

Enfermedades crónicas y ejercicio físico

Guía de la red HEALTHY-AGE



Editores

Marcos Pardo, Pablo Jorge
Abralde Valeiras, José Arturo
Vaquero Cristóbal, Raquel



Enfermedades crónicas y ejercicio físico

Guía de la red HEALTHY-AGE



Web: <https://www.healthyagenet.org/es/>

Instagram: Healthy_age_net

X: @Healthyagenet

Facebook: Red de investigación Healthy-Age

Financiado por:



MARCOS PARDO, Pablo Jorge.
ABRALDES VALEIRAS, José Arturo.
VAQUERO CRISTOBAL, Raquel
(Editores)

Enfermedades crónicas y ejercicio físico

Guía de la red HEALTHY-AGE

 *Dykinson, S.L.*

Enfermedades crónicas y ejercicio físico. Guía de la red HEALTHY-AGE

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

©Copyright los autores

©MARCOS PARDO, Pablo Jorge

©ABRALDES VALEIRAS, José Arturo

©VAQUERO CRISTOBAL, Raquel

Madrid, 2024

Editorial DYKINSON, S.L.

Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869

e-mail: info@dykinson.com

<http://www.dykinson.es>

<http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1070-884-6

DOI: <https://doi.org/10.14679/3573>

1ª Edición en diciembre de 2024.

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información y transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado (electrónico, mecánico, fotocopia, impresión, grabación, etc.), sin el permiso de los titulares de los derechos de propiedad intelectual.

Índice

Bloque 1. - Enfermedades psiquiátricas	9
La depresión y su gestión a través del ejercicio físico en el contexto de las enfermedades crónicas y del envejecimiento	11
Beneficios del ejercicio físico para la ansiedad y el estrés	21
Bloque 2. - Enfermedades neurológicas	31
Ejercicio físico en la enfermedad de Alzheimer y otras demencias.....	33
Recomendaciones de ejercicio físico para personas con Párkinson	55
Ejercicio físico para la mejora de la fatiga y calidad de vida en personas con esclerosis múltiple	69
Beneficios y prescripción de la actividad física como estrategia no farmacológica en la fibromialgia	87
Bloque 3. - Enfermedades metabólicas	107
Síndrome metabólico.....	109
Sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica.....	117
Beneficios de la actividad física en el tratamiento de la dislipidemia: Estrategias para prevenir complicaciones cardiovasculares	131
Prescripción de ejercicio físico en personas con diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2.....	149
Bloque 4. - Enfermedades cardiovasculares	163
Hipertensión arterial: Prescripción y planificación de ejercicio físico	165
Desregulación mitocondrial, ejercicio y envejecimiento: Impacto en las enfermedades vasculares.....	181

Bloque 5. - Enfermedades pulmonares.....	193
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica: Prescripción y planificación de ejercicio físico.....	195
Actividad física en el manejo del asma: Beneficios, prescripción y estrategias prácticas.....	213
Bloque 6. - Enfermedades músculo-esqueléticas.....	231
Sarcopenia y dinapenia: Fisiopatología, prescripción y planificación de ejercicio físico.....	233
Osteopenia y osteoporosis: Prescripción y planificación de ejercicio físico ...	245
Dolor de espalda: Prescripción y planificación de ejercicio	255
Osteoartritis y artritis reumatoide: Prescripción y planificación de ejercicio físico.....	273
Disfagia, prevención y tratamiento a través del ejercicio orofacial	287
Bloque 7. - Cáncer.....	303
Ejercicio físico como fortaleza para la salud y bienestar en adultas mayores con cáncer de mama.....	305
Cáncer de próstata: Prescripción y planificación de ejercicio físico.....	319



La red de investigación HEALTHY-AGE

La *Red de Investigación en Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud*, conocida como *HEALTHY-AGE*, es una iniciativa que reúne a profesionales de diversas áreas de la salud y las ciencias del deporte de diversas universidades nacionales e internacionales, con el principal objetivo de investigar y promover la práctica del ejercicio físico como herramienta fundamental en el manejo del envejecimiento y las enfermedades crónicas. Esta red de investigación nace de la creciente necesidad de afrontar los desafíos que plantea el aumento de la esperanza de vida y las crecientes tasas de enfermedades crónicas y comorbilidades que aparecen con el paso de los años. HEALTHY-AGE trabaja bajo la premisa de que el envejecimiento saludable es posible a través de una vida activa y de que el ejercicio físico, cuando se prescribe y adapta adecuadamente, puede marcar una gran diferencia en la calidad de vida de las personas, así como en su autonomía funcional, en el bienestar general y en la salud a nivel integral (física, psicológica, social y emocional).

Entre sus objetivos principales, la red busca crear y consolidar conocimiento que permita una intervención basada en evidencia para abordar problemas de salud crónicos y discapacitantes que afectan especialmente a la población adulta y mayor. A través de la colaboración interdisciplinaria, la red desarrolla estudios, guías y programas de intervención que proporcionan herramientas tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes y cuidadores, facilitando una práctica del ejercicio físico que sea segura, efectiva y adaptada a las necesidades individuales de cada persona. En este sentido, HEALTHY-AGE busca no solo mejorar la salud física, mental y social de las personas mayores, sino también contribuir a un cambio en la percepción del envejecimiento, promoviendo una visión activa y positiva del mismo.

Prólogo de la obra

La obra *Enfermedades crónicas y ejercicio físico: Guía de la red de investigación HEALTHY-AGE* es el resultado de años de investigación y trabajo en conjunto de profesionales y científicos comprometidos con una de las cuestiones más urgentes en el ámbito de la salud pública contemporánea: el impacto del envejecimiento y las enfermedades crónicas sobre la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo. En un contexto en el que la longevidad está en aumento y las enfermedades crónicas representan la principal causa de discapacidad y muerte a nivel global, esta obra ofrece un recurso esencial para entender y manejar estas condiciones a través de una de las herramientas más accesibles y efectivas: el ejercicio físico.

Desde la primera hasta la última página, este libro está concebido como una guía práctica y accesible, diseñada para todos aquellos interesados en aplicar el ejercicio físico en el tratamiento y la prevención de enfermedades crónicas. Dividido en capítulos temáticos, cada uno de ellos se dedica a un tipo específico de enfermedades, que van desde las psiquiátricas y neurológicas hasta las metabólicas, cardiovasculares, pulmonares, músculo-esqueléticas e incluso el cáncer. Cada sección está escrita por expertos en cada área, quienes aportan no solo una revisión detallada de la literatura científica, sino también una serie de recomendaciones específicas sobre la planificación y prescripción de ejercicio, adaptada a las particularidades de cada patología y de cada individuo.

La primera parte de la obra explora el impacto del ejercicio en enfermedades psiquiátricas como la depresión, el estrés y la ansiedad, condiciones que afectan de forma significativa a la población con enfermedades crónicas. En estos capítulos, el lector encontrará no

solo una explicación de los mecanismos a través de los cuales el ejercicio ayuda a mejorar la salud mental, sino también ejemplos de programas y estrategias de intervención que han mostrado eficacia en estudios recientes. Estos capítulos son especialmente relevantes en un momento en el que la salud mental es un tema de creciente preocupación a nivel global y en el que se reconoce cada vez más la relación entre salud física y bienestar psicológico.

En la sección dedicada a las enfermedades neurológicas, los autores abordan el papel del ejercicio en la enfermedad de Alzheimer, el Párkinson y otras demencias, así como en condiciones como la esclerosis múltiple. Aquí se exponen de forma clara los beneficios que el ejercicio puede aportar a la cognición, la movilidad y la independencia funcional de personas que viven con estos trastornos, mostrando cómo el ejercicio puede contribuir a ralentizar el deterioro cognitivo y a mejorar la calidad de vida. En un contexto de envejecimiento poblacional acelerado, este tipo de intervenciones no solo son necesarias, sino también urgentes, pues aportan alternativas no farmacológicas que permiten abordar los síntomas de una manera integral y menos invasiva.

