metabólicas de su cuerpo estarán disminuidas y por lo tanto no se requerirá que el flujo sanguíneo sea alto. A largo plazo, el gasto cardiaco como la resistencia vascular periférica harán cambios que provocarán aumento en la presión arterial (Park *et al.*, 2020).

Aunque se piensa que es totalmente normal e inevitable el envejecimiento vascular, el cual lleva a endurecimiento arterial y ello a hipertensión arterial, se ha encontrado que las personas con vidas más sedentarias presentan envejecimiento vascular más prematuro (Gomez-Sanchez *et al.*, 2020).

3.7. Efectos del ejercicio en la tensión arterial

Durante la actividad física la presión arterial, tanto diastólica como sistólica, presentan cambios. Así, la presión sistólica depende del gasto cardiaco y aumentará, no importando qué tipo de actividad se realice. Pero se ha encontrado que a largo plazo el entrenamiento de fuerza atenúa este reflejo

hipertensivo, ya que deportistas de halterofilia han presentado tensiones arteriales más bajas durante la actividad física, en comparación con pacientes sanos sedentarios. Hablando de la presión diastólica, este tipo de presión depende de las resistencias periféricas, por lo que se elevará mientras se realizan ejercicios estáticos, y se mantendrá igual o bajará si se realizan ejercicios dinámicos.

Al terminar la actividad física el gasto cardiaco disminuye y los vasos sanguíneos se dilatan, provocando que la tensión arterial disminuya.

Se habla de que en la zona visceral y en los miembros inferiores hay retención sanguínea, lo cual lleva a una disminución del volumen central. También existe descenso en la concentración de catecolaminas en sangre, lo que disminuye las resistencias periféricas, además de la facilitación de eliminación de sodio, disminuyendo el volumen del líquido vascular. Todo esto hace que al terminar la actividad física el efecto hipotensor del que hablábamos pueda durar entre ocho y 12 horas.

Si se mantiene el hábito del ejercicio por un periodo mayor a cinco semanas, también existirán cambios que harán que la tensión arterial se mantenga normal, aun cuando no hayamos hecho ejercicio un día, y es que se ha encontrado que existe una mejora en la función vasodilatadora del endotelio, lo que mantendrá niveles óptimos de tensión arterial (Chicharro y Vaquero, 2006).

3.8. Efectos del ejercicio en pacientes con hipertensión

Es bien sabido que el paciente con hipertensión arterial presenta valores más elevados de tensión arterial durante la práctica de ejercicio físico, comparado con una persona sana; esto debido a su tensión arterial de base, que crónicamente ya es alta, por lo que ha generado todos los cambios ya estudiados, incluyendo anormalidades en el reflejo presor del ejercicio, no funcionando adecuadamente y provocando una respuesta alterada ante el ejercicio. Por ello son importantes las especificaciones sobre la intensidad, tipo y características del ejercicio para estos pacientes (Sidhu *et al.*, 2019).

3.9. Efectos de la dieta en la hipertensión, ingesta de sodio

Se ha sugerido que la hipertensión es dada por la incapacidad del riñón para excretar el exceso de sodio que existe debido a la gran ingesta de sal. Y es que el exceso de sodio ingerido, la incapacidad del riñón para excretarlo y el sistema renina-angiotensina-aldosterona aumenta el volumen de líquidos, lo que incrementa la precarga cardiaca, el gasto cardiaco y en consecuencia sube la tensión arterial.

Si existe un aumento en la ingesta de sales en las personas sanas, el riñón es capaz de excretar ese exceso de sal y agua, manteniendo así la tensión arterial normal. Algunos estudios han demostrado que la disminución en la ingesta de sal se asocia con una reducción en la tensión arterial (Saxena *et al.*, 2018).

4. Metodología

De septiembre a octubre de 2021 se realizaron búsquedas de artículos científicos a través de Google académico, con restricción en las fechas de publicación, utilizando únicamente publicaciones de 2017 en adelante. La búsqueda se realizó en inglés y español, con palabras clave como *adipose cell*, *adipose tissue*, *brown adipose tissue*, *eating and obesity*, *obesity and inflammation*, *obesity and leptin*, *obesity and leptin resistance*, *lipids metabolism and exercise*, *exercise in obesity*, *exercise and browning*, *type 2 diabetes*, *beta cells in diabetes*, *exercise and beta cell function*, *sedentary behaviour on type 2 diabetes*, *essential hypertension*, *pathophysiology of hypertension*, *exercise and hypertension* y *sedentary behaviour on hypertension*, y se utilizaron las mismas palabras clave en su traducción al español. Las palabras fueron combinadas de la manera más lógica para encontrar información que pudiera sustentar el objetivo principal de este capítulo. Se incluyeron todo tipo de estudios científicos, descartando únicamente los reportes de caso.

5. Resultados

El ser humano tiene una anatomía, diseñada para mantenerse en movimiento, por lo que mientras continúe haciéndolo, funcionará correctamente. Pero si se deja de mover, el cuerpo tratará de adaptarse, tratando de hacer cambios para esa “nueva forma de ser”, pero por más que busque cómo adaptarse, no tiene el programa adecuado para hacerlo, por lo que los cambios que haga sólo lo llevarán a su destrucción.

Lehnig y Stanford realizaron en 2018 una recopilación de estudios para discutir el efecto del ejercicio en las células grasas, encontrando que cuando se realiza ejercicio de manera regular, existen cambios en el tamaño de los adipocitos de grasa blanca, mejora en la actividad de las mitocondrias, hay más secreción de adipocinas y hay cambios en la expresión genética. Para corroborarlo, realizaron un experimento en el que trasplantaron grasa blanca de ratones entrenados con ejercicio a ratones sedentarios, estos últimos, con ese trasplante, presentaron mejora en sus niveles de glucosa y colesterol.

Esos cambios duraron 14 días, mostrando así que una anatomía normal de las células grasas lleva a un funcionamiento normal.

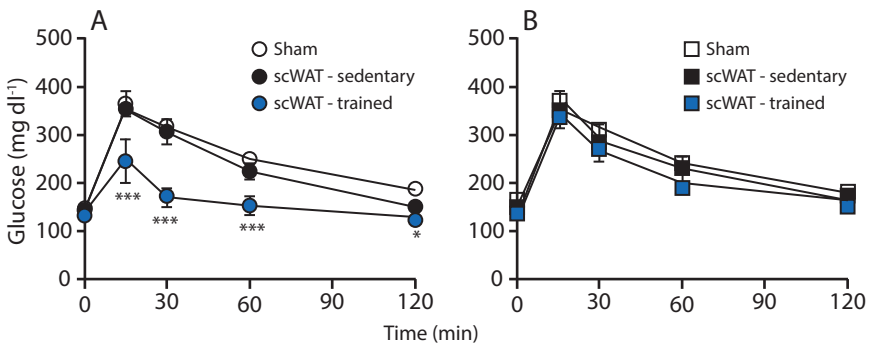


Fig. 1. El trasplante de tejido adiposo blanco de ratones entrenados (scWAT) mejora la tolerancia a la glucosa. Ratones fueron trasplantados con scWAT (0.85g) o vWAT (1.0g) de ratones sedentarios o entrenados, o fueron operados falsamente. Para la prueba de tolerancia a la glucosa (GTTs), los ratones fueron inyectados con 2g.kg masa corporal de glucosa (A) GTT a los 9 días de recibir el trasplante con vWAT. Significancia de los datos (N=5-12 por grupo) *P<0.05 ***P<0.001. Adaptado de Lehnig y Stanford (2018).

Heiskanen *et al.*, encontraron en 2018 que las personas enfermas de prediabetes y diabetes tenían un páncreas con gran cantidad de grasa, comparado con el páncreas de quienes estaban sanos. Realizaron un estudio en el cual, tanto a los sanos como a los enfermos de prediabetes y diabetes se les inició un programa de ejercicio físico, encontrando que en dos semanas ambas poblaciones habían disminuido la cantidad de grasa del páncreas. Los sanos disminuyeron su grasa pancreática de 4.4 a 3.6%, mientras que los pacientes con prediabetes y diabetes disminuyeron de 8.7 a 6.7%, lo que provocó un mejor funcionamiento del páncreas.

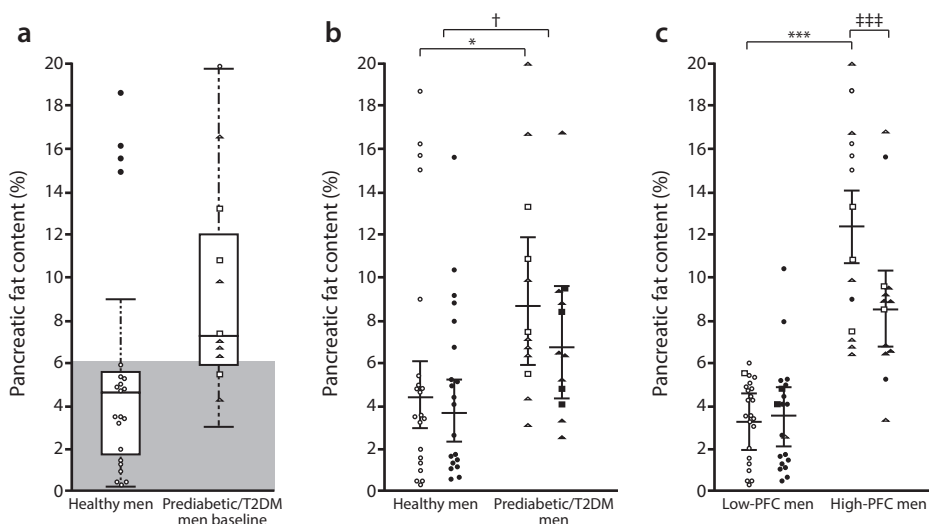


Fig. 2. Contenido de grasa pancreática en sanos y prediabéticos o diabéticos tipo 2 hombres al inicio (a), antes y después de la intervención de entrenamiento cuando los participantes se agruparon en hombres sanos y prediabéticos o diabéticos tipo 2 (b), y antes y después de la intervención de entrenamiento cuando los hombres se agruparon según la grasa pancreática baja ($\leq 6,2\%$) y alta ($>6,2\%$) al inicio del estudio (c). El área sombreada en (a) denota un contenido normal de grasa pancreática ($\leq 6,2\%$). (b,c) Se realizó la transformación de la raíz cuadrada para calcular el modelo basado medias e IC del 95%. Círculos, hombres sanos; cuadrados, hombres prediabéticos; triángulos, hombres diabéticos tipo 2; símbolos blancos, antes de la intervención del ejercicio; símbolos negros, después de la intervención del ejercicio. DM2, diabetes tipo 2 mellitus. * $p \leq 0,05$, *** $p \leq 0,001$ para la diferencia inicial entre grupos; † $p \leq 0,05$ para el efecto del tiempo; ### $p \leq 0,001$ efecto de tiempo para hombres con alto contenido de grasa p. Heiskanen et al., (2018).

Dipla *et al.* (2017) realizaron un estudio sobre la función de los vasos sanguíneos y la oxigenación muscular, durante el ejercicio, en personas sanas y en personas con hipertensión arterial, encontrando que los pacientes con hipertensión requieren un aumento significativo de la tensión arterial, para alcanzar los niveles de oxigenación muscular, los cuales son alcanzados por los pacientes sanos con presiones arteriales menores.

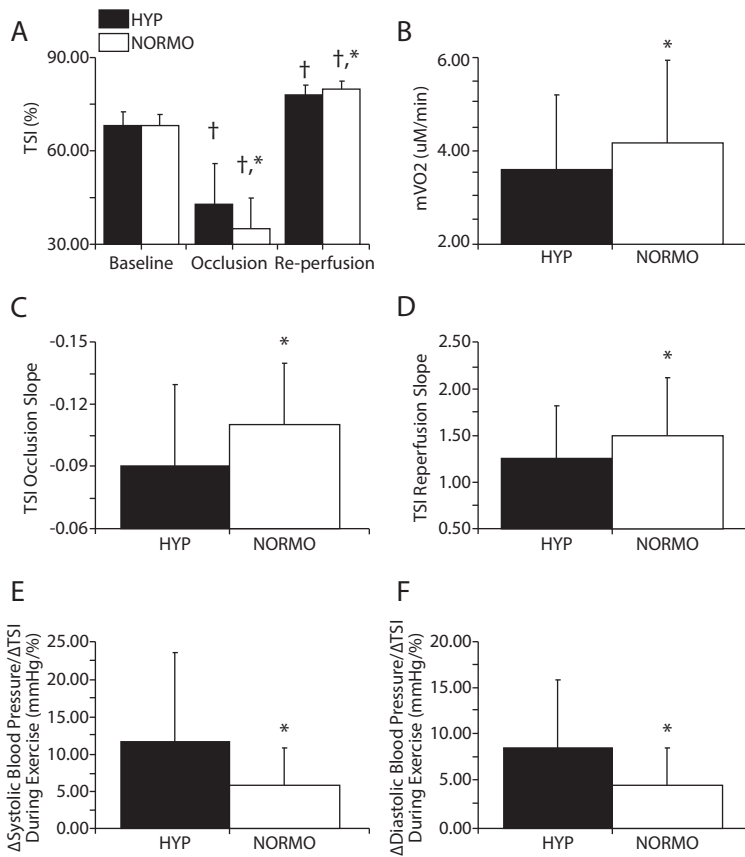


Fig. 3. A) saturación de oxígeno tisular índice (TSI, %) durante la línea base, pico de oclusión y pico de reperusión en personas con hipertensión (HYP) y normotensos (NORMO); B) músculo consumo de oxígeno (mVO_2 , $\mu\text{mol L}^{-1} \text{minuto}^{-1}$); C) pendiente de oclusión TSI, y D) Pendiente de reperusión TSI, en HYP y NORMO. Relación de cambio en sistólica (E) y la presión arterial diastólica (F) durante ejercicio, por unidad de declive en TSI. * $P < 0,01$ vs hipertensos; $\dagger P < 0,001$ frente a línea de base dentro del grupo. Dipla *et al.*, (2017).

Lin y Lee (2018), encontraron que el incremento de los niveles en sangre de óxido nítrico, el cual se da posterior a un programa de ejercicios, mejora la dilatación del vaso, logrando que pueda hacerse más ancho, debido a que disminuye la rigidez del interior de la arteria, reduce su resistencia al paso de la sangre y disminuye el tono de los vasos. Todos estos efectos anatómicos relajan los vasos sanguíneos y por lo tanto ayudan a disminuir la presión arterial.

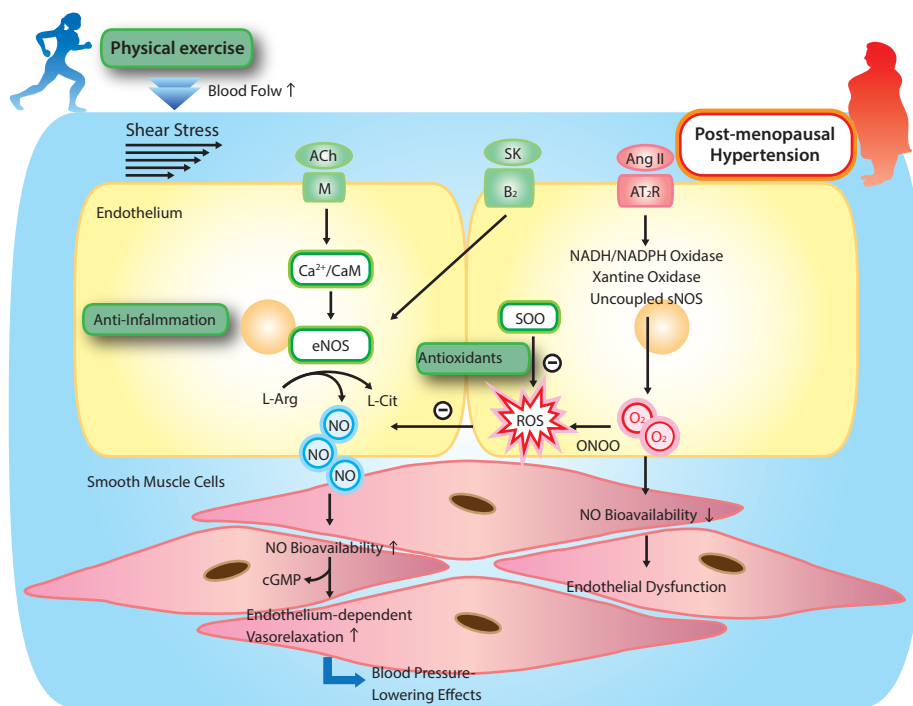


Fig. 4. Los mecanismos potenciales del entrenamiento físico sobre la disfunción del endotelio vascular en la hipertensión posmenopáusica. Los mecanismos que inician la disfunción endotelial implican el estrés oxidativo, la inflamación y la alteración de la biodisponibilidad del óxido nítrico (NO) y la vasorelajación en la hipertensión posmenopáusica. Entre muchas ROS, los aumentos de nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NAD(P)H) oxidasa, xantina oxidasa y NOS endotelial no acoplada (eNOS) se asocian con hipertensión. El entrenamiento físico evoca las mejoras en la antiinflamación, la producción de antioxidantes, la biodisponibilidad de NO y vasorelajación dependiente del endotelio. Esto explica en parte los efectos reductores de la presión arterial del ejercicio en la hipertensión posmenopáusica. Específicamente, el esfuerzo cortante inducido por el ejercicio y la activación de varios receptores (por ejemplo, M, B₂) conducen a aumentos en la producción y biodisponibilidad de NO al inducir la expresión de eNOS en el endotelio. ↑: sobre regulación; ↓: regulación a la baja. Lin y Lee (2018).

Conclusión

Una adecuada anatomía en las células, tejidos, órganos y sistemas hará que cada uno de éstos tengan una función normal. Se ha podido comprobar que esa anatomía se mantendrá normal si la persona lleva una vida físicamente activa, ya que el cuerpo, como se mencionó al inicio, está diseñado para mantenerse en movimiento. Tener una vida sedentaria provocará, por lo tanto, una anatomía que será incapaz de mantener el funcionamiento adecuado del cuerpo. Pareciera imposible determinar si las células, tejidos, órganos y sistemas, por falta de actividad física, no están funcionando adecuadamente, pero en realidad cuando se diagnostica una enfermedad como el sobrepeso y la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 o la hipertensión, claramente se está haciendo notar el trabajo inadecuado realizado por una estructura humana inadecuada. En sí, se podría concluir mencionando que, al iniciar una vida físicamente activa, no se está mejorando al cuerpo humano, sólo se le estará llevando a la “normalidad” y, obviamente, la norma no es estar enfermo.