La guía también dedica una parte significativa a las enfermedades metabólicas, entre ellas el síndrome metabólico, la obesidad, la diabetes y la dislipidemia, todas ellas fuertemente relacionadas con el estilo de vida. La evidencia científica recogida en estos capítulos muestra cómo el ejercicio físico puede ser una herramienta fundamental para mejorar la regulación de la glucosa, reducir el riesgo cardiovascular y facilitar la pérdida de peso de manera saludable. En estos capítulos, se incluyen recomendaciones detalladas sobre el tipo, la intensidad y la frecuencia de ejercicio adecuado para cada una de estas condiciones, considerando las necesidades y limitaciones de personas que viven con estas enfermedades. En una época en la que la obesidad y el síndrome metabólico han alcanzado proporciones epidémicas, esta guía se convierte en un recurso fundamental para quienes buscan opciones de tratamiento que vayan más allá de los medicamentos.

Los capítulos dedicados a las enfermedades cardiovasculares y pulmonares son especialmente relevantes, dado que estas condiciones son las principales causas de morbilidad y mortalidad en la población adulta y mayor. En ellos, se exploran los beneficios del ejercicio en la hipertensión, la insuficiencia cardíaca, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el asma. Los autores exponen cómo el ejercicio físico mejora la función cardiorrespiratoria, reduce la presión arterial y fortalece el sistema cardiovascular, al tiempo que aporta recomendaciones específicas sobre el tipo de actividades más

seguras y efectivas para quienes viven con estas condiciones. Estos capítulos subrayan la importancia de una planificación cuidadosa y supervisada del ejercicio, que tenga en cuenta las limitaciones y los riesgos asociados a cada patología, permitiendo así que los pacientes obtengan los beneficios del ejercicio de forma segura.

En la sección que aborda las enfermedades músculo-esqueléticas, el lector encontrará información detallada sobre el uso del ejercicio físico para mejorar la fuerza, la flexibilidad y la movilidad de personas con sarcopenia, dinapenia, osteoporosis, artritis reumatoide y otros problemas articulares.

En el caso del cáncer, se analiza cómo el ejercicio puede ayudar no solo a mejorar la calidad de vida y reducir la fatiga en pacientes oncológicos, sino también a mejorar la respuesta al tratamiento y a reducir el riesgo de recaída en algunos tipos de cáncer.

Estas recomendaciones son el resultado de investigaciones que han demostrado la seguridad y los beneficios del ejercicio para personas que enfrentan estas condiciones, desmontando la idea de que la inactividad es la única opción para quienes viven con enfermedades graves.

Uno de los aspectos más valiosos de esta obra es su enfoque práctico y accesible. Cada capítulo incluye sugerencias concretas sobre el tipo y la duración del ejercicio recomendado para cada condición, así como consejos para adaptar las actividades físicas a las capacidades y necesidades de cada individuo. Estas recomendaciones están acompañadas de una base teórica sólida, que permite al lector comprender no solo el “cómo”, sino también el “por qué” del ejercicio físico en cada caso. Además, el tono y estilo de la obra facilitan su lectura tanto por profesionales de la salud como por cuidadores, familiares y los propios pacientes, lo que la convierte en una herramienta útil para una amplia audiencia.

El objetivo de *Enfermedades crónicas y ejercicio físico: Guía de la red de investigación HEALTHY-AGE* no es solo informar, sino inspirar un cambio de paradigma en la forma en que entendemos el tratamiento de las enfermedades crónicas y el envejecimiento. Los autores nos invitan a ver el ejercicio físico no solo como un medio para aliviar síntomas, sino como un camino hacia una vida más plena y autónoma, en la que el paciente se convierte en un agente activo de su propia salud. En este sentido, la obra refleja los valores y objetivos de la red HEALTHY-AGE, que busca fomentar una visión del envejecimiento saludable y activo, en el que las personas adultas y mayores puedan disfrutar de una vida plena y significativa.

Esta guía, fruto de una colaboración interdisciplinaria y de años de investigación, se presenta como una herramienta fundamental para todos aquellos interesados en mejorar la salud y el bienestar de las personas adultas y mayores. En un momento en el que la longevidad plantea nuevos retos, este libro ofrece una respuesta concreta y esperanzadora, mostrando que el ejercicio físico es una intervención accesible y efectiva que puede transformar la vida de quienes viven con enfermedades crónicas. Los autores merecen un reconocimiento por su labor y dedicación, y los lectores encontrarán en estas páginas no solo una fuente de conocimiento, sino también de inspiración para adoptar una vida más activa y saludable.

Dr. Pablo Jorge Marcos-Pardo

Fundador y coordinador de la red de investigación "*Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud: HEALTHY-AGE*" del Consejo Superior de Deportes del Gobierno de España.

Bloque 1. - Enfermedades psiquiátricas

La depresión y su gestión a través del ejercicio físico en el contexto de las enfermedades crónicas y del envejecimiento

Karollyni Bastos Andrade Dantas¹ - doutorado_karollyni@souunit.com.br

Francisco Prado Reis¹ - franciscopradoreis@gmail.com

Marco Antônio Almeida Santos¹ - marcosalmeida2010@yahoo.com.br

Cleberson Franclin Tavares Costa¹ - cleberson.franclin@souunit.com.br

Helena Andrade Figueira² - helenafigueira@edu.unirio.br

Raissa Pinho Morais¹ - raissa.pinho@souunit.com.br

Estélio Henrique Martin Dantas^{1,2} - estelio.henrique@unirio.br

¹Universidade Tiradentes

²Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Resumen

La depresión es un trastorno mental prevalente que afecta significativamente la calidad de vida de millones de personas, especialmente aquellas que lidian con enfermedades crónicas y el envejecimiento. Esta condición no solo causa sufrimiento emocional, sino que también puede agravar problemas de salud física, creando un ciclo vicioso que perjudica el bienestar general.

En este escenario, la actividad física surge como una intervención prometedoras en la gestión de la depresión, ofreciendo beneficios que van más allá de la mejora del estado de ánimo. Estudios muestran que el ejercicio regular puede reducir los síntomas depresivos, mejorar la autoestima y promover un estado general de bienestar. Para individuos mayores y aquellos con enfermedades crónicas, la práctica de actividades físicas es particularmente importante, ya que contribuye al mantenimiento de la salud, mejora la condición física y reduce el riesgo de aislamiento social.

Además, el ejercicio puede facilitar la interacción social, que es esencial para combatir sentimientos de soledad y estigmas asociados con la salud mental. Por lo tanto, la incorporación del ejercicio físico como parte del tratamiento de la depresión representa un enfoque holístico y accesible. Al promover una vida activa y socialmente comprometida, es posible no solo mejorar la salud mental, sino también fortalecer la resiliencia emocional y física. Esta estrategia puede transformar la manera en que enfrentamos la depresión, especialmente para aquellos que enfrentan los desafíos impuestos por las enfermedades crónicas y el envejecimiento, promoviendo una vida más equilibrada y satisfactoria.

Palabras clave: Depresión, Ejercicio físico, Envejecimiento.

1. Introducción

La depresión es uno de los trastornos mentales más comunes e impactantes de la actualidad, afectando a millones de personas en todo el mundo. Su incidencia es particularmente alta entre individuos que enfrentan enfermedades crónicas y

aquellos que están en proceso de envejecimiento. El sufrimiento emocional y la limitación funcional derivadas de la depresión pueden agravar aún más la condición de salud de estas personas, creando un ciclo vicioso que compromete la calidad de vida. En este contexto, la comprensión de las interacciones entre la salud mental, las enfermedades crónicas y el envejecimiento se vuelve fundamental para desarrollar enfoques efectivos de tratamiento y gestión (Silva et al., 2022).

La práctica de ejercicio físico se ha destacado como una estrategia prometedora en la gestión de la depresión, especialmente entre personas que lidian con enfermedades crónicas y el envejecimiento. Estudios demuestran que la actividad física regular no solo mejora el estado de ánimo y reduce los síntomas depresivos, sino que también proporciona beneficios adicionales, como la mejora de la salud, mejora de la condición física saludable y mayor sensación de bienestar. Estos efectos positivos son aún más relevantes para personas mayores, que a menudo enfrentan limitaciones físicas y sociales que pueden intensificar la sensación de aislamiento y depresión (Martins et al., 2019).

Incorporar el ejercicio físico como parte de la rutina de tratamiento para la depresión puede ser un enfoque multifacético y accesible. A través de la promoción de actividades adaptadas a las necesidades y capacidades individuales, es posible no solo mejorar la salud mental, sino también fortalecer la resiliencia física y emocional. Esta integración entre salud mental y actividad física representa un paso importante en la búsqueda de una vida más equilibrada y satisfactoria, especialmente para aquellos que navegan por los desafíos de las enfermedades crónicas y el envejecimiento (Figueira et al., 2021).

2. Depresión, Enfermedades Crónicas y Envejecimiento

La depresión, las enfermedades crónicas y el envejecimiento son temas de gran relevancia en la medicina y en las ciencias sociales, dada la creciente esperanza de vida global, que se refleja en un aumento de la población de adultos-mayores, que a su vez se presenta cada vez más expuesta a factores de riesgo relacionados con la incidencia de patologías crónicas. El envejecimiento poblacional es el principal desafío en salud pública en la actualidad, especialmente en países desarrollados y emergentes, y plantea nuevos desafíos a la salud pública, exigiendo un enfoque integrado para mejorar la calidad de vida de los ancianos.

En primer lugar, es importante reflexionar que el envejecimiento viene acompañado de relevantes cambios fisiológicos y psicológicos que pueden acercar al individuo a cuadros depresivos. Estudios indican que la prevalencia de depresión afecta aproximadamente al 10% y 15% de la población anciana, siendo más alta en aquellos que tienen alguna otra enfermedad crónica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la depresión afecta a más de 264 millones de

personas en todo el mundo, siendo una de las principales enfermedades del actual milenio (World Health Organization, 2017).

Como se citó, la prevalencia de depresión aumenta en ancianos que sufren de condiciones crónicas, como enfermedades cardíacas, diabetes y artritis. Estas enfermedades crónicas son, a su vez, importantes factores de riesgo para el desarrollo de síntomas depresivos. Las enfermedades cardiovasculares, por ejemplo, están fuertemente asociadas con la depresión en ancianos. Un estudio realizado por Aragão et al. (2023) identificó que hasta el 60% de los pacientes con enfermedad cardiovascular en servicios de urgencias hospitalarias presentaban depresión, y que esta, a su vez, provoca un empeoramiento en los resultados clínicos, afectando de manera cíclica los problemas fisiológicos y neuropsicológicos relacionados con la enfermedad. Esto ocurre porque la presencia de una enfermedad crónica puede llevar a una sensación de impotencia, dolor agudo y crónico, y aislamiento social, factores que contribuyen al surgimiento de cuadros depresivos.

Diferentes disciplinas del área de la salud han realizado importantes investigaciones para la comprensión de la relación bidireccional entre depresión y enfermedades crónicas. La depresión no es solo una consecuencia de estas condiciones, sino que también puede aumentar el riesgo de desarrollo y empeoramiento de patologías crónicas. Un estudio experimental conducido por Santos, Bessa y Xavier (2020) reveló que individuos con depresión tienen una asociación significativa con la incidencia de diabetes tipo 2 e hipertensión a lo largo de la vida. La inflamación crónica asociada con la depresión es uno de los mecanismos propuestos para esta relación, surgiendo, incluso, casos graves de demencia, lo que potencia los agravios en salud de la población en cuestión.

El impacto psicológico de las enfermedades crónicas se agrava por la disminución de la movilidad y la independencia, condiciones comunes en el envejecimiento. Esto puede llevar al aislamiento social, otro factor importante en la depresión geriátrica. Según Barbosa et al. (2022), aspectos como el aislamiento social y la soledad son factores de riesgo relevantes para la depresión en ancianos, afectando no solo la salud mental, sino también la mortalidad general. Aspectos urbanísticos de planificación del entorno enfocado a la salud y el desarrollo de la persona anciana, deben ser considerados para una mayor calidad de vida en esta población, ya que la soledad prolongada está asociada con un aumento del riesgo de muerte prematura, entre otros.

Además de los aspectos deficitarios en el ámbito psicosocial, las comorbilidades físicas también son una carga para los ancianos. En muchos casos, los tratamientos para enfermedades crónicas son largos y complicados, involucrando múltiples medicamentos y visitas frecuentes al médico. La carga del tratamiento puede contribuir a la fatiga mental y al declive de la salud mental. Gonçalves et al. (2024)

destacan que el control inadecuado de enfermedades crónicas, como la diabetes, está frecuentemente ligado a peores resultados de salud mental, incluyendo el agravamiento de los síntomas depresivos.

Intervenciones que aborden tanto la salud física como la mental son esenciales. Programas de actividad física adaptados a los ancianos han demostrado beneficios tanto en la gestión de enfermedades crónicas como en la reducción de los síntomas depresivos. Noa Pellier, Coll Costa y Enchemendia del Vall (2021) demostraron que la práctica regular de ejercicio físico en ancianos con depresión y enfermedades crónicas mejora la calidad de vida y reduce significativamente los síntomas de ambas condiciones. La socialización proporcionada por estas actividades también contribuye a la reducción de la soledad.

Invertir en prácticas preventivas es fundamental para el desarrollo saludable de esta población. Sin embargo, el acceso a cuidados de salud mental para ancianos aún es limitado. Muchos profesionales de la salud no están adecuadamente capacitados para reconocer los síntomas de depresión en ancianos, que a menudo se manifiestan de manera atípica. La depresión en ancianos a menudo está subdiagnosticada, especialmente en pacientes con múltiples enfermedades crónicas, ya que los síntomas son frecuentemente atribuidos al envejecimiento normal o a condiciones físicas preexistentes (Martins et al., 2019).

La problematización de la salud mental en ancianos se ha convertido en un campo de estudio emergente, impulsado por la necesidad de una comprensión más profunda de las particularidades del envejecimiento en el ámbito psicológico. La psicogerontología, rama de la psicología dedicada al estudio del envejecimiento y sus implicaciones mentales, ha destacado que la salud mental de los ancianos no puede ser tratada de manera aislada o fragmentada. Según un análisis realizado por Pérez Sánchez et al. (2021), es esencial considerar las dimensiones psicosociales, biológicas y culturales del envejecimiento, ya que influyen directamente en la experiencia subjetiva de ser anciano y en la vulnerabilidad a condiciones como la depresión y la ansiedad.

En este sentido, la psicogerontología enfatiza la importancia de intervenciones personalizadas e interdisciplinarias que tengan en cuenta los factores específicos de la vida de los ancianos, como las pérdidas acumulativas (por ejemplo, pérdida de autonomía, roles sociales y seres queridos), el aislamiento social y los cambios en las capacidades cognitivas. Estas intervenciones buscan promover la resiliencia emocional y la calidad de vida, elementos centrales en la salud mental de los mayores. Pérez Sánchez et al. (2021) subrayan que la psicogerontología también destaca la importancia de enfoques preventivos, con énfasis en intervenciones comunitarias que ofrezcan apoyo social y redes de apoyo, promoviendo el envejecimiento activo y disminuyendo el impacto de la soledad en la salud mental.

Además, la psicogerontología reconoce que los ancianos enfrentan desafíos específicos en relación con el estigma asociado a los trastornos mentales. Estudios muestran que muchos ancianos son reacios a buscar ayuda psicológica, interpretando los síntomas de depresión y ansiedad como “*parte natural*” del envejecimiento, lo que dificulta el diagnóstico y el tratamiento temprano. Por ello, la concienciación sobre la salud mental en la tercera edad debe ser ampliada, para reducir las barreras culturales y promover una mayor aceptación de las intervenciones psicológicas entre la población de adultos mayores. La psicogerontología, por lo tanto, desempeña un papel crucial al integrar los cuidados psicológicos en la rutina de atención general de los ancianos, ayudando a combatir estigmas y a mejorar la calidad de vida de esta población (Gomes & Vasconcelos, 2021).

3. Relación entre depresión y enfermedades crónicas en la persona anciana

El crecimiento de las enfermedades crónicas es común en la sociedad actual, dado el aumento de enfermedades crónicas degenerativas y la disminución de enfermedades infecciosas, como resultado del avance tecnológico y médico. Esta condición crónica está vinculada al envejecimiento poblacional, ante la transición epidemiológica y la exposición a condiciones que favorecen la cronicidad (Silva et al., 2022).

Las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias crónicas, la diabetes mellitus (DM), la hipertensión arterial sistémica (HAS) y el cáncer son ejemplos de enfermedades que presentan un aumento en la incidencia en la población anciana y que contribuyen a una reducción de la calidad de vida, pérdida de autonomía, complicaciones clínicas e incapacidad funcional. En Brasil, el índice de personas afectadas por enfermedades crónicas es alto, encontrándose que el 45,1% de estas presentan HAS y DM (IBGE, 2013; Silva et al., 2022).