Bibliografía

- Anders, V. (2021). Etimología de obeso. Etimologías. <http://etimologias.dechile.net/?obeso>.
- Asante, E. O., et al. (2020). Hours lying down per day, as a proxy for sedentary behaviour and risk of diabetes in young and middle-aged adults in Norway: an 11-year follow-up of the HUNT study. *BMJ open*, 10(3), e035010.
- Botella Carretero, J. I., et al. (2001). Leptina: implicaciones fisiológicas y clínicas. En *Anales de Medicina Interna* 18(3), 48-56.
- Bund, S. J., y Lee, R. M. (2003). Arterial structural changes in hypertension: a consideration of methodology, terminology and functional consequence. *Journal of vascular research*, 40(6), 547-557.
- Byrne, M. E., LeMay-Russell, S., y Tanofsky-Kraff, M. (2019). Loss-of-control eating and obesity among children and adolescents. *Current obesity reports*, 8(1), 33-42.
- Chen, C., et al. (2017). Human beta cell mass and function in diabetes: recent advances in knowledge and technologies to understand disease pathogenesis. *Molecular metabolism*, 6(9), 943-957.
- Chicharro, J. L., y Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio/Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana.

- Clark, C. M., *et al.* (2000). Promoting early diagnosis and treatment of type 2 diabetes: the National Diabetes Education Program. *Jama*, 284(3), 363-365.
- Cobos, L. (2014). Endotelio e hipertensión arterial. En *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 75, No. 4, pp. 345-350). UNMSM. Facultad de Medicina.
- Curran, M., *et al.* (2020). The benefits of physical exercise for the health of the pancreatic β -cell: A review of the evidence. *Experimental Physiology*, 105(4), 579-589.
- Dipla, K., *et al.* (2017). Impaired muscle oxygenation and elevated exercise blood pressure in hypertensive patients: links with vascular stiffness. *Hypertension*, 70(2), 444-451.
- Freeman, A. M., y Pennings, N. (2021). Insulin resistance. StatPearls [Internet].
- Gilbert, M. (2021). Role of skeletal muscle lipids in the pathogenesis of insulin resistance of obesity and type 2 diabetes. *Journal of Diabetes Investigation*.
- Gómez-Sánchez, M., *et al.* (2020). Vascular aging and its relationship with lifestyles and other risk factors in the general Spanish population: Early Vascular Ageing Study. *Journal of hypertension*, 38(6), 1110-1122.
- Heiskanen, M. A., *et al.* (2018). Exercise training decreases pancreatic fat content and improves beta cell function regardless of baseline glucose tolerance: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 61(8), 1817-1828.
- Horowitz, J.F., y Klein, S. (2000). Lipid metabolism during endurance exercise. *The American Journal of clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.558S>.
- Howden, E. J., *et al.* (2018). Reversing the cardiac effects of sedentary aging in middle age—a randomized controlled trial: implications for heart failure prevention. *Circulation*, 137(15), 1549-1560.
- Hu, H. H., *et al.* (2020). Magnetic resonance imaging of obesity and metabolic disorders: Summary from the 2019 ISMRM Workshop. *Magnetic resonance in medicine*, 83(5), 1565-1576.
- Izquierdo, A. G., *et al.* (2019). Leptin, obesity, and leptin resistance: where are we 25 years later? *Nutrients*, 11(11), 2704.
- Karczewski, J., *et al.* (2018). Obesity and inflammation. *European cytokine network*, 29(3), 83-94.
- Kennerly, A. M., y Kirk, A. (2018). Physical activity and sedentary behaviour of adults with type 2 diabetes: a systematic review. *Practical Diabetes*, 35(3), 86-89g.
- Leavell, Hugh Rodman, y Clark, E. Gurney (1953). *Textbook of Preventive Medicine*. New York: McGraw-Hill, xviii.
- LeDuc, C. A., y Leibel, R. L. (2019). Auto-regulation of leptin neurobiology. *Cell metabolism*, 30(4), 614-616.
- Lehnig, A. C., y Stanford, K. I. (2018). Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *Journal of Experimental Biology*, 221(Supl. 1), jeb161570.
- Lin, Y. Y., y Lee, S. D. (2018). Cardiovascular benefits of exercise training in postmenopausal hypertension. *International journal of molecular sciences*, 19(9), 2523.
- Liu, R., y Nikolajczyk, B. S. (2019). Tissue Immune Cells Fuel Obesity-Associated Inflammation in Adipose Tissue and Beyond. *Front. Immunol.* 10:1587. doi: 10.3389/fimmu.2019.01587.

- Mohrman, D. E., Heller, L. J., y Rojas, A. M. G. (2007). *Fisiología cardiovascular*. México: McGraw-Hill.
- Nieuwoudt, S., et al. (2017). Functional high-intensity training improves pancreatic β -cell function in adults with type 2 diabetes. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 313(3), E314-E320.
- Nystoriak, M. A., y Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Front. Cardiovasc. Med.* 5:135. doi: 10.3389/fcvm.2018.00135.
- OMS (2021). Obesidad y Sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Park, J. H., et al. (2020). Sedentary lifestyle: Overview of updated evidence of potential health risks. *Korean journal of family medicine*, 41(6), 365.
- Paing, A. C., et al. (2020). Impact of free-living pattern of sedentary behaviour on intra-day glucose regulation in type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*, 120(1), 171-179.
- Perego, C., et al. (2019). Cholesterol metabolism, pancreatic β -cell function and diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1865(9), 2149-2156.
- Petridou, A., Siopi, A., y Mougios, V. (2019). Exercise in the management of obesity. *Metabolism*, 92, 163-169.
- Punthakee, Z., Goldenberg, R., y Katz, P. (2018). Definition, classification and diagnosis of diabetes, prediabetes and metabolic syndrome. *Canadian journal of diabetes*, 42, S10-S15.
- Ruiz, J. R., Martinez-Tellez, B., Sanchez-Delgado, G., Osuna-Prieto, F. J., Rensen, P. C., & Boon, M. R. (2018). Role of human brown fat in obesity, metabolism and cardiovascular disease: strategies to turn up the heat. *Progress in cardiovascular diseases*, 61(2), 232-245.
- Saxena, T., Ali, A. O., y Saxena, M. (2018). Pathophysiology of essential hypertension: an update. *Expert review of cardiovascular therapy*, 16(12), 879-887.
- Severinsen, M. C. K., Schéele, C., y Pedersen, B. K. (2020). Exercise and browning of white adipose tissue—a translational perspective. *Current Opinion in Pharmacology*, 52, 18-24.
- Sidhu, S. K., et al. (2019). Exercise pressor reflex contributes to the cardiovascular abnormalities characterizing: hypertensive humans during exercise. *Hypertension*, 74(6), 1468-1475.
- Sirico, F., et al. (2018). Effects of physical exercise on adiponectin, leptin, and inflammatory markers in childhood obesity: systematic review and meta-analysis. *Childhood obesity*, 14(4), 207-217.
- Somerville, M., Burch, E., Ball, L., y Williams, L. T. (2020). "I could have made those changes years earlier": experiences and characteristics associated with receiving a prediabetes diagnosis among individuals recently diagnosed with type 2 diabetes. *Family practice*, 37(3), 382-389.
- Stenkula, K. G., y Erlanson-Albertsson, C. (2018). Adipose cell size: importance in

- health and disease. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 315(2), R284-R295.
- Tackling, G., y Borhade, M. B. (2021). Hypertensive heart disease. StatPearls [Internet].
- Vega-Robledo, B., y Rico-Rosillo, G. (2019). Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. *Alergia de México*, 66 (3), 340-353.
- Vega GB, Rico MG. (2019) Adipose tissue: immune function and alterations caused by obesity. *Revista alergia México*66(3):340-353
- Watson, P., et al. (2017). Stimulus control over action for food in obese versus healthy-weight individuals. *Frontiers in psychology*, 8, 580.
- Zhang, S., Wei, Y., y Wang, C. (2022). Impacts of an Exercise Intervention on the Health of Pancreatic Beta-Cells: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7229.

III. Prescripción del ejercicio físico en personas con obesidad, diabetes e hipertensión

JORGE A. ABURTO CORONA*
CECILIA GUZMÁN GUTIÉRREZ**
MELINNA ORTIZ ORTIZ***

Resumen

Este capítulo tiene como objetivo analizar los diferentes sistemas y métodos de la prescripción del ejercicio, basado en los componentes de la prescripción del ejercicio, como: intensidad, tipo de ejercicio, duración de las sesiones, frecuencia, volumen del ejercicio y progresión, también se consideraron los principios de la prescripción del ejercicio, como: individualización, especificidad, adaptación, sobrecarga, variedad y progresión, dirigido a población especial, específicamente a los trastornos que ocasionan las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Para el desarrollo de este capítulo se realizó búsqueda electrónica de fuentes primarias y secundarias en las bases de datos PubMed, EBSCO host, Elsevier, Scielo y Google Académico, después de hacer las revisiones sistemáticas, consultas de literatura y libros. Actualmente se ha dado especial relevancia a la práctica de la actividad física y el ejercicio físico, debido a los beneficios que representa. En este capítulo se observaron los resultados de varios protocolos en los que se aplicó algún método de ejercicio, como aeróbico y de resistencia.

* Mtro. Ciencias del Movimiento Humano, estudiante de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesor de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9272-3294>

** Dra. en Educación Deportiva y Ciencias del Deporte en Educación Física y Deporte, profesora de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California. Email: cecilia.guzman@uabc.edu.mx.

*** Dra. en Educación Física y Deporte, profesora de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, de la Universidad Autónoma de Baja California. Email: melinna.ortiz@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2383-2956>

Se considera que la actividad y el ejercicio físico son herramientas indispensables en la prevención y tratamiento para la población con padecimientos de diabetes, hipertensión y obesidad.

Palabras clave: *Prescripción del ejercicio, obesidad, diabetes e hipertensión.*

Introducción

A nivel mundial tenemos un problema de salud llamado obesidad, que en las últimas tres décadas ha ido en aumento. Dicho incremento se ha dado a tal grado que de cada tres personas adultas una tiene obesidad (Barquera *et al.*, 2020). En México, en los últimos 20 años se han documentado más casos de enfermedades cardiovasculares y diabetes, mismos que se relacionan con la presencia de obesidad. Estas enfermedades han sido las principales causas de hospitalización, discapacidad y muerte en adultos. Las estadísticas de tales enfermedades nos muestran que causa de muerte por enfermedades del corazón representa 20.1% y por diabetes mellitus 13.9%, según datos de INEGI (INEGI, 2021). Sin embargo, no se puede dejar de lado que la obesidad también está relacionada con otras enfermedades no transmisibles (ENT) que provocan una alteración negativa en la calidad de vida y por ende en la esperanza de vida (OPS, 2021).

Décadas atrás las personas enfermaban y lo único extra que se prescribía aparte del medicamento era reposo total, ya que se pensaba que de esa manera el efecto de los medicamentos iba a actuar efectivamente para contrarrestar, sobre todo, las enfermedades crónicas. Sin embargo, con el paso del tiempo los médicos se fueron dando cuenta de que hacer ejercicio, combinado con la medicación, tenía un mayor beneficio para el control o recuperación de algunas enfermedades como obesidad, diabetes e hipertensión (Grima y Calafat, 2004). La prescripción del ejercicio es la forma ordenada y sistemática de dosificar actividades físicas con un fin determinado, el cual puede ir desde mejorar la capacidad física, mantener o recuperar la salud, rehabilitarse de alguna lesión, entre otras (Rodríguez, 1995).

Lo primero que se debe de tomar en cuenta para la prescripción del ejercicio es la condición física de la persona, así como tener una evaluación

médica, que incluya un estudio del corazón, historial de enfermedades, estudios de laboratorio y análisis de la composición corporal, con la finalidad de identificar el punto de partida de la dosificación del ejercicio y, de esta manera, alcanzar las metas establecidas. Es necesario hacer hincapié en que la prescripción del ejercicio debe ser flexible y a su vez basarse en la ciencia para tener mayor éxito (Rodríguez, 1995).

La recomendación del ejercicio debe estar basada en los principios de la prescripción, por ejemplo, individualidad, especificidad, progresión, variabilidad, carga progresiva y mantenimiento. De igual forma, se deben considerar los componentes de la aptitud física en todo programa, tales como composición corporal, capacidad aeróbica, resistencia muscular, flexibilidad y fuerza muscular (Neiman, 2007).

Con base a lo anterior, es de suma importancia reconocer los beneficios del ejercicio físico en cualquier grupo de edad y con cualquier condición física y de salud o enfermedad, pues de esta forma se podrán tratar mejor las enfermedades existentes y aquellas de reciente aparición. Un ejemplo, según las estadísticas, es el covid-19, que ha cobrado la vida de miles de personas de diferentes grupos de edad a nivel mundial. El común denominador para que esta enfermedad se vuelva letal es el sobrepeso, obesidad, dislipidemias y ENT (Pérez-Abreu, 2020), debido a que se ha encontrado una relación directa entre la grasa visceral y la probabilidad de ser hospitalizado por covid, es decir, entre mayor porcentaje de grasa visceral, mayor probabilidad de ser hospitalizado (Favre *et al.*, 2021).

1. Metodología

Se revisaron las bases de datos PubMed, EBSCO host, Elsevier, SciELO y Google Académico. Se utilizaron las palabras clave: prescripción de ejercicio, ejercicio físico y obesidad, ejercicio físico y diabetes y ejercicio físico e hipertensión en español e inglés (*exercise prescription, physical exercise and obesity, physical exercise and diabetes and physical exercise and hypertension*). Se analizaron artículos de tipo experimental, revisiones de literatura, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios de caso, publicados en revistas científicas con factor de impacto (*Journal Citation Report*). Para el análisis

de resultados, sólo se tomaron en cuenta los estudios publicados desde 2016 a la actualidad.

2. Resultados

2.1. Prescripción del ejercicio en personas con sobrepeso u obesidad

Las personas con sobrepeso u obesidad han desarrollado estas enfermedades por un desbalance crónico negativo en el consumo de calorías provenientes de los alimentos, es decir, consumen más calorías de las que utilizan para el funcionamiento de su organismo, por lo cual existe un acumulo de esos nutrientes que se consumen en exceso. Una forma de incrementar la cantidad de calorías que una persona gasta en un día puede ser mediante la práctica de ejercicio físico. De esta manera, realizar actividad física de forma habitual puede llegar a prevenir el sobrepeso y la obesidad (Abondano y Lizacano, 2017).

Con el paso de los años los casos de sobrepeso y obesidad se han triplicado a nivel mundial, llegando a cifras alarmantes. En la actualidad, en México 70% de la población padece de sobrepeso y 30% obesidad (OMS, 2021). La principal causa de este aumento es la mala nutrición y la falta de actividad física. De acuerdo con el INEGI (), sólo 38.9% de la población mexicana realiza ejercicio físico de manera regular, sin embargo, el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, por sus siglas en inglés) recomienda al menos 250 minutos de ejercicio de moderada intensidad a la semana para ser considerado físicamente activo (Donnelly *et al.*, 2009).

Años atrás las investigaciones demostraron que existía una intensidad de ejercicio en la cual se presentaba una mayor oxidación de la grasa. Esta intensidad es llamada zona *fatmax*, la cual se origina al entrenar entre 64 y 74% del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), o bien, alrededor del 62% de la frecuencia cardiaca máxima (Achten *et al.*, 2001; Tan *et al.*, 2014). Además de lograr oxidar en mayor medida la grasa, realizar ejercicio en esta intensidad también genera un aumento mayor en el desempeño físico y cardiovascular en personas con sobrepeso u obesidad (Chá-

vez-Guevara *et al.*, 2020). Sin embargo, conforme pasaron los años, se descubrió que el método más efectivo para disminuir la grasa corporal era con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), en comparación con el entrenamiento *fatmax* y de pesas (Zeng *et al.*, 2019) (véase el cuadro 1).

Cuadro 1. Pérdida de grasa corporal entre tres tipos de entrenamiento

Tipo de entrenamiento	Medición inicial	Medición después de 12 semanas de entrenamiento	Kilogramos de pérdida de grasa
	Masa grasa (kg)		
Fatmax	21.68	15.59	6.09
HIIT	21.55	11.86	9.69
De pesas	21.66	15.31	6.35

Para el estudio, Zeng *et al.* (2019) evaluaron a 51 mujeres obesas (22.08 \pm 1.89 años), a quienes dividieron en tres grupos: el grupo *fatmax* (n= 18) realizó 40 minutos de ejercicio continuo a la intensidad *fatmax*, el grupo HIIT (n= 17) hizo cinco ejercicios con cuatro minutos de duración y cuatro minutos de recuperación a 90% del VO₂max, mientras que el grupo de pesas (n= 16) ejecutó cuatro ejercicios de pesas, por cinco ocasiones, a una intensidad de 15 repeticiones máximas con descansos de un minuto entre ejercicio.

Maillard *et al.* (2016) hicieron un estudio donde compararon dos intensidades de entrenamiento: interválico de alta intensidad (HIIT) y un continuo de moderada intensidad (MICT). Todos los sujetos (61 a 80 años de edad) realizaron el ejercicio en bicicleta estacionaria dos veces por semana durante 16 semanas. El ejercicio de los del grupo HIIT consistía en realizar un sprint de ocho segundos (al 80% FC máx), seguido de 12 seg de recuperación (pedaleo entre 20 y 30 rpm) hasta completar 20 minutos. Los del grupo MICT realizaron ejercicio continuo por 40 minutos a una intensidad entre 55 y 60% de la FC máx. Los investigadores no encontraron diferencias en la grasa corporal total antes y después de las 16 semanas de entrenamiento en ni uno de los grupos (cuadro V). Concluyeron que estos dos métodos de entrenamiento funcionan de una manera similar, ni uno es mejor que el otro, sin embargo es importante mencionar que los del grupo

MICT se encontraban por debajo de la zona fatmax y los del grupo HIIT por arriba de la intensidad de entrenamiento, donde hay una mayor oxidación de grasas.