La realidad de los individuos ancianos que conviven con enfermedades crónicas o multimorbilidad implica limitaciones en las actividades de la vida diaria, así como pérdidas en la movilidad y funciones cognitivas que reflejan en sus emociones personales, lo que explica su implicación con la salud mental (Silva et al., 2022). Dada esta situación, los ancianos que presentan una o más enfermedades crónicas tienen un mayor riesgo de desarrollar depresión (Bonilla-Sierra, 2020). Esta condición se caracteriza por un descenso del estado de ánimo y de energía que también está asociado a una reducción del placer y del interés en las actividades en general.

El estudio de Jiang, Zhu y Qin (2020) demostró que la prevalencia de síntomas depresivos creció de manera lineal con la presencia de enfermedades crónicas, siendo que el 23,34% de los participantes con una enfermedad crónica y el 61,31% en individuos con tres o más presentaban síntomas. En este contexto, los autores

destacan que la insuficiencia cardíaca, enfermedad renal, reumatismo, accidente cerebrovascular, artritis y asma son evaluados como factores de riesgo para la incidencia de depresión, siendo especialmente el asma con mayor prevalencia.

Otro agravante es el dolor crónico. Ma (2021) revela que individuos que conviven con enfermedades crónicas y sufren de dolor presentan una mayor incidencia de síntomas depresivos. Así, el dolor intenso está correlacionado con una mayor probabilidad de desarrollar depresión, independientemente de las medidas que se tomen o no para aliviar el dolor. Además del aspecto del dolor, Ma (2021) y Silva et al. (2022) retratan que los determinantes sociales de la salud están intrínsecamente relacionados con el agravamiento de las enfermedades crónicas y su relación con la depresión en el envejecimiento.

Desde esta perspectiva, el género, nivel de escolaridad, edad, estado civil y urbanidad son aspectos que influyen en las condiciones de salud y enfermedad, especialmente en el envejecimiento. Destacan que los ancianos con baja escolaridad, solteros y residentes en zonas rurales demuestran una mayor presencia de hipertensión arterial sistémica y diabetes mellitus, lo que refleja en la forma de cuidado de su salud, sus necesidades y en la adherencia a tratamientos. También puede ser un reflejo de la precarización de la atención médica y la dificultad de acceso a los servicios de salud (Ma, 2021; Silva et al., 2022).

Sobre esto, los autores Alkaabi et al. (2022) demostraron en su estudio que el aumento de la edad, el género, el bajo nivel de escolaridad, tener enfermedades crónicas son factores agravantes en la depresión. Así, concluyen que ser mujer, tener enfermedad cardíaca, padecer de enfermedad renal crónica y una mayor duración en la enfermedad estadísticamente aumenta las posibilidades de desarrollar un trastorno depresivo.

Por lo tanto, los determinantes sociales de la salud, junto con el envejecimiento, propician una mayor vulnerabilidad en el anciano y, así, también el desarrollo de síntomas depresivos. A través de esto, se observa la necesidad de medidas educativas, de recopilación de datos y tratamiento, así como la promoción de hábitos saludables (alimentación de calidad y actividad física) y mejoras en la gestión de estas enfermedades en el ámbito de la salud pública, especialmente en poblaciones que están más expuestas a contextos de vulnerabilidad (Silva et al., 2022).

Por lo tanto, se destaca la interconexión y el impacto entre enfermedades crónicas y depresión en la población anciana, así como el riesgo predominante. A partir de esta premisa, corresponde a las autoridades públicas dirigir su atención hacia esta población vulnerable y elaborar medidas de prevención y tratamiento de esta problemática. De este modo, se busca reducir la incidencia y carga de enfermedades en los ancianos, promoviendo así una mejor calidad de vida (Zhou et al., 2023).

4. Beneficios del ejercicio físico para el control de la depresión en el adulto mayor

El principio de que todas las personas tienen el derecho a envejecer con dignidad e igualdad está en el núcleo del concepto de envejecimiento saludable: desarrollar y mantener la funcionalidad durante el envejecimiento para lograr independencia, participación, cuidado, autorrealización y dignidad (Figueira et al., 2021).

Envuelto en la incesante rueda de la vida, el ser humano no percibe la nulidad de sus proyectos, hasta que enfrenta la vejez, con la jubilación o con la caída de su capacidad funcional, desarrollando intimidad con la muerte, que lo acecha. La mayoría se convierte en un autómatas, repitiéndose y esclerotizándose en un torbellino de decadencia: la inactividad acarrea una apatía que aniquila todo deseo de actividad (Beauvoir et al., 1990).

El proceso de envejecimiento genera inactividad en diversos ámbitos, y las dificultades comunes al envejecimiento fisiológico pueden volverse patológicas, limitando al individuo debido a la falta de conocimiento sobre las alteraciones naturales del proceso, alejándolo de sus actividades habituales y cerrándose a nuevas actividades (Figueira et al., 2021).

La depresión, caracterizada por la presencia de un humor triste, vacío o irritable, acompañada de alteraciones somáticas y cognitivas que afectan significativamente la capacidad de funcionamiento de la persona anciana (American Psychiatric Association, 2013), es uno de sus trastornos psiquiátricos más comunes y un factor de riesgo de suicidio, alcanzando hasta el 24% de los suicidios totales cometidos por ellos (Jeong et al., 2020). Expectativas, preocupaciones y miedos pueden generar depresión, afectando la habilidad funcional (American Psychiatric Association, 2013), con un alto impacto en la vida del sujeto y de su familia, así como en los aspectos sociales, ocupacionales y otras áreas de funcionamiento (Jeong et al., 2020).

Practicar actividad física, incluso a intensidad leve, es suficiente como factor protector contra la depresión, independientemente de la frecuencia y la duración (Trajkov et al., 2018). El sedentarismo está asociado con niveles más altos de depresión en los ancianos, habiendo una fuerte correlación entre bajos niveles de actividad física y depresión (Oliveira et al., 2018). La actividad física regular proporciona innumerables beneficios en aspectos psicológicos, principalmente en el alivio de los síntomas de depresión (Santos et al., 2018). El compromiso en la actividad física ofrece una amplia variedad de beneficios para la salud, que contribuyen a un envejecimiento exitoso, con un elevado bienestar y efectos positivos en la salud física y mental (Latorre-Roman et al., 2020).

El envejecimiento saludable con actividad física es la solución para los principales desafíos que plantea el envejecimiento poblacional, e implica satisfacción con la

vida y salud, independencia emocional y física, y vitalidad, factores significativos para una vida independiente (Figueira et al., 2021).

5. Conclusión

En conclusión, la gestión de la depresión a través del ejercicio físico se revela como un enfoque eficaz y complementario en el contexto de las enfermedades crónicas y el envejecimiento. La práctica regular de actividades físicas no solo actúa como un antídoto para los síntomas depresivos, sino que también contribuye a la mejora de la salud general y del bienestar emocional. Al promover un estilo de vida activo, es posible reducir el estigma asociado con la depresión y alentar a las personas a adoptar una postura proactiva en relación con su salud mental y física.

Además, la inclusión del ejercicio físico en programas de rehabilitación y cuidados geriátricos puede fomentar una red de apoyo social, esencial para combatir el aislamiento que frecuentemente acompaña a la depresión. Invertir en iniciativas que incentiven la actividad física puede no solo transformar vidas, sino también crear una sociedad más consciente y solidaria en relación con la salud mental. Así, la promoción del ejercicio físico emerge como una herramienta valiosa en la lucha contra la depresión, especialmente entre aquellos que enfrentan los desafíos de las enfermedades crónicas y el envejecimiento.