Cuadro 2. Grasa corporal total antes (pretest) y después (postest) de las 16 semanas de entrenamiento

Tipo de entrenamiento	Pretest (kg)	Postest (kg)	Diferencia (kg)
HIIT	29.1 ± 2.9	28.3 ± 2.9	-0.8
MICT	28.2 ± 2.1	27.6 ± 2.1	-0.6

Aun así, hasta el momento existe una gran controversia sobre cuál de las dos intensidades de ejercicio es mejor, demostrando que el ejercicio de alta intensidad induce a un mayor aumento en la capacidad aeróbica, no obstante, disminuye la adherencia al ejercicio, lo que conlleva a desertar rápidamente del ejercicio. Por esta razón, expertos recomiendan el ejercicio de moderada intensidad para personas con obesidad (De Feo, 2013).

Con base en lo anterior, se corrobora que las personas con adherencia al ejercicio, es decir, que promueven la autorregulación de la actividad física, tienen resultados positivos en la disminución de su IMC, no importando si tienen obesidad o no. Esto permite confirmar la relación causa y efecto. En otras palabras, no solamente la prescripción de ejercicio es efectiva, sino que también la autorregulada (Campos-Uscanga *et al.*, 2017).

De la misma manera, con el objetivo de lograr los mayores beneficios, científicos han realizado estudios en donde combinan el ejercicio físico con sustancias como la cafeína. Ruiz-Moreno *et al.* (2021) realizaron un estudio con el objetivo de determinar si el consumo de cafeína generaba un aumento en la oxidación de grasa mediante el ejercicio a intensidad fatmax en cicloergómetro. Los sujetos (29 ± 6 años de edad; 70.2 ± 9.2 kg de peso; 175 ± 0.8cm de estatura) asistieron en dos ocasiones para ser evaluados, en donde debían pedalear por una hora al 52.1 ± 9.8% del VO₂máx después de haber ingerido 3mg/kg de peso corporal de cafeína (en la condición A) o de celulosa (placebo, condición B). Los investigadores encontraron que la ingesta aguda de cafeína, en combinación con el ejercicio físico, genera mayores beneficios en el porcentaje de grasa corporal comparado con personas que sólo realizan ejercicio. Sin embargo,

recomiendan tomar las debidas precauciones en personas hipertensas o sensibles a la cafeína.

2.2. Prescripción del ejercicio en diabéticos

La práctica de ejercicio en personas con diabetes tiene varios beneficios, como mejorar la tolerancia a la glucosa y el aumento de la sensibilidad a la insulina por las células musculoesqueléticas. Por otra parte, ayuda a prevenir la aparición de enfermedades que se relacionen con la diabetes, como las cardiovasculares, incluso previene el desarrollo de esta enfermedad en personas sanas con predisposición a ella (debido a la herencia genética) (Hernández y Licea, 2010).

Investigaciones han demostrado que el ejercicio físico (150 minutos de ejercicio por semana a moderada intensidad) ayuda a disminuir los niveles de glucosa en sangre, evitando la transición de prediabético a diabético. Además, en diabéticos mejora la sensibilidad a la insulina y el control metabólico, ayudando a disminuir riesgos cardiovasculares (Hernández *et al.*, 2018; Meza-Pramps *et al.*, 2019).

Por su parte, Arrieta-Leandro (2020), en su revisión sistemática con el enfoque acerca del tipo de ejercicio ideal para prediabéticos, encontró que el ejercicio aeróbico continuo, ejercicio contra resistencia y el HIIT mejoran los indicadores bioquímicos y antropométricos de prediabéticos. Los estudios que analizó tenían un protocolo desde los 13 días hasta las 16 semanas de duración, con frecuencias de dos a cinco sesiones por semana.

Es importante mencionar que tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia muscular mejoran la acción de la insulina, ayudan a mantener el nivel de la glucosa, índices lipídicos y valores de presión arterial, también ayudan a mejorar aspectos asociados a la calidad de vida de individuos con diabetes mellitus tipo II (DM-2), demostrando efectos positivos sobre factores psicológicos, autoestima global y satisfacción con la vida.

2.3. Prescripción del ejercicio en hipertensos

La hipertensión es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular en México, en donde dos de cada 10 personas padecen de una presión

arterial mayor de 140/90 mmHg (Ensanut, 2018). Estos resultados parecen ir en aumento conforme pasan los años, específicamente por la falta de buenos hábitos alimenticios y el sedentarismo.

Algunos estudios han demostrado que, después de los 55 años de edad, aquellas personas normotensas tienen una posibilidad de 90% de volverse hipertensas, llegando a afectar a una de cada cinco. Y, sin embargo, es una de las enfermedades cardiovasculares más comunes, que puede prevenirse fácilmente y a un bajo costo (sin medicamentos) (Chobanian *et al.*, 2003; Pescatello *et al.*, 2019).

Algunos estudios han demostrado la importancia del ejercicio para la disminución de masa corporal en la presión arterial, tal es el caso de Kawamoto *et al.* (2014), quienes evaluaron la presión arterial antes y después de un protocolo de ejercicio de 12 semanas en adultos mayores (68.0 ± 6.5 años de edad). El ejercicio consistía en realizar tres caminatas por semana de 120 minutos de duración, utilizando bastones de senderismo. Los investigadores encontraron una disminución significativa del peso corporal (2.3 ± 0.8 kg) de la presión arterial sistólica (6 ± 1 mmHg) y diastólica (3 ± 1 mmHg) ($p < 0.003$), concluyendo que la pérdida de masa corporal mediante el ejercicio es una buena estrategia para disminuir la presión arterial de personas adultas mayores.

Este tipo de ejercicio físico (aeróbico) ha demostrado disminuir la presión arterial de consultorio y ambulatoria, mejorando así el factor de riesgo cardiovascular de personas hipertensas. Cabe mencionar que la presión arterial de consultorio es comúnmente medida en una silla con un baumanómetro o un monitor de presión arterial en posición de reposo (sentado), en cambio, la ambulatoria se registra por varias horas o días mediante un monitor de presión arterial (Boutcher, y Boutcher, 2016).

Pagonas *et al.* (2017) realizaron un estudio con el propósito de comparar dos tipos de ejercicios en la presión arterial. Reclutaron 75 sujetos hipertensos (60.5 ± 9.0 años de edad), quienes fueron sometidos a un programa de entrenamiento de 12 semanas (cinco sesiones por semana) dependiendo el grupo al que fueron asignados de manera aleatoria: ejercicio con *handgrip*, ejercicio con *handgrip* falso y ejercicio aeróbico. Los investigadores encontraron que 12 semanas de entrenamiento con *handgrip* y *handgrip* falso no reducen la presión arterial sistólica (PAS) / diastólica (PAD)

($\Delta 1.6/-0.6$ mmHg), sin embargo, el ejercicio aeróbico redujo significativamente la presión arterial ambulatoria ($\Delta -4.9/-1.9$ mmHg) y de consultorio ($\Delta -10.0/-3.1$ mmHg) entre el pretest y el postest, aun cuando el ejercicio no estaba supervisado (véase el cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de presión arterial de consultorio sistólica diastólica antes y después de las 12 semanas

	Ejercicio con <i>handgrip</i>		Ejercicio con <i>handgrip</i> falso		Ejercicio aeróbico	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
PAS (mmHg)	138.4 ± 9.8	138.4 ± 16.1	133.9 ± 19.6	135.3 ± 16.1	142.6 ± 14.7	132.6 ± 19.4
PAD (mmHg)	80.3 ± 11.2	79.6 ± 9.1	74.8 ± 9.4	77.6 ± 11.4	76.2 ± 10.6	73.1 ± 12.7

Silva *et al.* (2018) son otros investigadores que estudiaron el efecto de diferentes tipos de *handgrip* en la presión arterial de sujetos hipertensos. Reclutaron 12 sujetos (58 ± 5 años de edad), quienes realizaron cuatro sesiones de ejercicio isométrico con *handgrip* (véase el cuadro 4). Los investigadores no encontraron diferencias significativas, mencionando que el ejercicio isométrico no genera un efecto agudo en la presión arterial de consultorio.

Cuadro 4. Protocolo de ejercicio realizado por Silva *et al.* (2018)

Condiciones	Número de series	Duración del ejercicio (min)	Intensidad (%)
1	4	2	30
2	4	2	50
3	4	3	30
4	Condición control		

Nota: La intensidad es el porcentaje de la estimación del 100% de la frecuencia cardiaca máxima.

Otro tipo de método para combatir la hipertensión es el ejercicio de resistencia muscular, también conocido como ejercicio de pesas. Boeno *et al.* (2020) realizaron un estudio con el objetivo de determinar si el ejercicio de resistencia es mejor para disminuir la hipertensión en comparación con el ejercicio aeróbico. Los investigadores reclutaron 42 adultos de mediana edad (30 a 59 años de edad) con hipertensión y bajo tratamiento médico. Los sujetos fueron divididos de forma aleatoria en tres grupos: ejercicio

aeróbico (n = 15), ejercicio de resistencia (n = 15) y grupo control (n = 12). Los sujetos realizaron 12 semanas de intervención, encontrando que los dos grupos de ejercicio ayudan a disminuir la presión arterial en comparación con el grupo control, concluyendo que los dos tipos de ejercicios benefician la presión arterial y disminuyen riesgos cardiovasculares (véase el cuadro 5).

Cuadro 5. Cambios de los participantes después de 12 semanas de intervención

	Ejercicio aeróbico		Ejercicio de resistencia		Grupo control	
	Medición base	Medición final	Medición base	Medición final	Medición base	Medición final
VO2max (mL/kg/min)	26.4 ± 5.3	30.8 ± 7.2*	27.3 ± 5.4	29.0 ± 5.5*	26.9 ± 7.1	26.8 ± 6.0
PAS (mmHg)	121.9 ± 9.9	116.3 ± 7.3*	125.5 ± 11.7	119.0 ± 11.0*	125.9 ± 9.7	128.7 ± 8.3
PAD (mmHg)	74.7 ± 9.6	72.5 ± 8.3	79.4 ± 8.3	76.3 ± 7.7	81.9 ± 11.3	82.9 ± 10.5
Peso corporal (kg)	94.1 ± 16.3	93.2 ± 16.6	87.6 ± 19.4	88.6 ± 19.7	99.3 ± 12.1	100.0 ± 12.0

* p < 0.05 vs. medición base. Cuadro obtenido de Boeno *et al.* (2020).

Loaiza-Betancur *et al.* (2020), mediante un metaanálisis con personas normotensas, encontraron que el ejercicio isométrico es un buen método para prevenir la hipertensión arterial.

Otro tipo de ejercicio que es benéfico para la disminución de la presión arterial y del que no hay suficiente literatura científica, es el de contrarresistencia.

Smart, *et al.* (2019) realizaron un metaanálisis sobre los efectos del ejercicio isométrico contrarresistencia, encontrando una disminución en la presión arterial sistólica y diastólica. El estudio analizó 12 investigaciones, sumando una muestra de 296 sujetos (171 de grupo experimental y 125 de grupo control), de los cuales 177 eran hombres y 119 mujeres. Los sujetos de estudio tenían un rango de edad de 24 a 80 años. De los 12 estudios, en 10 reportaron una disminución en la presión arterial sistólica (6.9 ± 3.3 mmHg) y en nueve encontraron que la diastólica (3.8 ± 1.4 mmHg) disminuyó. Cabe mencionar que la duración del tratamiento iba desde las cuatro hasta las 10 semanas, siendo ocho semanas la duración promedio de ejercicio isométrico contrarresistencia.

Conclusión

La práctica de actividad física y el ejercicio físico ha retomado la importancia que debe de tener en los tiempos actuales, en donde la población está enfermando a causa de pandemias a nivel mundial, situación que nos ha demostrado que el ejercicio físico viene a ser un pilar fundamental para conservar la salud. Incorporar el entrenamiento de resistencia será de gran importancia para incrementar el componente muscular, lo que desarrollará una mayor fortaleza en las personas y disminuirá la posibilidad de tener lesiones.

Basados en los resultados de las presentes investigaciones, se encontró que el ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT) disminuye en mayor medida el porcentaje de grasa en personas adultas jóvenes con obesidad. De la misma manera, el ejercicio HIIT en combinación con la ingesta adecuada de cafeína puede generar mayores beneficios en la pérdida de grasa corporal, en comparación con el ejercicio convencional (ejercicio aeróbico de moderada intensidad). En adultos mayores (obesos) se ha encontrado que los dos tipos de ejercicio funcionan de la misma manera, sin embargo, es recomendable combinar diferentes métodos con el objetivo de adherir al participante en las actividades físicas y evitar la deserción en la actividad física.

Bibliografía

- Abondano, J., y Lizcano, F. (2017). Epigenética en el origen de la obesidad: perspectiva desde la célula grasa. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo*, 4(4), 24-31.
- Achten, J., Gleeson, M., y Jeukendrup, A. (2001). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 92-97. 10.1097/00005768-200201000-00015.
- Álvarez-Aguilar, P. (2015). Efectos agudos del ejercicio en la presión arterial. Implicaciones terapéuticas en pacientes hipertensos. *Acta Médica Costarricense*, 57(4), 163-171.
- Arrieta-Leandro, M. (2020). Efecto de tres tipos de entrenamientos sobre indicadores bioquímicos y antropométricos en personas con prediabetes: una revisión

- sistemática. *Pensar en movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 18(2), 1-23
- Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Trejo-Veldivia, B., Shamah, T., Campos-Nonato, I. & Rivera-Dommarco, J. (2020). Obesidad en México, prevalencia y tendencias en adultos. *Ensanut 2018-19. Salud Pública de México*, 62(6), 682-692.
- Boeno, F., et al. (2020). Effect of aerobic and resistance exercise training on inflammation, endothelial function and ambulatory blood pressure in middle-aged hypertensive patients. *Journal of Hypertension*, 38(12), 2501-2509.
- Boutcher, Y. N., y Boutcher, S. H. (2016). Exercise intensity and hypertension: What's new? *Journal of Human Hypertension*, 31(3), 157-164.
- Campos-Uscanga, Y., et al. (2017). Obesidad y autorregulación de la actividad física y la alimentación en estudiantes universitarios: un estudio longitudinal. *MHSalud*, 14(1), 1-16.
- Chávez-Guevara, I., et al. (2020). Chronic effect of fatmax training on body weight, fat mass, and cardiorespiratory fitness in obese subjects: A meta-analysis of randomized clinical trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7888-7906. 10.3390/ijerph17217888.
- Chobanian, A. V., et al. (2003). Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*, 42(6), 1206-1252.
- Cuadri Fernández, J., et al. (2018). Revisión sistemática sobre los estudios de intervención de actividad física para el tratamiento de la obesidad. *Retos*, 33, 261-266.
- De Feo, P. (2013). Is high-intensity exercise better than moderate-intensity exercise for weight loss? *Nutrition, metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(11), 1037-1042.
- Donnelly, J., et al. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459-471.
- Ensanut (2018). Encuesta nacional de salud y nutrición. Recuperado de https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf.
- Favre, G., et al. (2021). Visceral fat is associated to the severity of COVID-19. *Metabolism Clinical and Experimental*, 115, 154440. doi:10.1016/j.metabol.2020.154440.
- García Milian, A. J., y Creus García, E. D. (2016). La obesidad como factor de riesgo, sus determinantes y tratamiento. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 32(3), 0-0.
- Gargallo-Fernández, M., et al. (2015). Recomendaciones clínicas para la práctica del deporte en pacientes con diabetes mellitus (Guía RECORD). Grupo de Trabajo de Diabetes Mellitus de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). *Endocrinología y Nutrición*, 62(6), e73-e93.
- Gillen, J., y Gibala, M. (2014). High-intensity interval training: A time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409-412.

- Grima, J. R. S., y Calafat, C. B. (2004). Prescripción de ejercicio físico para la salud (vol. 1). Editorial Paidotribo.
- Grisales, A. A. D., et al. (2021). Efecto de un programa de entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad en población escolar femenina con sobrepeso u obesidad. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (39), 90.
- Hernández, J., Domínguez, A. y Mendoza, J. (2018). Efectos benéficos del ejercicio físico en las personas con diabetes mellitus tipo 2. *Revista Cubana de Endocrinología*, 29(2), 1-18.
- Hernández Rodríguez, J., y Licea Puig, M. E. (2010). Papel del ejercicio físico en las personas con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 21(2), 182-201.
- INEGI (2021). Resultados del módulo de práctica deportiva y ejercicio físico 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/moprade2020.pdf>
- Kawamoto, R., et al. (2014). Effect of weight loss on central systolic blood pressure in elderly community-dwelling persons. *Hypertension Research*, 37(10), 933-938.
- Loaiza-Betancur, A., et al. (2020). Effect of isometric resistance training on blood pressure values in a group of normotensive participants: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 12(3), 256-262. DOI: 10.1177/1941738120908070.
- Maillard, F., et al. (2016). High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolism*, 42(6), 433-441.
- Meza-Pramps, A., et al. (2019). Tratamiento ideal de la resistencia a la insulina y la prediabetes; ¿metformina o ejercicio? *Journal of Sport and Health Research*, 11(2), 139-154.
- Neiman, A. (2007). Body composition. Measures, physiologic and functional impact, health disparities. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.americangeriatrics.org/sites/default/files/inline-files/9.%20Anne%20Newman%2C%20MD%2C%20MPH%20%282%29.pdf>
- OMS (2021). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- OPS Organización Panamericana de la Salud. (2021). Hipertensión. [Internet] [consultado el 15 de noviembre de 2021].
- Pagonas, N., et al. (2017). Aerobic versus isometric handgrip exercise in hypertension: A randomized controlled trial. *Journal of Hypertension*, 35(11), 2199-2206.
- Pérez, A., Gómez, T., Tamayo, V., Iparraguirre, T. & Besteiro, A. (2020). Alteraciones psicológicas en estudiantes de medicina durante la pesquisa activa de la COVID-19. *MEDISAN*, 24(4), 537-548.
- Pescatello, L., et al. (2019). Physical activity to prevent and treat hypertension: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(6), 1314-1323.
- Rodríguez Pena, A., et al. (2018). Patrones hemodinámicos y respuesta al ejercicio isométrico en normotensos, prehipertensos e hipertensos; diferencias de género: gender differences. *Medicentro Electrónica*, 22(3), 228-237.