6. Referencias bibliográficas

- Alkaabi, A. J., Alkous, A., Mahmoud, K., AlMansoori, A., Elbarazi, I., Suliman, A., Alam, Z., AlAwadi, F., & Al-Maskari, F. (2022). The prevalence and correlates of depression among patients with chronic diseases in the United Arab Emirates. *PloS one*, *17*(12), e0278818. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278818>
- American Psychiatric Association (2013). *DSM-5: Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. Virginia: American Psychiatric Association.
- Aragão, J. A., Neves, O. M. G., Aragão, I. C. S. A., Aragão, F. M. S. A., Lourenço, B. C., Porto, L. C., ... & Reis, F. P. (2023). Ocorrência de depressão e avaliação da capacidade funcional em pacientes com doenças vasculares internados em um serviço de cirurgia vascular. *Jornal Vascular Brasileiro*, *22*(1), e20230082. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202300821>
- Barbosa, M. M., Paúl, C., Yanguas, J., & Afonso, R. M. (2021). Cuidados centrados na pessoa idosa: aceções e aplicações práticas em estruturas residenciais. *Psicologia, Saúde & Doenças*, *22*(2), 674-687. <https://doi.org/10.15309/21psd220229>
- Beauvoir, S. D. (1990). *A velhice*. 2nd ed. Fronteira, N., editor. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Bonilla-Sierra, P., Vargas-Martínez, A. M., Davalos-Batallas, V., Leon-Larios, F., & Lomas-Campos, M. D. (2020). Chronic Diseases and Associated Factors among Older Adults in Loja, Ecuador. *International journal of environmental research and public health*, *17*(11), 4009. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114009>
- De Oliveira, L. D. S. C. B., Souza, E. C., Rodrigues, R. A. S., Fett, C. A., & Piva, A. B. (2019). The effects of physical activity on anxiety, depression, and quality of life in elderly people living in the community. *Trends in psychiatry and psychotherapy*, *41*(1), 36-42. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2017-0129>
- Domènech-Abella, J., Mundó, J., Haro, J. M., & Rubio-Valera, M. (2019). Anxiety, depression, loneliness and social network in the elderly: Longitudinal associations from The Irish Longitudinal Study on Ageing (TILDA). *Journal of affective disorders*, *246*, 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.12.043>
- Figueira, H. A., Vale, R. G. S., Figueira, A. A., Figueira, O. A., Figueira, J. A., & Dantas, E. H. M. (2014). Impact of Traditional Oriental Medicine and Physical Activity on Bone Mineral Density and Quality of Life of Elderly. *Indian Journal of Applied Research*, *4*(7), 31-35.

- Gomes, E. A. P., & Vasconcelos, F. G. (2021). Psicoterapia com Idosos: Percepção de Profissionais de Psicologia em um Ambulatório do SUS. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 41, e224368. <https://doi.org/10.1590/1982-3703003224368>
- Gonçalves, M. S., Rodrigues, Y. V., de Melo Carmanini, N., dos Santos, A. A., & Martins, T. D. O. (2024). Depressão em idosos: Fatores contribuintes e intervenções terapêuticas - uma revisão bibliográfica. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), e565383-e565383.
- Figueira, H. A., Figueira, O. A., Dantas, K. B. A., da Silva, R. C. L., de Souza Santos, C. A., Figueira, A. A., da Silva, C. E. L., Figueira, J. A. (2021). A Descriptive and Analytical Observation of the Influence of Physical Activity on the Depression of the Elderly for Healthy Aging. *Journal of Practical & Professional Nursing*; 5(2), 29. <https://doi.org/10.24966/PPN-5681/100029>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013). Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Brasília, DF: IBGE. Disponível em: <https://saudeamanha.fiocruz.br/wp-content/uploads/2017/03/Pesquisa-Nacional-de-Sau%CC%81de-2013-percepc%CC%A7a%CC%83o-do-estado-de-sau%CC%81de-estilos-de-vida-e-doenc%CC%A7as-cro%CC%82nicas.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.
- Jeong, H., Nam, B., Jo, S. J., Lee, W. C., & Yim, H. W. (2020). Clinical Usefulness of the Geriatric Depression Scale to Identify the Elderly at Risk of Suicide. *Psychiatry Investigation*, 17(5), 481-486. <https://doi.org/10.30773/pi.2019.0299>.
- Jiang, C. H., Zhu, F., & Qin, T. T. (2020). Relationships between Chronic Diseases and Depression among Middle-aged and Elderly People in China: A Prospective Study from CHARLS. *Current Medical Science*, 40(5), 858-870. <https://doi.org/10.1007/s11596-020-2270-5>
- Latorre-Román, P. Á., Carmona-Torres, J. M., Cobo-Cuenca, A. I., & Laredo-Aguilera, J. A. (2020). Physical Activity, Ability to Walk, Weight Status, and Multimorbidity Levels in Older Spanish People: The National Health Survey (2009-2017). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4333. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124333>
- Ma, Y., Xiang, Q., Yan, C., Liao, H., & Wang, J. (2021). Relationship between chronic diseases and depression: the mediating effect of pain. *BMC Psychiatry*, 21(1), 436. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03428-3>
- Martins, J. D. J., Schier, J., Erdmann, A. L., & Albuquerque, G. L. D. (2019). Políticas públicas de atenção à saúde do idoso: reflexão acerca da capacitação dos profissionais da saúde para o cuidado com o idoso. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 10(3), 371-382.
- Noa Pellier, B. Y., Coll Costa, J. L., Enchemendia del Vall, Alexander. La actividad física en el adulto mayor con enfermedades crónicas no transmisibles. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 2021, 16(1), 308-322.
- Santos, F. A. dos, Oliveira, D. V. de, Antunes, M. D., & Faria, T. G. (2018). Efeitos do exercício físico sobre o estresse percebido de idosos. *Revista Interdisciplinar De Promoção Da Saúde*, 1(2), 127-136. <https://doi.org/10.17058/riips.v1i2.12257>.
- Santos, C. S. D., Bessa, T. A., & Xavier, A. J. (2020). Factors associated with dementia in elderly. *Fatores associados à demência em idosos. Ciência & Saude Coletiva*, 25(2), 603-611. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.02042018>
- Santos, L., Gonçalves, A. K., Silva, R. D., & Gomes, E. Effects of Physical Exercise on Depression in Older Adults with Chronic Diseases. *Journal of Aging and Physical Activity*, 28(4), 2020, 654-662.
- Silva, D. S. M. da, Assumpção, D. de, Francisco, P. M. S. B., Yassuda, M. S., Neri, A. L., & Borim, F. S. A. (2022). Doenças crônicas não transmissíveis considerando determinantes sociodemográficos em coorte de idosos. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 25(5), 01-10. doi:10.1590/1981-22562022025.210204.pt
- Trajkov, M., Eminović, F., Radovanović, S., Dopsaj, M., Pavlović, D., & Kljajić, D. (2018). Quality of life and depression in elderly persons engaged in physical activities. *Vojnosanitetski Pregled*, 75(2), 177-184. <https://doi.org/10.2298/vsp160329336t>
- Zhou, P., Wang, S., Yan, Y., Lu, Q., Pei, J., Guo, W., Yang, X., & Li, Y. (2023). Association between chronic diseases and depression in the middle-aged and older adult Chinese population-a seven-year follow-up study based on CHARLS. *Frontiers in Public Health*, 11, 1176669. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1176669>

7. Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación de Apoyo a la Investigación e Innovación Tecnológica de Sergipe (FAPITEC-SE) por la contribución y financiación del estudio. Este estudio también fue financiado en parte por la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior – Brasil (CAPES) – Código Financiero 001.

Beneficios del ejercicio físico para la ansiedad y el estrés

Flávia Giovanetti Yázigi¹ - fyazigi@fmh.ulisboa.pt

¹Faculdade de Motricidade Humana. Universidade de Lisboa. CIPER.

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud, los trastornos de ansiedad son los trastornos mentales más comunes en el mundo y afectaron a 301 millones de personas en 2019 y se estima que el 4% de la población mundial sufre actualmente un trastorno de ansiedad. Para controlar el estrés de la vida diaria y la ansiedad, realizar actividad física y sobre todo practicar ejercicio físico de forma habitual es una de las recomendaciones para prevenir o actuar de forma no farmacológica. Curiosamente, aunque aún se necesitan más estudios de calidad y rigor metodológico, investigaciones científicas han demostrado que el ejercicio físico y algunas de sus especificidades actúan directamente sobre el sistema nervioso y sus neurotransmisores, contribuyendo a la mejora del estado de ánimo y al control de algunos síntomas relacionados con la ansiedad y el estrés. Además, existen indicadores de que la prescripción de ejercicio, así como los métodos y estrategias utilizados durante su realización, pueden ser decisivos para lograr efectos positivos en el control del estrés y la ansiedad. Se debe considerar la modalidad, tipología, lugar donde se realiza el ejercicio físico, el formato de la propuesta, la música elegida e incluso la calidad del liderazgo y el perfil del instructor. Este capítulo pretende llamar la atención sobre la importancia que el ejercicio físico y sus respectivas estrategias de intervención pueden tener en la prevención y control del estrés y la ansiedad. En este sentido, luego de una breve introducción, se presenta la fisiopatología, es decir, los mecanismos que explican los efectos del ejercicio sobre el estrés y la ansiedad y luego se presentan varios factores que deben ser considerados a la hora de actuar sobre el estrés y la ansiedad.

Palabras clave: Ansiedad, Bienestar, Ejercicio, Ejercicio acuático, Estrés

1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2023), los trastornos de ansiedad son los trastornos mentales más comunes en el mundo y afectaron a 301 millones de personas en 2019 y se estima que el 4% de la población mundial sufre actualmente un trastorno de ansiedad. Todo el mundo puede sentirse ansioso a veces, pero las personas con trastornos de ansiedad a menudo experimentan miedo y preocupación intensos y excesivos. Estos sentimientos suelen ir acompañados de tensión física y otros síntomas cognitivos y conductuales. Son difíciles de controlar, causan malestar significativo y pueden durar mucho tiempo si no se tratan. Los trastornos de ansiedad interfieren con las actividades diarias y pueden perjudicar la vida familiar, social y escolar o laboral de una persona.

Sin embargo, las personas en todo el mundo están viviendo más años y el ritmo del envejecimiento poblacional es mucho más rápido que en el pasado. Desafortunadamente, de la misma manera, los problemas de salud y sociales, incluida la salud mental se están volviendo cada vez más comunes, comprometiendo el bienestar general y la calidad de vida de las personas, incluyendo los adultos-mayores. El estrés propio del estilo de vida en las grandes ciudades y en la sociedad actual está directamente relacionado con los niveles de estrés y ansiedad, que también son un factor de riesgo para la instalación de la depresión, siendo problemas de salud mental prevalentes en personas de todas las edades (Joshi et al., 2023; Pedroso-Chaparro et al., 2023; Wu et al., 2022; Zhao et al., 2023).

Entre las recomendaciones de tratamiento no farmacológico, además de las diferentes técnicas terapéuticas, se ha estudiado y señalado que la actividad física en general, y más concretamente el ejercicio físico, tiene un papel preponderante en la prevención y control del estrés y la ansiedad.

2. Fisiopatología de la práctica de ejercicio físico sobre el estrés y la ansiedad

El ejercicio físico afecta a los neuromoduladores, citoquinas y neurotrofinas, incluyendo el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, por sus siglas en inglés), que apoya la salud y adaptabilidad de las neuronas. La actividad física regular también puede reducir la inflamación al equilibrar los niveles de citoquinas, apoyando aún más la salud mental. En general, esta combinación de cambios químicos, celulares y estructurales en el cerebro contribuye a los efectos sobre la salud mental del ejercicio y lo convierte en una herramienta accesible y eficaz para manejar los síntomas de estrés y ansiedad (Alizadeh Pahlavani, 2024)

Hallazgos recientes sugieren que el sistema serotoninérgico juega un papel clave en la mediación de los efectos del ejercicio físico sobre los trastornos del estado de ánimo y la ansiedad (Illesca-Matus et al., 2023). El ejercicio puede utilizarse para controlar el estrés y reducir la depresión afectando a los neurotransmisores al aumentar la dopamina, la acetilcolina, la serotonina y disminuir los mediadores inflamatorios como la IL-6 y la IL-1beta.

La serotonina, o 5-hidroxitriptamina (5-HT), es un neurotransmisor con roles fisiológicos esenciales en el cuerpo humano, ayudando a regular el comportamiento, el estado de ánimo, la memoria y la homeostasis gastrointestinal (Bamalan et al., 2024). Las terapias que actúan sobre la serotonina se consideran a menudo opciones de primera línea en el manejo farmacológico. Dado que el ejercicio es un enfoque no farmacológico, su potencial para influir en los niveles de serotonina lo posiciona como una herramienta terapéutica valiosa.

3. Beneficios de la práctica de ejercicio físico en el control del estrés y la ansiedad

En general, el ejercicio físico puede tener un impacto significativo en la reducción de los síntomas de la depresión leve a moderada, ayudando a disminuir la ansiedad, el estrés y la falta de motivación o autoestima. La actividad física influye en la química cerebral al aumentar la disponibilidad de neurotransmisores clave como la norepinefrina, la dopamina y la serotonina, que desempeñan un papel importante en la regulación del estado de ánimo. Además, los estudios han destacado la importancia del contexto en el que se realiza el ejercicio. Los factores contextuales influyen significativamente en la conexión entre las evaluaciones positivas del entorno, el disfrute del lugar de la actividad y la reducción del estrés fisiológico (Olafsdottir et al., 2017). El ejercicio en entornos naturales, llamado *green exercise*, ha demostrado promover la reducción del estrés y la recuperación de la fatiga mental (Calogiuri et al., 2015). Entre los cinco tipos diferentes de intervenciones de ejercicios para la mente y el cuerpo, el TaiChí se consideró un enfoque eficaz para mejorar la ansiedad y la depresión (Dong et al., 2024).

El ejercicio aeróbico, más allá de la prevención de enfermedades cardiovasculares, mejora las vías de la serotonina y la dopamina, lo que genera un efecto positivo en la salud mental; reduce la ansiedad, la depresión, el estado de ánimo negativo y mejora la calidad del sueño, la autoestima y la función cognitiva (Patel et al., 2017). Los ejercicios aeróbicos se pueden realizar en actividades individuales (natación, gimnasia, caminar, correr) o en clases grupales como aeróbic, step y aquagym. La mejora en la autoconfianza y la autoimagen que se obtienen con el ejercicio físico son uno de los mayores beneficios del entrenamiento. Además, el entrenamiento de resistencia reduce las proteínas C-reativas en la sangre, lo que conduce a efectos reductores de la ansiedad (Khodadad Kashi et al., 2023).

En cuanto al aquagym/ejercicio acuático, las propiedades hidrostáticas e hidrodinámicas mejoran el flujo sanguíneo. Este flujo sanguíneo mejorado puede aumentar el estado de ánimo y la función cognitiva, cruciales para el manejo de los síntomas de ansiedad y depresión. En términos de bienestar mental, aunque se necesitan estudios con muestras más grandes y de alta calidad, la investigación muestra que los ancianos que recibieron una intervención de ejercicio acuático tuvieron una reducción estadísticamente significativa en los síntomas de trastornos mentales, por lo que probablemente el ejercicio aeróbico acuático tiene un mejor efecto en el estado de ánimo y los síntomas de ansiedad (Tang et al., 2022). Las propiedades hidrostáticas e hidrodinámicas únicas del agua (Alberton et al., 2017; Barbosa et al., 2009; Escalante et al., 2010; Ivaniski-Mello et al., 2022) crean un entorno ideal para abordar la ansiedad y la depresión en sus practicantes.

4. Sugerencias prácticas de ejercicio físico para lo control del estrés y la ansiedad

Entre los síntomas de ansiedad y estrés, un trabajo individualizado o una clase de ejercicio en grupo, si está bien diseñada, puede actuar de diferentes maneras, teniendo efectos positivos sobre la calidad de vida, el miedo a caerse, las funciones cognitivas, el estado de ánimo, la ansiedad y el locus de control de la salud interna en personas mayores sedentarias que viven en la comunidad. Puede ser un gran recurso para llevar a cabo actividades físicas en esta población (Campos et al., 2021). Los siguientes puntos se refieren a los principales aspectos de una clase colectiva de ejercicio y sugerencias que pueden ayudar en la prevención y el control del estrés y los síntomas de ansiedad y depresión en los practicantes:

- **Interacción social:** Las clases grupales ofrecen una valiosa oportunidad para la interacción social, fomentando un sentido de comunidad y apoyo entre los participantes. La camaradería que se desarrolla en estas clases puede combatir los sentimientos de soledad y mejorar el bienestar general. Optar por estrategias como trabajar en parejas (incluso sin contacto físico), cambiar de pareja, trabajar en círculo, realizar ejercicios cara a cara o simplemente proporcionar algunos momentos de interacción.
- **Musicoterapia:** A veces el silencio puede ser beneficioso, pero la música, cuando se utiliza adecuadamente, incluso la música para ejercicios aeróbicos (Yeh et al., 2015), puede ser muy útil y efectiva en el control de los síntomas de ansiedad y depresión (Lin et al., 2022). La música puede usarse como una terapia simple, económica y efectiva para el estrés (Baste & Gadkari, 2014) y mejora la función cognitiva en personas mayores (Yeh et al., 2015). Pregunta a los usuarios qué tipo de música prefieren. Entendemos que puede no ser posible atender las preferencias de todos en la misma clase, pero es posible usar música según el gusto de cada usuario, al menos en la parte final de cada sesión. Utilizar música diversa y adecuada puede funcionar como musicoterapia, provocando emociones positivas durante la clase.
- **En aquagym,** el entrenamiento cardiorrespiratorio se puede realizar de manera coreografiada o no coreografiada. La coreografía, aunque sea simple, es crucial para estimular la función cognitiva y debe usarse. Sin embargo, cuando es necesario prestar más atención a la zona objetivo del entrenamiento aeróbico, es decir, la intensidad que se busca para un entrenamiento efectivo, el trabajo sin coreografía puede ser más eficaz. Cuando una persona mayor se enfoca en la coreografía, puede que no aplique suficiente fuerza en el agua para estimular un aumento en la frecuencia cardíaca y entrenar a la intensidad recomendada por el ACSM. Por otro lado, si incorporas momentos de mayor intensidad en la

coreografía, como ocho saltos consecutivos, sprints cortos o algunos patrones de movimiento con mayor aceleración o rebote, puedes garantizar un entrenamiento de intensidad leve a moderada, lo que también tiene efectos positivos sobre algunas variables, como la producción de dopamina. Encuentra un equilibrio entre los elementos coreografiados y no coreografiados, ya que cada uno tiene propósitos únicos y es importante. Recuerda la importancia de explorar tres niveles de intensidad de ejercicio (Khorvash et al., 2012) – leve, moderado y vigoroso, incluso para personas mayores. Utiliza la Escala de Borg u otra escala de autopercepción para asegurarte de que, particularmente en el segmento no coreografiado, entrenes dentro de la zona objetivo adecuada. En la parte no coreografiada, la simplicidad es clave; considera usar series breves con un solo patrón de ejercicio. Por ejemplo, realiza seis series de 30 segundos cada una haciendo el ejercicio “*Cross Country Ski*” con aceleración o “*Jogging*”. En este escenario, el instructor debe sugerir la intensidad de cada serie, como esquiar durante 30 segundos a una intensidad de 7-8 en una escala de 0 a 10.

- Entrenamiento de fuerza-resistencia: Piensa en los principales grupos musculares que es importante trabajar para la funcionalidad y autonomía. Crea series específicas para estos grupos, trabajando los músculos agonistas y antagonistas. Recuerda revisar las guías de prescripción de ejercicio antes de diseñar las series. No olvides que la potencia también es importante. En lo ejercicio acuático, explora el movimiento en ambas direcciones, con diferentes ritmos y presta atención al rango de movimiento, ya que los tiempos de la música no deben comprometerlo.
- Manejo del dolor crónico: El dolor mecánico tiene el potencial de inducir irritabilidad, insomnio, depresión (Pereira et al., 2013), así como alteraciones físicas y psicológicas que pueden provocar una disminución general de la funcionalidad, lo que lleva a la inactividad. Una cantidad significativa de personas que experimentan dolor crónico no alcanza los niveles recomendados de actividad física (Farr et al., 2008; Zhang et al., 2007), lo que agrava los síntomas depresivos, de ansiedad y de estrés.

El aquagym puede ayudar a controlar el dolor crónico. La presión hidrostática mejora la circulación periférica y actúa sobre los receptores del dolor, y cuando se combina con la relajación muscular que proporciona la flotabilidad, se promueve la reducción del dolor. Además, la temperatura del agua de la piscina, por encima de los 28°C, puede contribuir a la reducción del dolor. El agua permite realizar ejercicios de bajo impacto, como caminar o correr, con una reducción variable del peso corporal dependiendo del nivel de inmersión. Este efecto se debe a la flotabilidad, que reduce la carga mecánica sobre las articulaciones de las extremidades

inferiores, lo que es especialmente importante para las personas obesas. Los ejercicios que duran más de tres minutos de este tipo juegan un papel significativo en el control del dolor (Yázig et al., 2019). Evaluar y detectar el dolor crónico en los practicantes de ejercicio es crucial. Promueve la educación para el autocontrol del dolor y enseña estrategias de manejo. Incorpora calentamientos aeróbicos intercalados con movimientos de movilidad articular. Utiliza ejercicios de resistencia para estimular la producción de endorfinas, una sustancia analgésica. Ofrece opciones de ejercicios para que aquellos que experimentan dolor puedan adaptarse en consecuencia. Controlar el dolor es una forma de mitigar los factores de riesgo para la ansiedad y los síntomas depresivos.

- **Reducción del estrés mecánico:** En aquagym, debido a la acción de la flotabilidad, la inmersión en el agua promueve la relajación y reduce el estrés al disminuir el impacto de la gravedad en el cuerpo, lo que puede aliviar la tensión y generar una sensación de ingravidez. Esta sensación puede ser especialmente reconfortante para los usuarios que pueden experimentar dolor crónico o molestias al hacer ejercicio físico fuera del agua. En el caso de entrenar en un gimnasio o centro deportivo, puedes evitar agravar o exacerbar el dolor crónico optando por ejercicios de movilidad o utilizando equipos que no sobrecarguen la zona con dolor. Recuerda que el dolor compromete la capacidad de realizar ejercicio, lo que puede provocar sentimientos de fracaso, incapacidad y aumento de la irritabilidad y estrés.
- **Confianza y autoestima:** Alcanzar metas de acondicionamiento físico en un entorno de apoyo puede aumentar la autoestima y la confianza de una persona. A medida que los adultos mayores experimentan mejoras en su salud física y habilidades a través del ejercicio, también pueden experimentar un cambio positivo en su autopercepción, reduciendo los síntomas de ansiedad y depresión.
- **Conexión mente-cuerpo:** Aunque se sabe que el taichí es la actividad de cuerpo y mente más recomendada por las investigaciones científicas, sin embargo, animamos a los practicantes a elegir modalidades de ejercicio que se adapten a sus intereses para mejorar la adherencia (Dong et al., 2024). El ejercicio de taichí y qigong tiene un buen efecto preventivo y de mejora del insomnio, lo que puede aliviar la depresión y la ansiedad de los pacientes, mejorando simultáneamente varias funciones del cuerpo. Sin embargo, todavía es necesario incluir más estudios de alta calidad, multicéntricos y con muestras más grandes para verificar mejor los efectos del taichí (Yang et al., 2023). Como sugerencia, puedes introducir en tu programa pequeños ejercicios inspirados en el taichí u otras modalidades de cuerpo y mente.

Los programas de cuerpo-mente, técnicas de relajación en el ejercicio acuático, principalmente Ai Chi (Perez-De la Cruz & Lambeck, 2015), yoga, Pilates o Watsu, fomenta la atención plena, ya que los usuarios se concentran en sus movimientos y en la experiencia sensorial de estar en el agua. Esta conexión cuerpo-mente intensificada puede reducir la rumiación y ayudar a los usuarios a manejar sus estados emocionales de manera más efectiva. El Ai Chi en el agua tiene efectos positivos sobre algunos de los factores que influyen en el estado de ánimo y la calidad de vida de las personas con enfermedad de Parkinson (Perez-de la Cruz, 2019), Intenta incorporar algunas propuestas de Ai Chi, al menos en la parte final de tus clases, si la temperatura del agua es adecuada.