- Ruiz-Moreno, C., *et al.* (2021). Caffeine increases whole-body fat oxidation during 1h of cycling at fatmax. *European Journal of Nutrition*, 60, 2077-2085. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02393-z>.
- Silva, G., *et al.* (2018). Acute blood pressure responses after different isometric hand-grip protocols in hypertensive patients, *Clinics*, 73(e373), 1-6.
- Smart, N. A., *et al.* (2019). Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: individual participant data meta-analysis. *Journal of hypertension*, 37(10), 1927-1938. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002105>.
- Tan, S., *et al.* (2014). Positive effect of exercise training at maximal fat oxidation intensity on body composition and lipid metabolism in overweight middle-aged women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(3), 225-230.
- Zeng, J., *et al.* (2019). Effects over 12 weeks of different types and durations of exercise intervention on body composition of young women with obesity. *Science & Sports*, 36(1), 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.10.011>.

IV. Alimentación en personas con obesidad, diabetes e hipertensión físicamente activas

ROBERTO ESPINOZA GUTIÉRREZ*

LUIS MARIO GÓMEZ MIRANDA**

Resumen

En la actualidad, en el mundo existe una gran prevalencia de obesidad, diabetes e hipertensión. El propósito de este capítulo es reconocer la evolución de los hábitos alimentarios de los seres humanos, identificar los alimentos relacionados con el desarrollo y prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Para el desarrollo de este capítulo se realizó una búsqueda electrónica de fuentes de información primarias y secundarias tanto en idioma inglés como en español en las bases de datos PubMed, Ebsco host, Elsevier, Scielo y Google Académico. Se analizaron artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas, metaanálisis, revisiones de la literatura y libros, hasta el 20 de diciembre de 2021. El consumo habitual de alimentos ultraprocesados, azúcar, carnes rojas, carnes procesadas, huevos, cereales refinados y sal, ha sido fuertemente asociado con el desarrollo de ECNT. Por su parte, los alimentos naturales e integrales como frutas, verduras, cereales de grano entero sin refinar, legumbres, frutos secos, aguacate y semillas de linaza y chía no sólo se asocian y refieren protección hacia las ECNT, sino que muestran efectos atenuantes de los indicadores de

* Mtro. en Ciencias de la Salud con énfasis en Nutrición, próximo a presentar examen profesional para el grado de Doctor en Educación Deportiva y Ciencias del Deporte. Profesor de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. Email: espinoza.roberto@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9687-5941>

** Dr. en Ciencias de la Salud, Maestro en Ciencias del Deporte. Profesor de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. Email: luismariouabc@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-1695>

estas enfermedades cuando se han puesto a prueba en estudios experimentales aleatorios controlados. La alimentación ha sufrido cambios desfavorables para la salud, incrementando el consumo de alimentos procesados ricos en grasas saturadas y azúcar, lo cual representa un reto para los promotores de salud, donde el nutriólogo deberá formar parte sustancial de un equipo multidisciplinar para la prevención y tratamiento de la obesidad, diabetes e hipertensión.

Palabras clave: *Alimentación, obesidad, diabetes, hipertensión.*

Introducción

La alimentación de las personas es un proceso que está influenciado por factores exógenos y endógenos. Los factores endógenos son aquellos relacionados con el metabolismo, es decir, los procesos químicos que intervienen en la producción de energía. Los factores exógenos son el objeto de análisis de este capítulo, los cuales se refieren a los factores ambientales que influyen en la alimentación. Estos factores han ido evolucionando con el paso del tiempo; hace apenas un siglo dependían principalmente de la disponibilidad de alimentos que existía en la naturaleza y de la oportunidad que tenían las personas para obtenerlos, por ejemplo, la caza o crianza de animales, los terrenos fértiles y las características climáticas donde vivía el individuo.

Actualmente la obtención de los alimentos ha sido influenciada entre otras cosas por la mercadotecnia que desarrollan las grandes empresas de la industria alimentaria, quienes invierten fuertes cantidades de dinero para promover el consumo de sus productos. La problemática derivada de ello es que la población ha abusado de alimentos con exceso de energía, lo cual desencadena en enfermedades como obesidad, diabetes e hipertensión.

Analizar el efecto o asociación existente entre el consumo de alimentos y la salud, así como identificar aquellos alimentos que promueven la aparición de ECNT, es de suma importancia para la sociedad actual, ya que con base en ello se puede contribuir a la toma de decisiones basadas en evidencia que confieran salud a través de la alimentación. Por ello, el objetivo de

este capítulo es reconocer la evolución de los hábitos alimentarios de los seres humanos desde los principios de su existencia hasta la actualidad, así como identificar los alimentos que han probado ser promotores o protectores de ECNT como obesidad, diabetes e hipertensión.

1. Desarrollo teórico

1.1. La nutrición humana

La nutrición humana incluye todos los procesos que intervienen para la obtención de la energía, iniciando con la alimentación, seguido de la digestión, absorción por el tracto digestivo, transporte a través del sistema circulatorio y los demás procesos metabólicos dentro de cada tejido (Sobotka y Forbes, 2019). Este proceso se lleva a cabo a través de la alimentación, una actividad en la que los humanos ingieren alimentos en su estado natural o preparados con la finalidad de aportar nutrientes al organismo. Para lograrlo se requiere del proceso digestivo, el cual tiene como finalidad llevar a los nutrientes a sus unidades estructurales más simples para que puedan ser absorbidas por el torrente sanguíneo, el cual lo transportará a todos los tejidos que lo requieran (Williams, 2006).

Los nutrientes que llegan a los tejidos cumplen diversas funciones; los carbohidratos y las grasas proporcionan, entre otras cosas, energía a través de diversas reacciones químicas en el interior de las células; a pesar de que las proteínas también pueden aportar energía, su principal función es la formación de estructuras, como la regeneración muscular, formación de la piel, entre otras; por último, las vitaminas y los minerales coadyuvan al proceso metabólico en general, interviniendo en diversas reacciones químicas (Smith-Ryan y Antonio, 2013).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2014), para que una persona tenga una correcta nutrición debe considerar que la alimentación sea suficiente, es decir, que la cantidad de alimento sea acorde con su necesidad energética total, sin embargo, esto no lo es todo, también debe variarse de acuerdo a los diversos alimentos disponibles en la región. Por otra parte, es importante que sea completa, lo que significa incluir de todos

los macro y micronutrientes, además de ser equilibrada, esto es, que se consuman cantidades específicas de cada nutriente. También debe ser adecuada a las diferencias de género, edad, nivel de actividad física o situaciones específicas como el embarazo o alguna enfermedad, asimismo debe ser inocua, es decir, garantizar que su tratamiento no represente un riesgo hacia la salud.

La alimentación humana es una actividad cotidiana a la que se le debe dedicar el tiempo necesario para planearla, prepararla y consumirla, de tal manera que en realidad tenga un efecto positivo para la salud de las personas.

1.2. Evolución de la alimentación en el ser humano

Datos antropológicos de hace aproximadamente seis millones de años reportan que los homínidos fueron los primeros ancestros del ser humano en el continente africano. Se ha reportado que la alimentación en esos tiempos se caracterizaba por ser mayormente vegetariana, con un gran consumo de frutos frescos y secos, flores, hojas, semillas, raíces y tubérculos, sin embargo, también se incluían alimentos como el huevo y algunos animales a través de la caza esporádica (Salas-Salvadó *et al.*, 2005).

Aproximadamente 1.6 millones de años atrás se registra la aparición del *Homo erectus*, el ancestro más antiguo y similar al ser humano en la actualidad. En esa época, el *Homo erectus* empezaba a fabricar sus herramientas para la caza, fue la primera evolución del ser humano en decidir salir de su hábitat y buscar nuevos lugares que favorecieran su supervivencia, lo que impactó de forma directa la alimentación, cobrando mayor importancia los alimentos de origen animal, como la carne y el pescado (Bermúdez, 2017).

Posteriormente, uno de los grandes saltos a la civilización humana es la del *Homo sapiens*. Según los reportes, hace aproximadamente 150 000 años se registraron grandes avances en la expansión territorial y la generación de diversas culturas. La alimentación tuvo algunos avances, principalmente la caza de animales de mayor tamaño, lo que desencadenó la necesidad de desarrollar técnicas para la conservación de los alimentos, mismas que se basaron en la desecación y el ahumado de las carnes (Appenzeller *et al.*, 1998).

Una de las primeras culturas que reportan un comportamiento avanzado en la alimentación desde hace aproximadamente 18 000 años es la egipcia, sin embargo, los hallazgos más consistentes son de los años 3150 a. C. hasta los 30 a. C. En este periodo se encuentran registros de actividades de agricultura y pesca en el río Nilo, el cual fue la principal causa del desarrollo de esta cultura en esa región. Las técnicas de conservación de los alimentos cobraron importancia para guardarlos y llevarlos a las actividades de milicia, pero una actividad que destaca en esta época es la utilización de alimentos como medicina, como el dátil, higos, ginebra, entre otros (San Miguel y Sánchez, 2011).

La alimentación en el siglo xx, tuvo un gran énfasis en analizar la relación entre alimentación, salud y bienestar. Los excesos en ciertos alimentos se empezaron a ver relacionados con afectaciones a la salud y calidad de vida de las personas, por ejemplo, empezaron a aparecer enfermedades como obesidad, diabetes e hipertensión (Albala, 2013). Posterior a esto se empezaron a analizar con mayor profundidad y especialización tanto la nutrición como el efecto de los alimentos en el proceso metabólico (Williams, 2006).

En la actualidad existe mucha información y apoyo profesional para llevar una correcta alimentación, de acuerdo con las necesidades energéticas y las actividades que realiza cada persona, con la finalidad de mantener la salud y mejorar la calidad de vida de cada individuo (OMS, 2014).

1.3. Características actuales de la alimentación del ser humano

El siglo xxi se ha denominado como la etapa del consumismo, donde el comensal se ha convertido en consumidor. La brecha entre el productor y el consumidor se ha ampliado, lo que significa que la adquisición de alimentos sea menos directa y por consiguiente incrementa el consumo de diversos productos procesados. El consumismo se ha fortalecido debido a la falta de tiempo para seleccionar y preparar los alimentos, el cual cada vez es más reducido, lo que propicia que se acuda al consumo de los alimentos procesados en las calles (Muñoz *et al.*, 2015).

Una de las tendencias más marcadas en alimentación, por su gran efecto negativo a la salud, es la llamada dieta occidental, caracterizada por un

alto consumo de grasas saturadas y azúcares. Estos nutrientes provienen principalmente de la comida rápida y de las bebidas con alto contenido energético. Al parecer la economía tendría una relación directa con el consumo excesivo de este tipo de alimentos, sin embargo, se ha reportado que tanto en países no desarrollados como en desarrollo existe un abuso de tales dietas (López y Carmona, 2005).

La gran preocupación de los profesionales de la nutrición humana ha desencadenado tendencias en la alimentación basadas en el consumo de alimentos orgánicos con beneficios para la salud. Otra tendencia es la producción y consumo de alimentos funcionales, los cuales son modificados químicamente para realzar sus propiedades saludables y eliminar las que resultan perjudiciales para la salud (Serafini y Peluso, 2016). Algunos ejemplos de estos alimentos son el chocolate con alto contenido de cacao natural, la fibra, la avena, entre otros.

Sin duda los profesionales de la salud deberán seguir buscando estrategias para promover la adherencia a una alimentación sana que coadyuve a prevenir y tratar las ECNT y así mejorar la calidad de vida de las personas, lo que podría reducir la tasa de mortalidad por esta causa (OPS, 2019). Sin embargo, las acciones de la población en general, van inclinadas al desarrollo de estas enfermedades.

1.4. Alimentos relacionados con el desarrollo de obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión

Existen diversos factores genéticos y ambientales que aumentan la probabilidad de desarrollar obesidad, la que a su vez puede derivar en otras ECNT, como diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión. Uno de los principales mecanismos para el desarrollo de la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas a través de la alimentación y las que son utilizadas por el organismo para su adecuado funcionamiento basal y durante la actividad física que realiza, por lo que resulta de gran importancia conocer los alimentos que se asocian al desarrollo de estas enfermedades, así como disminuir o eliminar su consumo.

Los primeros alimentos que figuran en este apartado por su asociación a un lento pero constante daño en el organismo son los alimentos ultrapro-

cesados y la comida rápida, que aunque presentan una pobre calidad nutricional, lamentablemente están reemplazando a las comidas caseras más nutritivas de las dietas de las familias en América Latina, lo que genera efectos alarmantes en la salud (OPS, 2019a).

Se le considera ultraprocesado a todo aquel alimento que contiene pocos o ningún alimento entero, en lugar de ello se desarrollan a partir de formulaciones industriales principalmente a base de sustancias extraídas o derivadas de alimentos, además de aditivos (Martinez-Steele *et al.*, 2016). Se incluyen entre ellos las bebidas azucaradas, los *snacks* dulces y salados, los caramelos (dulces), los panes dulces industriales, los pasteles y galletas, los cereales de caja endulzados, normalmente consumidos como desayuno, los productos cárnicos reconstituidos (jamones, salchichas, bolonia, nuggets, chorizos, carnes empaquetadas con aditivos y conservadores, entre otros) y los alimentos previamente preparados, como sopas instantáneas, frijoles u otras legumbres enlatadas, por citar algunos.

También se consideran alimentos ultraprocesados las distintas modalidades de azúcares para repostería, aceites, grasas y sal. Los productos ultraprocesados también incluyen sustancias derivadas de alimentos, pero no usadas en la comida casera, como los aceites hidrogenados que se emplean para la elaboración de margarinas, cremas para café, palomitas de maíz para microondas, galletas saladas, galletas dulces, los almidones modificados (presentes en alimentos como lácteos, mermeladas, gomas de mascar, pastas, entre otros) o los aislados de proteína, y aditivos como los potenciadores del color, el sabor y el aroma presentes en todos los alimentos industrializados. Los aditivos se emplean para imitar y aumentar las cualidades sensoriales de los alimentos naturales o para ocultar las cualidades no atractivas del producto final (OPS, 2019b). Los efectos adversos en la salud debido a este tipo de alimentos se observan en múltiples estudios de investigación donde se informa sobre la fuerte relación entre su consumo y la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2, hipertensión y otras ECNT (Costa *et al.*, 2018; Levy *et al.*, 2021; Machado *et al.*, 2020; Mendonça *et al.*, 2017; Pagliai *et al.*, 2021).

El frecuente consumo de azúcar también genera problemas de salud, ya que se añade a otros alimentos o bebidas con el objetivo de brindar una sensación agradable al paladar que permita al sujeto que lo consume

disfrutar de su sabor y obtener una experiencia agradable durante su consumo. Aquella fructosa que no proviene directamente del consumo de frutas, como la sacarosa y el jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, se añade a alimentos y bebidas refrescantes industrializadas (refrescos gaseosos, bebidas deportivas, bebidas energéticas, jugos, té, cafés, por mencionar algunos), galletas, panes dulces, caramelos, pasteles y muchos productos relacionados con la repostería industrializada, como flanes, arroz con leche, yogur, natillas, helados, entre otros, que suelen estar presentes en la dieta de los individuos y no causar preocupación incluso cuando las etiquetas exponen la cantidad de azúcar añadida.

Existe evidencia de que las dietas ricas en azúcar añadida promueven el desarrollo de enfermedades metabólicas como obesidad, diabetes e hipertensión tanto de manera directa como indirecta. Lo anterior debido a que la fructosa proveniente de la industrialización provoca una desregulación del metabolismo de lípidos y carbohidratos. Además, el azúcar genera un balance energético positivo, por lo tanto, también propicia aumento de peso corporal y el aumento de grasa corporal (Stanhope *et al.*, 2013).

Adicional a lo anterior, en la literatura relacionada se puede observar que existe una considerable evidencia epidemiológica que vincula la ingesta de azúcares añadidos y las bebidas endulzadas con azúcar con la presencia de niveles de lípidos que afectan la salud (Welsh *et al.*, 2011), resistencia a la insulina (Bremer *et al.*, 2010), hígado graso (Assy *et al.*, 2008), diabetes mellitus tipo 2 (Bhupathiraju *et al.*, 2013), enfermedad cardiovascular (de Koning *et al.*, 2012), síndrome metabólico (Chan *et al.*, 2014), adiposidad visceral (Odegaard *et al.*, 2012), y la hiperuricemia (Batt *et al.*, 2014).

Por otro lado, existe evidencia de grupos de alimentos que se encuentran relacionados con la obesidad, la diabetes tipo 2 y la hipertensión, de los cuales se sugiere reducir la ingesta para evitar efectos adversos en la salud. Los alimentos que destacan por su asociación con ECNT cuando se consumen en exceso son las carnes rojas, las carnes procesadas y los huevos, ya que se ha visto que quienes los consumen de manera habitual incrementan en un 200% el riesgo de hipertensión que quienes no los consumen (Schwingshackl *et al.*, 2017a). Estos alimentos mostraron resultados similares en la asociación con el desarrollo de diabetes (Schwingshackl *et*

al., 2017b) y obesidad; en este último padecimiento se incluyen también los alimentos realizados con cereales refinados (Schlesinger *et al.*, 2019), los cuales en el contexto latinoamericano se encuentran presentes en la dieta a través de pan blanco, tortillas, harinas con las que se elaboran galletas y pasteles, papas fritas industriales, entre otros (Santos *et al.*, 2017).

En el caso específico de la hipertensión arterial, el consumo de sal es un tema recurrente por su fácil acceso por medio de diversas fuentes de alimentos industrializados y ultraprocesados, además es la principal fuente de sodio en la alimentación humana (OMS, 2020). Se sabe desde hace décadas que existe una correlación entre el consumo de sal e hipertensión (Frost *et al.*, 1991), por lo que se considera indispensable la moderación de este mineral en todo momento (O'Donnell, 2015). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2020), un consumo de sal inferior a cinco gramos diarios (aproximadamente dos gramos de sodio) en el adulto contribuye a disminuir la tensión arterial y el riesgo de enfermedad cardiovascular, accidente cerebrovascular e infarto de miocardio. Lo anterior ha sido observado en distintas poblaciones por estudios que incluso afirman que un consumo de sal por debajo de dos gramos diarios confiere aún mejores indicadores de salud, siendo el principal beneficio la disminución de la hipertensión arterial (Aburto *et al.*, 2013). En ese sentido, se recomienda a la población disminuir al máximo o eliminar el hábito de añadir sal a los alimentos, así como el de consumir alimentos procesados o congelados que contengan altas cantidades de sodio, tomando como referencia las cantidades máximas recomendadas por la OMS o los estudios previamente citados.

Con base en lo anterior, se recomienda a la población que el consumo de los alimentos que se asocian con el desarrollo de ECNT sean vigilados y supervisados por un profesional de la nutrición para asegurar una ingesta que no implique riesgo para la salud, sin embargo, de no contar con asesoría la recomendación a destacar es identificar estos alimentos como posibles detonantes de ECNT y disminuir al máximo su consumo, reemplazándolos con alimentos integrales que no sean sometidos a procesos de refinamiento, curación e industrialización.

1.5. Hábitos alimentarios para prevenir la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión

Adquirir hábitos alimentarios saludables no siempre resulta una tarea sencilla para quienes se disponen a promover la propia salud por medio de los alimentos, de hecho, cuando los individuos se disponen a mejorar sus hábitos alimentarios, la prohibición suele ser una constante entre las recomendaciones con las que se enfrentan. Al conocer la vasta cantidad de alimentos que se deben disminuir o eliminar de la dieta (los cuales suelen ser los cotidianos y en ocasiones hasta los considerados saludables), las personas pueden concebir una tarea complicada el alimentarse adecuadamente, es por ello que es de suma importancia dar a conocer aquellos alimentos que, de acuerdo con la evidencia científica actual, consumirlos se asocia a prevenir ECNT.

Los alimentos que destacan entre todos aquellos que promueven la salud son las frutas y las verduras (Dreher, 2018b), alimentos que dentro de su propio grupo alimenticio contienen mayor densidad de fitonutrientes, por lo que no sólo se debe prestar atención al consumo de estos grupos de alimentos, sino que también se deben identificar aquellos frutos o vegetales que aportan mayores beneficios a la salud (Dreher, 2018a).

Se estima que la ingesta insuficiente de frutas y verduras es la causa de alrededor de 11% de las muertes por cardiopatías isquémicas y de 9% de las muertes por accidentes cerebrovasculares en todo el mundo, enfermedades que se encuentran estrechamente relacionadas con la obesidad e hipertensión (Afshin *et al.*, 2019). Actualmente la recomendación internacional de consumo de frutas y verduras es de al menos 400 gramos por día (entre ambas) para obtener beneficios nutricionales y de salud (OMS, 2018). Sin embargo, se ha visto que entre más se consuman frutas y verduras mayores son los beneficios que obtiene el organismo, principalmente por ser alimentos de alta densidad de nutrientes (vitaminas, minerales, fibra dietética y agua) y baja densidad calórica (de Oliveira *et al.*, 2008; Pérez-Escamilla, 2012), lo que se ha visto que contribuye en la disminución del peso corporal (Rebello *et al.*, 2013).

Los efectos beneficiosos en la salud debido a patrones dietéticos saludables ricos en fibra dietética de alimentos vegetales integrales incluyen:

mejorar la salud intestinal; reducir el colesterol LDL elevado; reducir el riesgo de aumento de peso excesivo y obesidad; disminuir los riesgos de enfermedad cardiovascular (ECV), enfermedad coronaria (EC) y mortalidad; reducir los riesgos de varios cánceres, derrames cerebrales y diabetes tipo 2 (Slavin *et al.*, 2012; Miller *et al.*, 2020; Dreher, 2018a).

Las legumbres (frijoles, lentejas, chícharos, alfalfa, garbanzos, habas, entre otros) son alimentos que también han sido estudiado por la comunidad científica debido a sus beneficios en la salud, especialmente en la prevención de la enfermedad cardiovascular, la cual es la principal causa de muerte en el mundo. Lo anterior debido a que además de ser una excelente fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes, fibra dietética y proteínas, la mayoría de las legumbres contiene fitoquímicos (compuestos bioactivos) que desempeñan funciones metabólicas en los seres humanos cuando se consumen con frecuencia. Existe evidencia de que la ingesta dietética de fitoquímicos que se encuentran en las legumbres puede proporcionar beneficios para la salud, protegiendo contra numerosas enfermedades o trastornos, como enfermedades coronarias, diabetes, hipertensión, inflamación y obesidad. La recomendación mínima de ingesta de legumbres con fines de obtener beneficios nutricionales y de salud es de 86 gramos (aproximadamente $\frac{3}{4}$ de taza) cuatro o más veces por semana, sin embargo, se considera sumamente importante asesorarse con un profesional de la nutrición para determinar la cantidad a ingerir de acuerdo con las características orgánicas y fisiológicas de cada individuo (Bouchenak y Lamri-Senhadji, 2013; McCrory *et al.*, 2010).

Un estudio realizado en Costa Rica tuvo por objetivo determinar si el consumo de frijoles, la principal leguminosa en América Latina, está asociado con el ataque cardíaco. Los casos ($n = 2119$) tenían la particularidad de que eran sobrevivientes de un primer infarto agudo al miocardio. Del total de sujetos, 69% consumió una ración o más de frijoles al día (se estableció como una ración un tercio de taza de frijoles cocidos, aproximadamente 86 g). Las personas que nunca comieron frijoles o cuyo consumo fue menor de una vez al mes se clasificaron como no consumidores. Entre los resultados se observó que la ingesta de una porción de frijoles al día se asoció inversamente con el ataque cardíaco en comparación con los no consumidores. El estudio concluyó que el consumo de una porción de frijoles

al día está asociado con un 38% menos de riesgo de ataque cardiaco (Kaba-gambe *et al.*, 2005). Una revisión sistemática con metaanálisis de ensayos clínicos aleatorios controlados realizada por Ha *et al.* (2014) concluye en que consumir 130 gramos de frijoles al día reduce de manera significativa el colesterol LDL, el cual, en altos niveles, se encuentra asociado con la enfermedad coronaria, ataque cardiaco y accidente cerebrovascular. Otra revisión sistemática con metaanálisis similar concluyó que el consumo de legumbres reduce significativamente la presión arterial tanto en personas con hipertensión como sin hipertensión, lo que podría no sólo prevenir la enfermedad arterial sino también revertirla en algunos casos (Jayalath *et al.*, 2014; Zahradka *et al.*, 2013).

Otros alimentos que se sugiere consumir dentro de las cantidades recomendadas por las investigaciones son los frutos secos (almendras, nueces, pistaches, cacahuates, entre otros), ya que pueden ser favorables para prevenir ECNT, como la cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular y diabetes (Afshin *et al.*, 2014). Mismo efecto que se ha observado en los cereales integrales, como avena, arroz integral, trigo, entre otros (Wang *et al.*, 2019; Malin *et al.*, 2018).

En concreto, para seguir una dieta saludable que contribuya a la prevención e incluso a revertir las ECNT se recomienda que las verduras (con la excepción de las papas) y las frutas constituyan la mitad de cada comida. Las fuentes de carbohidratos deben incluir principalmente frijoles / legumbres, cereales integrales, frutas y verduras. Dar énfasis al consumo de grasas monoinsaturadas, presentes en el aceite de oliva, los aguacates y las nueces, y los ácidos grasos omega-3, disponibles en la linaza, el pescado y las nueces (Locke *et al.*, 2018).

La recomendación de alimentos a consumir por su relación con la salud o efecto protector de ECNT es:

- Frutas
- Verduras
- Legumbres (frijoles, lentejas, chícharos alfalfa, garbanzos, habas, entre otros)
- Frutos secos como almendras, nueces, pistaches, cacahuates, entre otros

- Cereales integrales como avena, arroz integral, trigo, quinoa, entre otros
- Aguacate (Bhuyan *et al.*, 2019; Ochoa-Zarzosa *et al.*, 2021; Locke *et al.*, 2018)
- Aceite de oliva (Romani *et al.*, 2019; Nocella *et al.*, 2018; Foscolou *et al.*, 2018; Schwingshackl y Hoffmann. 2014)
- Semillas de linaza y chía (Shayan *et al.*, 2020; Marcinek y Krejpcio, 2017)
- Pescado (no frito) (Mozaffarian y Rimm, 2006; Krittanawong *et al.*, 2021)

Para determinar cantidades apropiadas de consumo en cada caso o incluso identificar contraindicaciones de estos alimentos recomendados es necesario acudir con un profesional de la nutrición para que evalúe y establezca un protocolo de alimentación personalizado.

1.6. Alimentación e ingesta de macronutrientes en personas con obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensiones físicamente activas

La alimentación de sujetos con ECNT físicamente activos es un tema que no debe tomarse a la ligera, sino que debe abordarse desde una visión global y multidisciplinaria para posteriormente establecer recomendaciones específicas para la promoción de la salud y el adecuado rendimiento físico.

Antes de considerar emitir una recomendación alimentaria en este tipo de población, primeramente se deben evaluar las características fisiopatológicas de la o las enfermedades que se hayan diagnosticado en cada individuo, por ello es de suma importancia que quienes inicien un programa de actividad física y alimentación saludable cuenten con una valoración completa de salud, la cual es el punto de partida imprescindible para el diseño de su programa. Para ilustrar lo anterior, puede usted imaginar que un sujeto diagnosticado con hipertensión (diagnóstico recibido dos años atrás) inicia un programa de actividad física y nutrición con un proveedor de estos servicios que no le requirió presentar análisis químico sanguíneos recientes, ni registrar historia clínica. En este caso, es imposible determinar

el tipo de ejercicios, los tiempos de descanso entre ejercicios, la cantidad de ejercicios por sesión, la cantidad de sesiones a desarrollar por semana-mes, incluso imposible determinar los objetivos a alcanzar, ya que todo ello influye de manera aguda y crónica en la tensión arterial; el no controlar estas variables basados en la situación de salud actual del sujeto, así como con la evidencia disponible en la literatura, puede incurrir en efectos adversos que podrían poner en riesgo la salud. Ese mismo escenario puede presentarse al emitir una recomendación nutricional o para tomar decisiones sobre la ingesta de macro y micronutrientes a través de los alimentos en personas con ECNT. Es por ello que este apartado contiene recomendaciones generales que deben considerarse siempre y cuando haya una valoración de salud completa reciente por un profesional médico, de la actividad física para la salud y la nutrición.

Una vez realizado el diagnóstico de salud del sujeto que padece una o más ECNT, las recomendaciones alimentarias deben responder al gasto energético basal, la demanda física de los ejercicios que se desarrollarán en el programa de actividad física, la actividad física que se realiza diariamente derivada de las actividades cotidianas como trabajar, desplazarse, realizar tareas del hogar, cuidar bebés, entre otras, y la acción dinámica específica de los alimentos (también conocida como efecto térmico de los alimentos). Se recomienda que esta estimación sea realizada por un profesional de la nutrición con la información proporcionada por el propio usuario en su historia clínica, la información arrojada por los análisis de química sanguínea, las características antropométricas del sujeto y la información proporcionada por el profesional de la actividad física para la salud en cuanto a las características del programa que el usuario estará llevando a cabo.

Después de definir la demanda de energía (calorías) apropiada para el adecuado funcionamiento de órganos, sistemas y estructuras anatómicas en el sujeto con ECNT que inicia un programa de actividad física para la salud, se debe centrar la atención en determinar la proporción de macronutrientes que se estará ingiriendo a través de alimentos, es decir, la cantidad en gramos de carbohidratos, lípidos y proteínas en la dieta. Es en este punto donde se requiere nuevamente de un profundo análisis de los posibles daños orgánicos (en la función renal y hepática, sistema respiratorio, sistema cardiovascular, por citar algunos) que el sujeto podría padecer a conse-

cuencia de las ECNT y, con base en ello, determinar los gramos por kilogramo de peso que deberá ingerir para alcanzar los objetivos de salud por medio de la alimentación y actividad física.

En este sentido, la ingesta de carbohidratos en sujetos con ECNT físicamente activos no es clara hasta el momento, sin embargo, con base en la información actual disponible en la literatura, el consumo de carbohidratos puede oscilar entre los cuatro y los siete gramos por kilogramo de peso (Slater *et al.*, 2019), de acuerdo con el tipo de actividad física que se realiza, la frecuencia, la duración, el volumen, la intensidad y la densidad del mismo, por ello es que es muy importante tener presente el capítulo anterior, en el que se establecen las pautas para prescribir el ejercicio físico en este tipo de población. Asimismo, se sugiere que la ingesta sea aún mayor si es que las personas físicamente activas realizan como actividad central otro tipo de preparación física y utilicen el entrenamiento de fuerza como una doble sesión. Así la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (2017) informa que la ingesta diaria recomendada de carbohidratos puede oscilar entre cinco y 12 gramos por kilogramo de peso al día, con el límite superior de este rango reservado para aquellos atletas que entrenan a intensidades moderadas a altas ($\geq 70\%$ VO_2 máx.) más de 12 h por semana (Howarth *et al.*, 2009).

Con rangos tan amplios establecidos por la literatura y expertos en nutrición deportiva, el sujeto con ECNT debe tomar estos datos con cautela y no experimentar sin la supervisión de un profesional del ejercicio físico y de la nutrición en la actividad física, ya que seguramente las cantidades de carbohidratos a ingerir y sus fuentes alimentarias estarán en constante cambio para asegurar la salud y el rendimiento físico durante el ejercicio en cada caso particular.

En lo que respecta al consumo de proteínas, las personas con ECNT deben asegurarse de no consumir este macronutriente en exceso, por el contrario, debe identificarse el requerimiento específico de cada sujeto con apoyo del profesional del ejercicio físico y de la nutrición, ya que al igual que con los carbohidratos, la recomendación de ingesta de proteínas depende del estatus de salud y de las características de ejercicio que se realiza.

Entre la población general, la cantidad diaria recomendada de proteínas, determinada por el método del balance de nitrógeno, se establece en 0.8 g

de proteína / kg / día, y representa un nivel de ingesta diaria suficiente para satisfacer las necesidades de casi todos los individuos (Institute of Medicine, 2005). No obstante, se ha reportado que para desarrollar masa muscular y mantenerla a través de un balance proteico muscular positivo, una ingesta total diaria de proteínas en el rango de 1.2 a 2.4 g de proteína / kg de peso corporal / día es suficiente para la mayoría de las personas que hacen ejercicio (Slater *et al.*, 2019), lo que además de satisfacer necesidades impacta de manera positiva la composición corporal, si es que se adiciona una disminución en la ingesta calórica (Pasiakos *et al.*, 2013).

Por otra parte, la OMS (2018) recomienda que las grasas no excedan 30% de la ingesta calórica total cada día; el Colegio Americano de Medicina Deportiva (2016) aconseja una ingesta de entre 20 y 35%, sin embargo, esta recomendación es emitida para la población en general y es necesario tomar con cautela la decisión de llevar al límite inferior o superior de lo recomendado la ingesta de grasas en personas con ECNT. Basados en lo anterior, la recomendación de los gramos de grasas por kilogramo de peso que se recomendará consumir a través de la dieta deberá responder finalmente al análisis de la química sanguínea reciente del individuo y de las características de salud en el momento de la evaluación. Sin embargo, autores han demostrado que se debe privilegiar el consumo de grasas insaturadas (monoinsaturadas y poliinsaturadas) para promover una mejor función y rendimiento muscular tanto en la mediana edad como en adultos mayores (Smith *et al.*, 2011 y 2015).

2. Metodología

Este capítulo es una investigación de tipo bibliográfico, en la que se recopilan diferentes bases de datos secundarias. Para su desarrollo se realizó una búsqueda electrónica de fuentes de información primarias y secundarias tanto en idioma inglés como en español en las bases de datos PubMed, Ebsco host, Elsevier, Scielo y Google Académico. Se analizaron artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas, metaanálisis, revisiones de la literatura y libros, hasta el 20 de diciembre de 2021.

3. Resultados

Lamentablemente el sobrepeso y la obesidad se han convertido en un problema a nivel mundial, y uno de los principales factores que lo han desencadenado es la mala alimentación, es decir, el tener un desbalance energético positivo. Esta situación se ha agravado por el alto consumo de alimentos ricos en azúcares simples o altos en grasa (Mayoral *et al.*, 2020).

Algunos alimentos que se han visto asociados con el desarrollo de sobrepeso y obesidad son las bebidas azucaradas; ejemplos de éstas pueden ser los refrescos, los jugos de frutas, el café o té con azúcar añadida, entre otras. La ingesta excesiva de estas bebidas ha provocado que el consumo calórico diario se eleve, ya que son alimentos que no generan saciedad, a pesar de ser hipercalóricas, por lo que al final del día las personas terminan consumiendo otros alimentos y por lo tanto una cantidad energética mayor a la de sus necesidades (Miller *et al.*, 2020).

En la actualidad, una de las problemáticas de salud es la pandemia generada por el covid-19, la cual ha representado un fenómeno que sin duda ha modificado el estilo de vida de las personas. En el caso de la alimentación, en el estudio de López *et al.* (2021) reportaron que durante el periodo de aislamiento en casa por la pandemia aproximadamente la mitad de los hombres y mujeres estudiados mencionaron que su alimentación se vio afectada, principalmente en el incremento del consumo de dulces, postres, bebidas azucaradas y comida chatarra. Asimismo, reportan que disminuyeron su actividad física, lo cual, aunado a las alteraciones alimentarias, se relaciona con el desarrollo de obesidad.

La pandemia previamente mencionada provocó un incremento del tiempo frente al televisor, lo que aumentó la exposición a los anuncios de alimentos, y esto se ha visto relacionado con el aumento de consumo de calorías diarias y por lo tanto del desarrollo de sobrepeso y obesidad (Martínez-Ferran *et al.*, 2020).

El número de personas con diabetes aumentó de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014. La prevalencia de esta enfermedad ha aumentado más rápidamente en países de ingresos medios y bajos que en los de ingresos altos, lo que ha derivado en un incremento de la mortalidad prematura

entre la población. Se estima que en 2019 la diabetes fue la causa directa de 1.5 millones de defunciones (OMS, 2021).

En una revisión sistemática de estudios prospectivos desarrollada por Schwingshackl *et al.* (2017) se examinó la relación entre la ingesta de 12 grupos de alimentos y el riesgo de diabetes tipo 2. Los grupos de alimentos que se consideraron fueron cereales integrales, cereales refinados, verduras, frutas, frutos secos, legumbres, huevos, lácteos, pescado, carnes rojas, carne procesada y bebidas azucaradas. Los resultados indicaron que seis de los 12 grupos de alimentos mostraron una relación significativa con el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, destacando entre los seis las carnes rojas, carnes procesadas y bebidas azucaradas; consumir este tipo de alimentos triplica el riesgo de diabetes tipo 2 en comparación con quienes no los consumen.

Recientes estudios de alto rigor científico han identificado una clara asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y la diabetes tipo 2. Los hallazgos de un estudio longitudinal prospectivo de Levy *et al.* (2021), en el que participaron 21 730 personas sin diabetes que fueron seguidas durante 5.4 años, demostraron que una dieta alta en estos alimentos se asocia con un riesgo significativamente mayor de desarrollar diabetes tipo 2. Estos resultados son consistentes con los reportados por Llaveró-Valero *et al.* (2021) (quienes trabajaron con distinta población que en el anterior estudio), donde participaron 20 060 personas sin diabetes que fueron seguidas durante 10 años, encontrando que en sujetos con alto nivel educativo y un riesgo absoluto bajo de desarrollar diabetes, una mayor ingesta de alimentos ultraprocesados se asoció con un mayor riesgo de diabetes tipo 2.

Bhupathiraju *et al.* (2013) realizaron un estudio longitudinal prospectivo en el que se analizó la asociación de las bebidas con cafeína en comparación con las bebidas sin cafeína, incluido el café, el té, las bebidas azucaradas y las bebidas carbonatadas endulzadas artificialmente, con el riesgo de diabetes tipo 2. Participaron 74 749 mujeres y 39 059 hombres libres de diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Después de 24 años de seguimiento, se documentaron 7 370 casos de DT2 en las mujeres, mientras que en el caso de los hombres (22 años de seguimiento) se presentaron 2 865 casos. Después de controlar los principales factores de riesgo dietéticos y de

estilo de vida, la ingesta de bebidas azucaradas con y sin cafeína se asoció significativamente con un mayor riesgo de diabetes tipo 2.

Otro estudio prospectivo relevante en el tema de los alimentos asociados a la diabetes es el que recientemente fue publicado por Zhang *et al.* (2021), en el que participaron 521 120 personas con una mediana de seguimiento de 16 años. El objetivo se centró en evaluar la relación de los aceites de cocina con la muerte por enfermedad cardiovascular y diabetes tipo 2. Entre los resultados más destacados se reportan 129 328 muertes durante el estudio, las cuales relacionaron las ingestas de mantequilla y margarina con una mayor mortalidad, mientras que las ingestas de aceite de canola y aceite de oliva se relacionaron con una menor mortalidad. El estudio concluye en que se recomienda cambiar el consumo de grasas sólidas al cocinar por aceites vegetales no hidrogenados para la salud cardiometabólica y la longevidad.

La hipertensión (o tensión arterial alta) es un trastorno grave que incrementa de manera significativa el riesgo de sufrir cardiopatías, encefalopatías, nefropatías y otras enfermedades. Se estima que en el mundo hay 1 130 millones de personas con hipertensión, y la mayoría de ellas (cerca de dos tercios) vive en países de ingresos bajos y medianos. Actualmente es una de las principales causas de muerte prematura en el mundo (OMS, 2021).

La hipertensión afecta a entre 20-40% de la población adulta de América lo que significa que alrededor de 250 millones de personas padecen de presión alta. La hipertensión es prevenible o puede ser postergada a través de un grupo de intervenciones preventivas, entre las que se destacan la disminución del consumo de sal, una dieta rica en frutas y verduras, el ejercicio físico y el mantenimiento de un peso corporal saludable (OPS, 2021).

Para contrarrestar los efectos adversos de la hipertensión y otras ECNT, la literatura actual sugiere eliminar los alimentos fritos de la dieta. En el estudio de Gadiraju *et al.* (2015), en el que se revisaron múltiples estudios de investigación de alto rigor científico, se concluye que el consumo frecuente de alimentos fritos (cuatro o más veces por semana) se asocia con un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, insuficiencia cardíaca, obesidad e hipertensión.

Otro hábito que genera el desarrollo de ECNT es el consumo de alimentos ultraprocesados, los cuales se consumen frecuentemente por la población sin considerar que se trata de alimentos que ponen en riesgo la salud. Su fácil acceso y precios accesibles a todo tipo de economías permiten que sean consumidos por un gran número de personas en todo el mundo. En el estudio de Nardocci *et al.* (2021) se pudo observar que los adultos que consumen más alimentos ultraprocesados (≥ 1000 calorías por día) tienen un 31% más de probabilidades de obesidad, un 37% más de posibilidades de diabetes y un 60% más de probabilidades de hipertensión en comparación con quienes consumen 450 calorías o menos provenientes de estos alimentos.

Por otra parte, la sal es un mineral ingerido por la población mundial tanto de forma voluntaria como involuntaria. Los alimentos ultraprocesados la contienen como conservador y de ese modo se consume de manera inconsciente, pero conscientemente la sal se agrega a muchos de los alimentos naturales. Las repercusiones del consumo frecuente de sal (≥ 5 gramos al día) en la salud son muchas, ya que la fisiología humana no se ha adaptado para excretar estas grandes cantidades. A través de varias vías complejas e interconectadas, la alta ingesta de sal conduce a daños en órganos que resultan en enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónicas. En todo el mundo, 70 millones de discapacitados y tres millones de muertes en 2017 se atribuyeron a la alta ingesta de sal (Afshin *et al.*, 2019).

Por otro lado, existen alimentos que a pesar de lo frecuentes y agradables que son en las dietas de la población mundial, deben limitarse para evitar ECNT. Los alimentos de origen animal son culturalmente consumidos en cantidades considerables, lo que ha hecho a investigadores estudiar su efecto o asociación en la salud. En un estudio con más de 130 000 participantes se logró observar una asociación entre el consumo de alimentos de origen animal con la muerte cardiovascular, mientras que la sustitución de la proteína animal de diversos orígenes por proteína vegetal se asoció con una menor mortalidad (Song *et al.*, 2016). Lo anterior no debe representar una amenaza, ya que el consumo de alimentos de origen animal suelen ser una adecuada fuente de nutrientes esenciales para el organismo humano, no obstante, se debe vigilar la cantidad y la frecuencia con que se consumen, ya que una ingesta moderada (≤ 200 gramos por día) no represen-

ta un riesgo para la salud, sin embargo, el exceso (mayor a 200 gramos diarios) puede derivar en ECNT, especialmente si se trata de carnes procesadas (Salter, 2018).

Conclusiones

El comportamiento alimentario de la humanidad se ha reportado desde hace muchos años, incluso desde la era antes de cristo, sin embargo, la nutrición humana actualmente es una ciencia que ha avanzado a gran velocidad en las últimas décadas.

La alimentación del ser humano debe cumplir con características como: ser suficiente, variada, completa, equilibrada, adecuada e inocua. Todas estas características con la finalidad de promover la salud.

Los registros históricos de la alimentación humana reportan cómo los antepasados comenzaron con el consumo de frutos frescos y secos, semillas, raíces, y en ocasiones animales que conseguían a través de la caza. La obtención de alimentos por medio de la caza fue evolucionando conforme se mejoraba en el diseño de herramientas para hacer esta actividad, la cual implicaba nuevos retos de acuerdo con la región en la que se establecen los humanos.

En la actualidad ha cambiado la forma de alimentarse, hace años se trataba de cubrir una necesidad energética, ahora se basa en el consumismo, donde los humanos han desarrollado una gran cantidad de alimentos procesados altos en grasas y azúcares, lo que ha desencadenado problemas de salud como la obesidad, diabetes e hipertensión.

Los alimentos que están relacionados con el desarrollo de estas enfermedades son, por un lado, los azúcares añadidos, y algunos ejemplos pueden ser las bebidas con alto contenido energético, los panecillos, galletas, entre otros; por otra parte los alimentos ricos en grasas saturadas, como el tocino y la carne roja, o también las grasas trans, que las encontramos en los alimentos fritos en aceite.

Sin duda, el mayor reto para el sector salud es generar hábitos alimentarios saludables que permitan prevenir y tratar la obesidad, diabetes e hipertensión. La estrategia debe de ir encaminada a promover el consumo

de frutas y verduras, de alimentos de origen animal con bajo contenido de grasa, así como reducir el consumo de alimentos con alto contenido de azúcar y grasas saturadas.

Por último, es importante mencionar que la estrategia para prevenir y tratar estas problemáticas de salud no sólo deberá concentrarse en la alimentación, también debe incluir acciones para prevenir el sedentarismo y contar con apoyo médico y psicológico para atender a una sociedad de forma integral.

Bibliografía

- Aburto, N. J., et al. (2013). Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. *Bmj*, 346, f1326.
- Afshin, A., et al. (2014). Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 100(1), 278-288.
- Afshin, A., et al. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958-1972.
- Albala, K. (ed.) (2013). *Routledge international handbook of food studies*. Routledge.
- Appenzeller, T., Clery, D., y Culotta, E. (1998). Transitions in Prehistory. *Science*, 282(5393), 1441.
- Assy, N., et al. (2008). Soft drink consumption linked with fatty liver in the absence of traditional risk factors. *Canadian Journal of Gastroenterology*, 22(10), 811-816.
- Batt, C., et al. (2014). Sugar-sweetened beverage consumption: a risk factor for prevalent gout with SLC2A9 genotype-specific effects on serum urate and risk of gout. *Annals of the rheumatic diseases*, 73(12), 2101-2106.
- Bermúdez de Castro, J. M. (2017). *El chico de la Gran Dolina: En los orígenes de lo humano*. Crítica.
- Bhupathiraju, S. N., et al. (2013). Caffeinated and caffeine-free beverages and risk of type 2 diabetes. *The American journal of clinical nutrition*, 97(1), 155-166.
- Bhuyan, D. J., et al. (2019). The odyssey of bioactive compounds in avocado (*Persea americana*) and their health benefits. *Antioxidants*, 8(10), 426.
- Bouchenak, M., y Lamri-Senhadj, M. (2013). Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: a review. *Journal of medicinal food*, 16(3), 185-198.
- Bourges, H., Bengoa, J. M., y O'Donnell, A. (2002). *Historias de la nutrición en América Latina*. Sociedad Latinoamericana de Nutrición.
- Bremer, A. A., Auinger, P., y Byrd, R. S. (2010). Sugar-sweetened beverage intake trends

- in US adolescents and their association with insulin resistance-related parameters. *Journal of nutrition and metabolism*, 2010.
- Chan, T. F., *et al.* (2014). Consumption of sugar-sweetened beverages is associated with components of the metabolic syndrome in adolescents. *Nutrients*, 6(5), 2088-2103.
- Costa, C. S., Del-Ponte, B., Assunção, M. C. F., & Santos, I. S. (2018). Consumption of ultra-processed foods and body fat during childhood and adolescence: a systematic review. *Public health nutrition*, 21(1), 148-159.
- De Oliveira, M. C., Sichieri, R., y Mozzer, R. V. (2008). A low-energy-dense diet adding fruit reduces weight and energy intake in women. *Appetite*, 51(2), 291-295.
- De Koning, L., *et al.* (2012). Sweetened beverage consumption, incident coronary heart disease, and biomarkers of risk in men. *Circulation*, 125(14), 1735-1741.
- Dreher, M. L. (2018a). Connection between fiber, colonic microbiota, and health across the human life cycle. En *Dietary Fiber in Health and Disease*, 67-93. Humana Press, Cham.
- (2018b). Whole fruits and fruit fiber emerging health effects. *Nutrients*, 10(12), 1833.
- Fontecha, F. J., *et al.* (2010). Avances en la investigación de la alimentación funcional.
- Foscolou, A., Critselis, E., y Panagiotakos, D. (2018). Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, 118, 60-66.
- Frost, C. D., Law, M. R., y Wald, N. J. (1991). By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? II--Analysis of observational data within populations. *British Medical Journal*, 302(6780), 815-818.
- Gadiraju, T. V., *et al.* (2015). Fried Food Consumption and Cardiovascular Health: A Review of Current Evidence. *Nutrients*, 7(10), 8424-8430. <https://doi.org/10.3390/nu7105404>.
- Ha, V., *et al.* (2014). Effect of dietary pulse intake on established therapeutic lipid targets for cardiovascular risk reduction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Cmaj*, 186(8), E252-E262.
- Howarth, K. R., *et al.* (2009). Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(4): 1394-1402. doi: 10.1152/jappphysiol.90333.2008.
- Institute of Medicine (2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D. C.: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10490>.
- Jayalath, V. H., *et al.* (2014). Effect of dietary pulses on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *American journal of hypertension*, 27(1), 56-64.
- Kabagambe, E. K., *et al.* (2005). Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction. *The Journal of nutrition*, 135(7), 1770-1775.

- Krittanawong, C., *et al.* (2021). Fish Consumption and Cardiovascular Health: A Systematic Review. *The American journal of medicine*.
- Levy, R. B., *et al.* (2021). Ultra-processed food consumption and type 2 diabetes incidence: A prospective cohort study. *Clinical Nutrition*, 40(5), 3608-3614.
- Llaveró-Valero, M., *et al.* (2021). Ultra-processed foods and type-2 diabetes risk in the SUN project: A prospective cohort study. *Clinical Nutrition*, 40(5), 2817-2824.
- Locke, A., Schneiderhan, J., y Zick, S. M. (2018). Diets for health: Goals and guidelines. *American family physician*, 97(11), 721-728.
- López de Blanco, M., y Carmona, A. (2005). La transición alimentaria y nutricional: Un reto en el siglo XXI. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 18(1), 90-104. Fundación Bengoa.
- López, K. V., *et al.* (2021). Cambios en el estilo de vida y nutrición durante el confinamiento por SARS-CoV-2 (COVID-19) en México: un estudio observacional. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 25, e1099-e1099.
- Machado, P. P., Steele, E. M., Levy, R. B., da Costa Louzada, M. L., Rangan, A., Woods, J., ... & Monteiro, C. A. (2020). Ultra-processed food consumption and obesity in the Australian adult population. *Nutrition & diabetes*, 10(1), 1-11.
- Malin, S. K., *et al.* (2018). A whole-grain diet reduces peripheral insulin resistance and improves glucose kinetics in obese adults: a randomized-controlled trial. *Metabolism*, 82, 111-117.
- Marcinek, K., y Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications-a review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(2).
- Martínez-Ferran, M., *et al.* (2020). Metabolic impacts of confinement during the COVID-19 pandemic due to modified diet and physical activity habits. *Nutrients*, 12(6), 1549.
- Martínez-Steele, E., Baraldi, L. G., da Costa Louzada, M. L., Moubarac, J. C., Mozaffarian, D., & Monteiro, C. A. (2016). Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ open*, 6(3), e009892.
- Mayoral, L. P. C., *et al.* (2020). Obesity subtypes, related biomarkers & heterogeneity. *The Indian journal of medical research*, 151(1), 11.
- McCrorry, M. A., *et al.* (2010). Pulse consumption, satiety, and weight management. *Advances in Nutrition*, 1(1), 17-30.
- Mendonça, R. D. D., *et al.* (2017). Ultra-processed food consumption and the incidence of hypertension in a Mediterranean cohort: the Seguimiento Universidad de Navarra Project. *American journal of hypertension*, 30(4), 358-366.
- Miller, C., *et al.* (2020). Consumption of sugar-sweetened beverages, juice, artificially-sweetened soda and bottled water: An Australian population study. *Nutrients*, 12(3), 817.
- Moubarac, J. C., *et al.* (2013). Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. *Public health nutrition*, 16(12), 2240-2248.
- Mozaffarian, D., y Rimm, E. B. (2006). Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *Jama*, 296(15), 1885-1899.

- Muñoz, M. N. R., Brenes, M. C., y Mata, G. A. (2015). Identidad de la alimentación en el siglo XXI en una sociedad de consumo. *Estudios*, (30), 577-600.
- Nardocci, M., Polsky, J. Y., y Moubarac, J. C. (2021). Consumption of ultra-processed foods is associated with obesity, diabetes and hypertension in Canadian adults. *Canadian journal of public health*, 112(3), 421-429. <https://doi.org/10.17269/s41997-020-00429-9>
- Nocella, C., et al. (2018). Extra virgin olive oil and cardiovascular diseases: Benefits for human health. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders*, 18(1), 4-13.
- Ochoa-Zarzosa, A., Baez-Magana, M., Guzman-Rodriguez, J. J., Flores-Alvarez, L. J., Lara-Márquez, M., Zavala-Guerrero, B., ... & López-Meza, J. E. (2021). Bioactive molecules from native Mexican avocado fruit (*Persea americana* var. *drymifolia*): a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(2), 133-142.
- Odegaard, A. O., et al. (2012). Sugar-sweetened and diet beverages in relation to visceral adipose tissue. *Obesity*, 20(3), 689-691.
- O'Donnell, M., Mente, A., y Yusuf, S. (2015). Sodium intake and cardiovascular health. *Circulation research*, 116(6), 1046-1057.
- OMS (2014). Nutrición. Nota descriptiva. Recuperado el 9 de septiembre de 2021 de http://www.who.int/nutrition/about_us/es/.
- (31 de agosto de 2018). Alimentación sana. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>.
- (29 de abril de 2020). Reducir el consumo de sal. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>.
- (13 de abril de 2021). Diabetes. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- (17 de mayo de 2021). Hipertensión. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- OPS (23 de octubre de 2019). Alimentos ultraprocesados ganan más espacio en la mesa de las familias latinoamericanas. Recuperado de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=1926&lang=es
- (2019). Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: ventas, fuentes, perfiles de nutrientes e implicaciones. Washington, D. C.: OPS. DOI: <https://doi.org/10.37774/9789275320327>.
- (2019). Estado de Salud de la población. Prevención y control de las enfermedades no transmisibles. Consultado el 22 de septiembre de 2021.
- (2021). Hipertensión. Consultado el 15 de noviembre de 2021.
- Pagliai, G., et al. (2021). Consumption of ultra-processed foods and health status: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 125(3), 308-318.
- Pasiakos, S. M., et al. (2013). Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *The FASEB Journal*, 27(9), 3837-3847.
- Pérez-Escamilla, R., et al. (2012). Dietary energy density and body weight in adults and

- children: a systematic review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(5), 671-684.
- Rebello, C. J., Liu, A. G., Greenway, F. L., y Dhurandhar, N. V. (2013). Dietary strategies to increase satiety. *Advances in food and nutrition research*, 69, 105-182.
- Romani, A., et al. (2019). Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8), 1776.
- Salas-Salvadó, J., García-Lorda, P., y Ripollés, J. M. S. (eds.) (2005). *La alimentación y la nutrición a través de la historia*. Editorial Glosa, SL.
- Salter A. M. (2018). The effects of meat consumption on global health. *Revue scientifique et technique* (International Office of Epizootics), 37(1), 47-55. <https://doi.org/10.20506/rst.37.1.2739>
- San Miguel Samano, M. T., y Sánchez Méndez, J. L. (2011). Interacciones alimento/medicamento. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, 35(1), 3-12.
- Santos, S. J., et al. (2017). Obesity-related dietary patterns and health status of diabetics among at-risk Latino college students. *Journal of Hispanic higher education*, 16(4), 291-313.
- Schlesinger, S., et al. (2019). Food groups and risk of overweight, obesity, and weight gain: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Advances in Nutrition*, 10(2), 205-218.
- Schwingshackl, L., y Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lipids in health and disease*, 13(1), 1-15.
- Schwingshackl, L., et al. (2017a). Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European journal of epidemiology*, 32(5), 363-375.
- Schwingshackl, L., et al. (2017b). Food groups and risk of hypertension: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Advances in nutrition*, 8(6), 793-803.
- Serafini, M., y Peluso, I. (2016). Functional foods for health: the interrelated antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables, herbs, spices and cocoa in humans. *Current Pharmaceutical Design*, 22(44), 6701-6715.
- Shayan, M., et al. (2020). Flaxseed for Health and Disease: Review of Clinical Trials. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 23(8), 699-722.
- Slater, G. J., et al. (2019). Is an energy surplus required to maximize skeletal muscle hypertrophy associated with resistance training. *Frontiers in nutrition*, 6, 131.
- Slavin, J. L., y Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in nutrition*, 3(4), 506-516.
- Smith, G. I., et al. (2011). Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia-hyperaminoacidaemia in healthy young and middle-aged men and women. *Clinical science*, 121(6), 267-278.
- Smith, G. I., et al. (2015). Fish oil-derived n-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *The American journal of clinical nutrition*, 102(1), 115-122.

- Smith-Ryan, A. E., y Antonio, J. (eds.) (2013). *Sports Nutrition & Performance Enhancing Supplements*, 416. Linus Learning.
- Sobotka, L., y Forbes, A. (2019). *Basics in clinical nutrition*, 1(5), Galen.
- Song, M., *et al.* (2016). Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA internal medicine*, 176(10), 1453–1463. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.4182>.
- Stanhope, K. L., Schwarz, J. M., y Havel, P. J. (2013). Adverse metabolic effects of dietary fructose: results from recent epidemiological, clinical, and mechanistic studies. *Current opinion in lipidology*, 24(3), 198.
- Wang, Y., *et al.* (2019). Whole grain and cereal fiber intake and the risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. *International journal of molecular epidemiology and genetics*, 10(3), 38.
- Welsh, J. A., *et al.* (2011). Consumption of added sugars and indicators of cardiovascular disease risk among US adolescents. *Circulation*, 123(3), 249-257.
- Williams, M. H. (2006). *Nutrición para la salud, condición física y deporte* (2a. ed.). McGraw Hill.
- Zahradka, P., *et al.* (2013). Daily non-soy legume consumption reverses vascular impairment due to peripheral artery disease. *Atherosclerosis*, 230(2), 310-314.
- Zhang, Y., *et al.* (2021). Cooking oil/fat consumption and deaths from cardiometabolic diseases and other causes: prospective analysis of 521,120 individuals. *BMC medicine*, 19(1), 92.

V. Administración, organización y promoción de actividad física y deporte para la salud

JUAN JOSÉ CALLEJA NÚÑEZ*

JESSICA SÁNCHEZ REVILLA**

Resumen

Uno de los problemas que viene atravesando nuestra población es la inactividad física que trae riesgo de salud y de mortandad; hacer ejercicio tiene importantes beneficios para la salud y ayuda a prevenir las enfermedades no transmisibles, para ello es importante organizar eventos de actividad física, deportivos y recreativos, una administración eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros que permitirá alcanzar objetivos y metas. El presente capítulo analiza la importancia de la administración y organización para fomentar la actividad física y el deporte para la salud, para ello se recoge información secundaria proveniente de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de las instituciones nacionales como la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (Conade). Existen normas y regulaciones que fomentan la actividad física y el deporte, y participan diversas instituciones públicas y privadas que fomentan el deporte.

Palabras clave: *Eventos deportivos, organización de recursos y promoción de actividad física.*

* Maestro en Gestión en Entidades Deportivas, master universitario en Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y Deporte, profesor de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. Correo: juan.calleja@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3247-1320>.

** Maestra profesora de la Facultad de Deportes Campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. Correo: jessica.sanchez11@uabc.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8064-476X>.

Introducción

El aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en los próximos años es inminente. De acuerdo con la OMS (2021), las ECNT representan 71% de las muertes en el mundo, lo cual principalmente ha sido generado por los malos hábitos y estilos de vida que no favorecen la salud, como el consumo de tabaco, la inactividad física, el consumo de alcohol y las dietas poco saludables.

Según la OMS (2020), las personas que realizan suficiente actividad física tienen entre 20 y 30% menos riesgo de muerte por ECNT, por lo tanto, la inactividad física se considera como un factor principal para el riesgo de mortalidad por estas enfermedades. No obstante, y a pesar de contar con esta información, la inactividad física aumentó 5% entre 2001 y 2016 en los países con ingresos altos. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2018) señala que lo anterior ha generado un gasto estimado de 54 000 millones en atenciones de salud en 2013, de los cuales el sector público absorbe 57% de los gastos; ello representa en los países con ingresos altos y medianos bajos entre 1 y 3% del gasto nacional lo que también se atribuye a la inactividad física.

Con base en lo antes expuesto, se puede identificar la importancia que tiene poseer conocimientos que permitan la formulación de planes, programas, proyectos y políticas que puedan ser utilizados como estrategia para la prevención y el control de las ECNT, especialmente aquellas de mayor incidencia en México y los países latinoamericanos, como la obesidad, hipertensión y diabetes tipo 2. La viabilidad y el éxito de estas estrategias requieren de una adecuada administración y gestión por parte de quienes las creen e implementen, por lo que en el presente capítulo se abordarán todas aquellas que permitan la organización y promoción de actividad física encaminadas a combatir las ECNT.

1. Administración y gestión en actividad física-deportiva

De acuerdo con Guegia *et al.* (2012), la administración se considera un proceso organizado, participativo, dinámico y coherente, el cual cuenta con

cuatro fases: planear, organizar, dirigir y controlar las actividades y procesos para el logro de los objetivos de la organización, siempre en busca de mejorar la productividad, el bienestar de los trabajadores y obtener las ganancias y beneficios planteados.

Para Díaz (2015), las cuatro fases de la administración se definen en:

Planeación. Es una actividad por medio del cual se obtiene información de la organización y del entorno, para definir el lugar a donde queremos llegar. La aplicación de la planeación destaca a nivel estratégico y prospectivo.

Organización. La función de organizar consiste en identificar, clasificar y agrupar las actividades requeridas para luego asignar a las personas adecuadas para el cumplimiento de los objetivos.

Dirección. Es el cúmulo de acciones que le permiten a una persona, o grupo de personas, influir en otras para realizar las acciones necesarias de la forma más óptima para que la organización pueda cumplir con sus objetivos y metas.

Control. Para cumplir con los objetivos de la organización es importante que se realicen y obtengan los resultados esperados, la función de control es detectar y corregir, para ello debe existir indicadores para medir.

En lo que respecta al concepto de gestión, el Comité de Desarrollo del Deporte Europeo (1987) define la gestión como el proceso operativo donde se asumen las acciones de planificar, motivar, organizar, dirigir y controlar desde una perspectiva general y, así, ordenar, atender los objetivos, integrar esfuerzos, prever e integrar las aportaciones de los demás para el logro del desarrollo de la organización. Por su parte, Aragón (1991) postula que la gestión deportiva es el proceso operativo donde se suman técnicas, operaciones, mercadotecnia y comerciales para la mayor optimización de recursos y el máximo grado de funcionamiento para la entidad deportiva, la cual se medirá por logros alcanzados.

En cuanto a gestión deportiva, se puede definir como la suma de operaciones, técnicas, comerciales y de marketing, que se desarrollan para lograr un grado máximo de funcionamiento y una mayor optimización en la entidad deportiva.

En este orden de ideas, se puede concluir que la administración y gestión en el ámbito de la actividad física para la salud es igualmente importante que cuando se piensa en una organización empresarial de cualquier giro, donde todos los elementos del proceso administrativo y de la gestión deben considerarse antes de realizar cualquier intervención, lo que referiría mayor probabilidad de logro de los objetivos y resultados esperados.

1.1. Planificación estratégica

La planeación forma parte de los elementos del proceso administrativo, se trata de una etapa fundamental porque permite (al organismo o institución) identificar de manera objetiva la situación en que se encuentra y proyectar el rumbo hacia donde se pretende llegar y mediante la estrategia permite intervenir en el sistema complejo para producir un cambio con la mayor certidumbre que resulte benéfico para el cumplimiento con las metas.

La planeación constituye un elemento complejo que está relacionado con anticiparse al futuro, a veces incierto, y que se inicia con el objetivo de optimizar nuestra actuación en una tarea o de facilitar la resolución de un problema activo o previsible.

“La planeación estratégica es un proceso sistemático, cíclico, flexible y dinámico por medio del cual una organización realiza un diagnóstico de todos sus elementos internos, así como del entorno en que se desenvuelve, lo que sirve como punto de partida para fijar sus objetivos a medio y largo plazo, seleccionar las estrategias más adecuadas para lograrlos, definir los proyectos que ejecutar para el desarrollo de esas estrategias y el cumplimiento de las metas, todo ello estableciendo un sistema de seguimiento y retroalimentación permanente que adapte los objetivos, estrategias y programas a los posibles cambios, externos e internos, que afectan a la organización” (Díaz, 2015).

El plan estratégico es elaborado por los responsables de una organización. Según Díaz (2015), para alcanzar su éxito debe seguir los siguientes pasos:

- Identificar los objetivos, las estrategias y la misión actual.
- Realizar el diagnóstico externo con el fin de identificar amenazas y oportunidades ambientales.

- Realizar el diagnóstico interno con el objeto de identificar fortalezas y debilidades.
- Fijar la misión.
- Llevar a cabo un análisis de formulación de estrategias con el objetivo de generar y evaluar alternativas factibles.
- Fijar objetivos.
- Fijar estrategias.
- Fijas metas.
- Fijar políticas.
- Asignar recursos.
- Analizar bases internas y externas para estrategias actuales.
- Medir los resultados y realizar la retroalimentación que permita tomar las medidas correctivas del caso.

2. Organización y recursos

Organizar es un proceso de ordenar y asignar los recursos humanos, materiales y económicos, así como las tareas y responsabilidades que cada individuo debe realizar para el cumplimiento de los objetivos y metas. Por tanto, organizar es establecer un conjunto de cargos, funciones, reglas y normas de actuación a los que deben sujetarse los miembros de una organización (Díaz, 2015).

Por su parte, los recursos forman parte fundamental dentro de una organización, ya que éstos son los medios para ejecutar sus actividades para alcanzar sus objetivos. Si se saben utilizar de forma adecuada se garantiza un buen funcionamiento de la organización. De acuerdo con Armijos *et al.* (2019), los recursos se clasifican en recursos materiales, financieros y humanos.

Recursos humanos. Son un factor clave para la organización, siendo el principal elemento para garantizar el funcionamiento de las diversas áreas, por lo cual la prioridad de la empresa.

Recursos materiales. Se consideran todas aquellas instalaciones, equipo y suministros tangibles y cuantificables para que el recurso humano pue-

da llevar a cabo las acciones y estrategias para el cumplimiento de los objetivos.

Recursos financieros. Son considerados como las inversiones monetarias que debe realizar la empresa para el cumplimiento de sus obligaciones y objetivos, así como la adquisición del recurso material y el salario del recurso humano. Éstos se consideran de dos tipos: los recursos financieros propios, donde se consideran el dinero en efectivo, el capital aportado por los socios y las utilidades, y los ajenos, los cuales son préstamos y emisión de valores.

3. Programa y proyectos en la actividad física

Ander-Egg (2005) considera que un programa es un conjunto de proyectos relacionados, coordinados, organizados y coherentes, donde se integran actividades, servicios y procesos para el logro de metas y objetivos dentro de un periodo determinado. Quinn (1997) agrega que los programas son la secuencia de distintas acciones y la asignación de los diversos recursos para el cumplimiento de los objetivos.

El proyecto debe contar con un conjunto de actividades operativas donde se vinculan actividades, recursos y componentes con el fin de determinar bienes y servicios en un periodo determinado y con una ubicación definida, para cubrir las necesidades y problemáticas de la comunidad (Betancourt, 2003).

Desde el punto de vista de Ortega (2019), las estrategias son la guía de una organización para dar respuesta de forma versátil a las situaciones predecibles e impredecibles que se puedan presentar en el ámbito que les compete. Quinn y Mintzberg (1997) consideran que son las verdaderas metas y los rangos dentro de los que se debe operar en el organismo para la eficiencia del recurso de acuerdo con las tareas asignadas a cada área.

Mientras tanto, los objetivos de una organización pueden ser considerados a corto, mediano y largo plazos, y se consideran sinónimos de metas. Éstos son planteados por los directivos enfocados en la misión, deben ser medibles, claros, realizables y difundidos dentro de la organización (Plata, 2017).

3.1 Evento deportivo como proyecto

Un evento deportivo es el encuentro de un grupo de personas interesadas en participar en actividades deportivas que ayuden a su desarrollo físico y a su salud, que disfrutan de participar socialmente haciendo ejercicio en compañía de otras personas. Estos eventos deportivos en ocasiones se dan con el objetivo de crear competencias o espectáculo. Se le llama evento deportivo porque cuenta con la presencia de público, sea con fines de lucro o no. Puede ser local, nacional e internacional.

Estos eventos son hechos sociales que se distinguen por haber sido planeados y promocionados con la idea de atraer a personas interesadas o llamar la atención de diferentes grupos sociales. Son acontecimientos atléticos que expresan emociones y están dotados de imagen y presencia en los medios de comunicación y que generan por sí mismos ingresos económicos (Martínez, 2011).

Según Monroy *et al.* (2009), existen diferentes tipos de gestión de los eventos deportivos, que se explican a continuación:

Gestión directa: En este caso el organismo al que se le concede la organización crea un comité para organizar este evento o contrata una empresa para llevarlo a cabo. Por ejemplo, los Juegos Olímpicos.

Gestión por empresas adjudicatarias: En estos eventos se cede la gestión a una empresa que se encarga de toda la organización. La adjudicación será en concurso.

Gestión a través de clubes: Es el caso de competiciones, por ejemplo, karate, judo, gimnasia rítmica, etc., donde los encargados de la organización son los clubes que actúan en esos lugares.

Gestión mixta: Consiste en la creación de un comité organizador, que a su vez cede algunas participaciones a empresas privadas.

4. Metodología

El trabajo recoge la información secundaria de compilaciones y de listados de referencias de instituciones internacionales, como la Organización

Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y de instituciones nacionales, como la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (Conade) y el Instituto del Deporte y la Cultura Física (Inde). Es una investigación documental y bibliográfica de información a partir de materiales publicados.

5. Resultados

Existen organizaciones que fomentan la actividad física y el deporte tanto públicas y privadas. Las organizaciones gubernamentales o públicas se encargan de cumplir con las leyes y de buscar el bienestar de los habitantes, mientras las organizaciones no gubernamentales o privadas se organizan entre particulares y deciden desarrollar actividades con aportaciones de sus integrantes, y su administración depende de la decisión colectiva de sus integrantes (Díaz, 2015).

5.1. Organización y promoción de la actividad física en México

México cuenta con un marco sólido que destaca la promoción de la actividad física y el deporte. El artículo 4º de la Constitución establece que toda persona tiene derecho a la cultura física y a la práctica del deporte, y corresponde al Estado su promoción, fomento y estímulo, conforme a las leyes en la materia de la actividad física.

El deporte y la actividad física son regulados por la Ley General de Cultura Física y Deporte y su Reglamento, que es regulado y sancionado por la Conade. Acorde a ella, la Conade propone el Programa Institucional 2021-2024, en donde plantea seis objetivos prioritarios para promocionar, fomentar y estimular la cultura física y el deporte con el fin de contribuir al bienestar social y el orgullo nacional.

- 1) Mejorar las condiciones de coordinación y comunicación con los miembros del Sistema Nacional de Cultura Física y Deporte (Sinade), para promover, fomentar y estimular la cultura física y el deporte.

- 2) Incrementar la calidad y cantidad de los servicios de formación, acreditación, capacitación, certificación, investigación y difusión para contribuir al aumento, actualización y mejoramiento de los profesionales especialistas en cultura física y deporte.
- 3) Fomentar la práctica regular de actividades físicas, deportivas y recreativas, coadyuvando a la disminución del porcentaje de sedentarismo en la población.
- 4) Promover la práctica del deporte de manera sistemática e incluyente desde la iniciación hasta la competencia deportiva de la población, principalmente en niñas, niños, adolescentes y jóvenes, como una herramienta para contribuir al desarrollo deportivo del país.
- 5) Incorporar a niñas, niños, adolescentes y jóvenes en la formación hacia el deporte de alto rendimiento, a través de procesos de identificación, desarrollo y seguimiento técnico a partir de la participación en eventos multideportivos nacionales.
- 6) Mejorar los resultados en las participaciones de las y los deportistas de alto rendimiento en eventos del ciclo olímpico, paralímpico y campeonatos mundiales del deporte convencional y adaptado, a través de procesos de preparación, servicios médicos y asistenciales, así como apoyos económicos.

5.2. Organización y promoción de actividad física en Baja California

El artículo 6º de la Constitución Política del Estado de Baja California establece como derecho de las garantías individuales, sociales y de la protección de los derechos humanos, que: “Toda persona tiene el derecho a la práctica del deporte, a la cultura física y a gozar de un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Las autoridades públicas del Estado, harán lo conducente a fin de que se asegure el disfrute de estos derechos”.

Además, en la nueva reforma de la Constitución Política se establece que entre las atribuciones, funciones y servicios públicos municipales está: “Formular, dirigir e implementar la política de desarrollo social municipal; fomentar y regular el deporte y la cultura populares”.

En 2014 se publicó la Ley de Cultura Física y Deporte del Estado de Baja California, con la que se busca “regular las actividades tendientes al disfrute, promoción, fomento, investigación, estímulo y desarrollo de la cultura física y la práctica del deporte en todas sus manifestaciones y expresiones, a fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes en el Estado y los Municipios”.

En la Ley de Cultura Física y Deporte del Estado de Baja California se reconoce que toda persona tiene derecho a la cultura física y a la práctica del deporte, correspondiendo a las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su respectiva competencia, garantizar el adecuado ejercicio de este derecho.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2020-2024 se consideran estrategias y acciones para reducir el riesgo de las enfermedades no transmisibles, como parte de la preocupación del incremento de la inactividad física. El deporte es un concepto abierto y diversificado que requiere estructuras administrativas importantes e implicaciones de recursos humanos muy específicos para lograr los objetivos.

A través del Instituto del Deporte y la Cultura Física de Baja California (Indebc) se planean, desarrollan, fomentan y coordinan los programas deportivos y de cultura física en el estado. Es importante impulsar la participación de la sociedad civil, en coordinación con los sectores público, social y privado, para el diseño de una política que permita a la población en general la práctica del deporte. Para ello es necesario armonizar las acciones de los diversos ámbitos y órganos de gobierno para establecer programas con un espectro de atención poblacional más amplio. En el cuadro 1 se puede observar la participación de instituciones y organismos públicos y privados que promueven la actividad física y el deporte.

Cuadro 1. Principales organizaciones deportivas en Baja California

<i>Nombre de la organización deportiva</i>	<i>Tipo de institución</i>	<i>Objetivo de la organización</i>	<i>Tipo de actividad</i>	<i>Ámbito del evento donde se realiza</i>
Indebc	Pública	Planear, desarrollar, fomentar y coordinar los programas deportivos y de cultura física en el estado, así como impulsar la participación de la sociedad civil, en coordinación con los sectores público, social y privado, para el diseño de una política que permita a la población en general la práctica del deporte.	Actividad física y deporte	Estado de Baja California
Imdet	Pública	Promover y desarrollar la cultura física en la ciudadanía en general ofreciendo espacios deportivos para uso de la ciudadanía y creando la estructura social necesaria para el desarrollo permanente, progresivo y continuo del deporte.	Actividad física y deporte	Tijuana
Imdecuf	Pública	Consiste en contribuir al desarrollo de la cultura física, a través del incremento de la práctica sistemática de la educación física, el deporte y la recreación, de acuerdo con la edad, condición, disponibilidad y preferencias del individuo, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los mexicalenses.	Actividad física y deporte	Mexicali
Imdete	Pública	Fomentar una cultura sana en la comunidad fortalecer valores en la sociedad.	Actividad física y deporte	Tecate
Imder	Pública	Promover y desarrollar la cultura física en la ciudadanía en general, unificando criterios para su promoción y agrupando a los organismos y asociaciones implicadas en la promoción del deporte, educación física y recreación.	Actividad física y deporte	Rosarito
Imudere	Pública	Ser el órgano rector del deporte municipal, normando, fomentando y promoviendo el desarrollo de la actividad física y deportiva de la comunidad.	Actividad física y deporte	Ensenada
Zonkeys	Privada	Fomenta la práctica del basquetbol profesional de la zona fronteriza de Tijuana, Baja California. Participa en el Circuito de Baloncesto de la Costa del Pacífico (Cibacopa).	Deporte profesional	Tijuana
Toros	Privada	Brindar a la comunidad la mejor opción de entretenimiento, a través de un espectáculo deportivo de alta calidad, enfocado a la convivencia familiar a precio accesible. Fomentar el sentido de pertenencia y desarrollo humano de la comunidad a través del deporte, de forma consistente y exitosa del Club Toros de Tijuana.	Deporte profesional	Tijuana
Xoloitcuintles	Privada	Posicionar el futbol y la identidad xoloitcuintle mediante la unión de esfuerzos y capacidades que ofrecemos como club, actuando, pensando y participando eficazmente de todos los que orgullosamente pertenecemos a la gran familia Xoloitcuintles de Caliente.	Deporte profesional	Tijuana
Galgos	Privada	Ser contendiente gracias al gran talento que existe en Baja California, con jugadores de diferentes equipos y universidades.	Deporte profesional	Tijuana
Soles	Privada	Fomenta la práctica del basquetbol.	Deporte profesional	Mexicali

<i>Nombre de la organización deportiva</i>	<i>Tipo de institución</i>	<i>Objetivo de la organización</i>	<i>Tipo de actividad</i>	<i>Ámbito del evento donde se realiza</i>
Aguilas	Privada	Fomenta el beisbol profesional, integra la Liga Mexicana del Pacífico, con sede en la ciudad de Mexicali, Baja California.	Deporte profesional	Mexicali
Dirección General de Educación Física y Deporte Escolar	Pública	Proporcionar y promover los servicios de educación, cultura y deporte con equidad, calidad y sentido humano, en la formación para la vida de todos los habitantes de Baja California.	Deporte escolar	Mexicali
Coordinación Regional de Educación Física	Pública	Coordina y fomenta la educación física en los diferentes niveles educativos del municipio de Tijuana.	Deporte escolar	Tijuana
Gestinity Sports	Privada	Es una empresa de servicios deportivos innovadora enfocada a gestionar, organizar, promover y educar en materia deportiva y de cultura física a nuestros clientes con una metodología lúdica creativa generando experiencias alegres y satisfactorias al cliente.	Actividad física, deporte, talleres y conferencias	Tijuana

Fuente: Elaboración propia.

La activación física busca integrar a la comunidad bajacaliforniana en prácticas que ayuden a combatir el sedentarismo, mejorar la salud física de las personas y fortalecer los lazos comunitarios. El reto es promover que las personas sean más activas y cuenten con ideales y aspiraciones que les permitan mejorar su salud. El cuadro 2 muestra la realización de principales eventos deportivos y recreativos en Baja California.

Cuadro 2. Principales eventos deportivos y recreativos en el estado de Baja California

<i>Nombre del evento</i>	<i>Tipo de evento</i>	<i>Organizadores</i>	<i>Participantes</i>	<i>Municipio</i>
Maratón de Baja California	Recreativo	Indebc	Categoría abierta, dirigido a corredores	Mexicali
Serial atlético en el municipio de Rosarito, Ensenada, Tijuana	Recreativo	Instituciones responsables del deporte en cada municipio	Categoría abierta, dirigido a corredores	Rosarito Ensenada Tijuana
Relevos nocturnos	Competitivo	UABC	Categorías legibles de universidad	Mexicali
Festival Atlético LIMAT	Recreativo	LIMAT	Diferentes categorías	Tijuana
Carreras recreativas + de 100	Recreativo	Varios	Categoría abierta, dirigido a corredores	En todo el estado
Serial UABC	Recreativo	UABC	Categoría abierta, dirigido a corredores	Tijuana

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en su Plan de Desarrollo Institucional 2019-2023, propone, como parte de su política de extensión y vinculación, la estrategia 4.1, “Fortalecer la presencia de la universidad en la sociedad a través de la divulgación del conocimiento y la promoción de la cultura y el deporte”, 4.1.4 “Promover el deporte y la adopción de estilos de vida saludable en la comunidad universitaria y la sociedad baja californiana”.

La UABC, a través de su Facultad de Deportes, organiza e impulsa eventos recreativos de actividad física y deporte. En el cuadro 3 se observan los principales eventos emblemáticos.

Cuadro 3. Principales eventos recreativos en el estado de Baja California

<i>Evento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Lugar donde se realiza</i>	<i>Fechas en que se realiza</i>
Carrera Atlética de Aniversario UABC	Carrera atlética	Ensenada	Febrero-marzo
Paseos UABiCi	Paseos ciclistas	Ensenada	Último domingo de cada mes
Serial Atlético UABC	Paseo y carrera atlética	Tijuana	Cada tres meses durante el año
Torneo UNINVITAVER	Torneos deportivos	Mexicali	Julio-agosto
Torneo UNINVITAIN	Torneos deportivos	Mexicali	Diciembre-enero
Evento Atlético Relevos Nocturnos UABC	Torneo atlético	Mexicali	Noviembre
Evento Atlético ED. <i>Elías Carranco Hermosillo</i>	Torneo atlético	Mexicali	Febrero-marzo

Fuente: Eventos deportivos emblemáticos de la UABC.

Reflexiones finales

Muchos de los eventos deportivos requieren una adecuada administración y organización. La administración y organización de la actividad física y deporte es la dirección racional de actividades, recursos humanos, materia-

les y financieros para cumplir con los objetivos y metas de una organización deportiva.

Los eventos deportivos, correctamente organizados, pueden generar suficientes beneficios tanto a corto plazo como a largo plazo. También suponen beneficios tanto para la institución que los organiza como para las ciudades o países donde se realizan estos eventos.

Sin embargo, el beneficio más importante de organizar actividad física y deporte es el impacto en la salud de la población, debido a que va reducir el riesgo a enfermedades cardiovasculares y el colesterol, controlar la diabetes, disminuir la obesidad, prevenir la osteoporosis, y mejorar la salud mental en la población de niños, adolescentes, adultos y adultos mayores.

En el estado de Baja California, a través de las instituciones públicas y privadas, se impulsan y promueven actividades físicas, deportivas y recreativas, con eventos ya programados para todo el año, y en donde la UABC aporta, a través de su Facultad de Deportes, no sólo la parte formativa de los profesionales en la Licenciatura de Actividad Física, también fomenta y organiza diversos eventos deportivos.

Bibliografía

- Ander-Egg, E. (2005). *Cómo elaborar un proyecto. Guía para diseñar proyectos sociales y culturales*. Buenos Aires.
- Aragón, P. (1991). *Técnicas de dirección y marketing para entidades deportivas*. Málaga: UNISPORT. Junta de Andalucía.
- Armijos Mayon, F. B., Bermúdez Burgos, A. I., y Mora Sánchez, N. V. (2019). Gestión de administración de los Recursos Humanos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 163-170.
- Betancourt, J. F. G. (2003). *Fundamentos de administración deportiva*. Kinesis.
- Cipriano, L. G. A. (2014). *Proceso administrativo*. Grupo Editorial Patria.
- Comité de Desarrollo del Deporte (C.D.D.S.) (1987). "Conclusiones del Seminario sobre formación en gestión deportiva". Consejo de Europa. Berlín, en *El trabajo del Consejo de Europa en materia del deporte 1967-1991*. Madrid: MEC-CSD.
- Díaz, O. (2015). *La administración en el deporte*. Paodotribo.
- Guegia, J., et al. (24 de abril de 2012). La administración del siglo XXI. Recuperado en 2017 de <http://harrypother1979.blogspot.pe/>.
- Louffat, E. (2012). *Administración: Fundamentos del proceso administrativo*. 3ra. Edición, Cengage Learning, Mx - Cengage.

- Martínez, J. M. (2011). Los eventos deportivos: concepto, historia, características, implicaciones y tipos Efdportes. <https://efdeportes.com/efd171/los-eventos-deportivos-concepto-historia.htm>.
- Meny, Y. y Thoenig J. (1992). *Las políticas públicas*. Barcelona: Ariel.
- Monroy, A., Saez, G., y Cordente, C. (2009). Los modelos de gestión en la organización de eventos. *Ocio turismo activo y recreación*, 16, 93-96.
- Moreno, Y. C. (2014). Modelo de gestión deportiva para el municipio de Quibdó. ELSEVIER. <https://www.elsevier.es/es-revista-suma-negocios-208-articulo-modelo-gestion-deportiva-el-municipio-S2215910X14700370>.
- OMS (2020). Actividad Física. Datos y Cifras. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Ortega, A. M. C. (2019). *Fundamentos generales de administración*. Esumer. https://www.academia.edu/40758895/Fundamentos_generales_de_administracion
- Plata, C. A. (2017). *La administración y el proceso administrativo*. Bogotá: DC.
- Pousada, I., y Urdampilleta, A. (junio de 2012). Gestión de los grandes eventos deportivos y su alto nivel de repercusión social. *Educación Física y Deportes*, Año 17, 169. <http://www.efdeportes.com/efd169/gestion-de-los-grandes-eventos-deportivos.htm>.
- Quinn, J. B., y Mintzberg, H. (1997). *El proceso estratégico: conceptos, contextos y casos*. México: Pearson Educación.
- Vidarte, J. A., et al. (2011). Actividad física: Estrategia de promoción de la salud. <http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v16n1/v16n1a14.pdf>.
- UABC (2021). Eventos deportivos. <https://www.uabc.mx/eventosdeportivosemblematicos/>.
- (2022). Presenta Facultad de Deportes el serial atlético UABC 2022, <https://gaceta.uabc.mx/index.php/notas/deporte/presenta-facultad-de-deportes-el-serial-atletico-uabc-2022>.

Sobre los autores

Lourdes Cutti Riveros

Es doctora en Ciencias Educativas por el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE-UABC) y miembro del SNI nivel 1. Sus líneas de investigación son alimentación sostenible, educación y estilos de vida. Actualmente es coordinadora de Investigación y Posgrado de la Facultad de Deportes campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-9256>

Juan José Calleja Núñez

Es maestro en Gestión en Entidades Deportivas, master universitario en Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y Deporte y estudiante de doctorado en Educación en la Universidad de Almería (España). Sus líneas de investigación son promoción de actividad física y deporte, creación de eventos y proyectos deportivos. Es subdirector de la Facultad de Deporte campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3247-1320>

Emilio Arrayales Millán

Es maestro en Administración de Educación Física, el Deporte y la Recreación y estudiante de doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en la Universidad de León (España). Director de la Facultad de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California desde noviembre del 2014 a la fecha, perfil deseable PRODEP de 2021 a la fecha, línea de investigación biomecánica deportiva, corrección postural y la marcha normal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9335-3635>

*La actividad física para la salud
y su prevención de las enfermedades crónicas
no transmisibles (ECNT)*, Lourdes Cutti Riveros, Juan
José Calleja Núñez y Emilio Manuel Arrayales Millán
(coordinadores), publicado por la Universidad Autónoma de
Tamaulipas, Anáhuac Online y Ediciones Comunicación Científica, S.
A. de C. V., se terminó de imprimir en noviembre de 2022, en los talleres de
Ultradigital Press, S. A. de C. V., Centeno 195, Col. Valle del Sur, 09819, Ciudad de
México. El tiraje fue de 200 ejemplares impresos y en versión digital en los
formatos PDF, Epub y HTML.

La inactividad física genera múltiples trastornos y alteraciones en la salud que derivan en importantes enfermedades que causan discapacidad y muerte. Algunos de los efectos de la inactividad física son la disminución de fuerza muscular, degeneraciones leves a moderadas de los huesos, artritis, aumento de triglicéridos y colesterol, sobrepeso, obesidad, cardiopatías, diabetes e hipertensión.

Una práctica frecuente de actividad física moderada regulariza el metabolismo, ayuda a disminuir el riesgo de hipertensión, cáncer, diabetes, fracturas y caídas, por lo que resulta sumamente importante desarrollar estrategias que permitan a cada sujeto realizarla de manera regular.

El objetivo del presente libro es reflexionar sobre la importancia de la actividad física para una vida sana en cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. La actividad física influye positivamente en la salud, y debe ser identificado como un componente esencial de un estilo de vida saludable que previene, trata e incluso revierte enfermedades crónicas no transmisibles.

El libro se organiza en una introducción y seis capítulos. El capítulo I aborda la actividad física para una vida sana en cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible; el capítulo II trata de la anatomía y fisiología en obesidad, hipertensión y diabetes; el capítulo III desarrolla la prescripción del ejercicio físico en personas con obesidad, diabetes e hipertensión; el capítulo IV, establece pautas importantes de alimentación para personas con enfermedades crónicas no transmisibles que iniciarán un programa de ejercicio físico, y el capítulo V muestra las diversas actividades de administración, organización y promoción de actividad física y deporte para la salud.



Lourdes Cutti Riveros es Doctora en Ciencias Educativas por el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Miembro del SNI del Conacyt, nivel 1. Sus líneas de investigación son alimentación sostenible, educación y estilos de vida. Coordinadora de Investigación y Posgrado de la Facultad de Deportes campus Tijuana de la UABC.



Juan José Calleja Núñez es maestro en Gestión en Entidades Deportivas. Sus líneas de investigación son promoción de actividad física y deporte, creación de eventos y proyectos deportivos. Es subdirector de la Facultad de Deporte campus Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California.



Emilio Manuel Arrayales Millan es Maestro en Administración de Educación Física, el Deporte y la Recreación. Director de la Facultad de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California, cuenta con perfil deseable PRODEP, sus líneas de investigación son biomecánica deportiva, corrección postural y la marcha normal.