- **Ejercicio de bajo impacto:** Los adultos mayores a menudo enfrentan limitaciones físicas, como dolor en las articulaciones o movilidad reducida. El ejercicio acuático ofrece una opción de bajo impacto, suave para las articulaciones, al tiempo que permite un entrenamiento completo del cuerpo. Este bajo impacto es esencial para reducir las barreras físicas al ejercicio y hacerlo accesible para una amplia gama de personas.
- **Sonidos:** Según el estudio de Wooller et al. (2018), los entornos de ejercicio ambiental que incluyen sonidos de la naturaleza, visuales o ambos combinados deben considerarse tan importantes en el uso del ejercicio como actividad terapéutica o recuperación del estrés psicológico agudo.
- **Calidad del liderazgo y de las indicaciones:** La calidad del liderazgo y de las indicaciones es esencial para la motivación y la salud mental. Mejorar el liderazgo en la instrucción acuática se puede lograr implementando varios consejos. En primer lugar, dar la bienvenida a los usuarios antes de que entren al agua establece un tono positivo. Transmitir buen ánimo y ofrecer una recepción personalizada crea una conexión. Es crucial no subestimar a los usuarios y explorar múltiples canales de comunicación simultáneamente para mayor efectividad. Garantizar la calidad, claridad y precisión de la información es primordial. Ofrecer retroalimentación general e individual fomenta la mejora. Estimular la autonomía y la memoria, particularmente relacionada con la acetilcolina, mejora el aprendizaje. Crear un espacio para el diálogo fomenta la comunicación abierta. Proporcionar retroalimentación para el refuerzo y la motivación, asociada con la dopamina, es esencial. Explicar claramente cualquier orden de comando previa es importante, al igual que apagar la música cuando sea necesario para una mejor comunicación. Finalmente, crear empatía al comprender las limitaciones o el comportamiento de los usuarios contribuye a un liderazgo eficaz.

5. Conclusiones

Es fundamental reconocer que la actividad física y el ejercicio físico orientado en sus diversas formas, no solo en el agua, juega un papel crucial en el manejo del estrés y la ansiedad. Al planificar una clase de ejercicio, recuerda que cada persona tiene necesidades diversas. Establecer metas adecuadas y considerar estrategias tanto para prevenir como para controlar los síntomas de ansiedad y estrés es esencial. Además, el ejercicio supervisado ofrece un enfoque seguro y personalizado, maximizando los beneficios para cada individuo. En general, el ejercicio aeróbico y las técnicas de relajación son recomendadas. El ejercicio acuático se destaca como un enfoque eficaz y holístico para mitigar los síntomas de ansiedad y estrés en los adultos mayores y también el green exercise, que implica actividad física al aire libre, destaca por su capacidad para combinar los efectos positivos del ejercicio con el impacto restaurador de la naturaleza, contribuyendo significativamente al bienestar emocional. Relee este artículo con atención y observa si puedes incorporar algunos de estos consejos en tu trabajo.

6. Referencias bibliográficas

- Alberton, C. L., Pinto, S. S., Nunes, G. N., Rau, D. G. D. S., Finatto, P., Antunes, A. H., Tartaruga, M. P., Bergamin, M., Cadore, E. L., & Kruegel, L. F. M. (2017). Horizontal ground reaction forces to stationary running performed in the water and on dry land at different physiological intensities. *European journal of sport science*, 17(8), 1013–1020. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1337814>
- Alizadeh Pahlavani, H. (2024). Possible role of exercise therapy on depression: Effector neurotransmitters as key players. *Behavioural Brain Research*, 459, 114791. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114791>
- Bamalan, O. A., Moore, M. J., & Al Khalili, Y. (2023). *Physiology, Serotonin*. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Barbosa, T. M., Marinho, D. A., Reis, V. M., Silva, A. J., & Bragada, J. A. (2009). Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a qualitative review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 179–189. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149524>
- Baste, V. S., & Gadkari, J. V. (2014). Study of stress, self-esteem and depression in medical students and effect of music on perceived stress. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 58(3), 298–301.
- Calogiuri, G., Evensen, K., Weydahl, A., Andersson, K., Patil, G., Ihlebaek, C., & Raanaas, R. K. (2015). Green exercise as a workplace intervention to reduce job stress. Results from a pilot study. *Work*, 53(1), 99–111. <https://doi.org/10.3233/WOR-152219>
- Campos, D. M., Ferreira, D. L., Goncalves, G. H., Farche, A. C. S., de Oliveira, J. C., & Ansai, J. H. (2021). Effects of aquatic physical exercise on neuropsychological factors in older people: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 96, 104435. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2021.104435>
- Dong, Y., Zhang, X., Zhao, R., Cao, L., Kuang, X., & Yao, J. (2024). The effects of mind-body exercise on anxiety and depression in older adults: a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in psychiatry*, 15, 1305295. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1305295>
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., García-Hermoso, A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2010). Physical exercise and reduction of pain in adults with lower limb osteoarthritis: a systematic review. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 23(4), 175–186. <https://doi.org/10.3233/BMR-2010-0267>
- Farr, J. N., Going, S. B., Lohman, T. G., Rankin, L., Kasle, S., Cornett, M., & Cussler, E. (2008). Physical activity levels in patients with early knee osteoarthritis measured by accelerometry. *Arthritis and rheumatism*, 59(9), 1229–1236. <https://doi.org/10.1002/art.24007>
- Illesca-Matus, R., Ardiles, N. M., Munoz, F., & Moya, P. R. (2023). Implications of Physical Exercise on Episodic Memory and Anxiety: The Role of the Serotonergic System. *International journal of molecular sciences*, 24(14), 11372. <https://doi.org/10.3390/ijms241411372>

- Ivaniski-Mello, A., Zimmermann Casal, M., Costa, R. R., Alberton, C. L., Martinez, F. G., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2023). Quantifying physiological and biomechanical responses of shallow water walking: a systematic review and meta-analysis. *Research in sports medicine (Print)*, 31(5), 604–618. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.2020786>
- Joshi, K., Cambron-Mellott, M. J., Costantino, H., Pfau, A., & Jha, M. K. (2023). The real-world burden of adults with major depressive disorder with moderate or severe insomnia symptoms in the United States. *Journal of affective disorders*, 323, 698-706. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.12.005>
- Khodadad Kashi, S., Mirzazadeh, Z. S., & Saatchian, V. (2023). A Systematic Review and Meta-Analysis of Resistance Training on Quality of Life, Depression, Muscle Strength, and Functional Exercise Capacity in Older Adults Aged 60 Years or More. *Biological research for nursing*, 25(1), 88-106. <https://doi.org/10.1177/10998004221120945>
- Khorvash, M., Askari, A., Rafiemanzelat, F., Botshekan, M., & Khorvash, F. (2012). An investigation on the effect of strength and endurance training on depression, anxiety, and C-reactive protein's inflammatory biomarker changes. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 17(11), 1072-1076. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23833584>
- Lin, P. C., Lay, Y. L., Chiu, H. L., Chen, I. H., & Peters, K. (2022). Effectiveness of a musical fitness programme for older adults with cognitive impairment in long-term care facilities: A quasi-experimental study. *Journal of clinical nursing*, 31(7-8), 995-1004. <https://doi.org/10.1111/jocn.15956>
- Olafsdottir, G., Cloke, P., & Vogeles, C. (2017). Place, green exercise and stress: An exploration of lived experience and restorative effects. *Health Place*, 46, 358-365. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.02.006>
- Patel, H., Alkhwam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World journal of cardiology*, 9(2), 134-138. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>
- Pedroso-Chaparro, M. D. S., Cabrera, I., Márquez-González, M., Ribeiro, Ó., & Losada-Baltar, A. (2023). Comorbid Depressive and Anxiety Symptomatology in Older Adults: The Role of Aging Self-Stereotypes, Loneliness, and Feelings of Guilt Associated with Self-Perception as a Burden. *The Spanish journal of psychology*, 26, e26. <https://doi.org/10.1017/SJP.2023.26>
- Pereira, D., Severo, M., Barros, H., Branco, J., Santos, R. A., & Ramos, E. (2013). The effect of depressive symptoms on the association between radiographic osteoarthritis and knee pain: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 14, 214. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-214>
- Pérez-de la Cruz S. (2019). Mental health in Parkinson's disease after receiving aquatic therapy: a clinical trial. *Acta neurologica Belgica*, 119(2), 193–200. <https://doi.org/10.1007/s13760-018-1034-5>
- Perez-De la Cruz, S., & Lambeck, J. (2015). Efectos de un programa de Ai Chi acuatico en pacientes con fibromialgia. Estudio piloto [Effects of a programme of aquatic Ai Chi exercise in patients with fibromyalgia. A pilot study]. *Revista de neurología*, 60(2), 59–65.
- Tang, Z., Wang, Y., Liu, J., & Liu, Y. (2022). Effects of aquatic exercise on mood and anxiety symptoms: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychiatry*, 13, 1051551. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1051551>
- Wooler, J. J., Rogerson, M., Barton, J., Micklewright, D., & Gladwell, V. (2018). Can Simulated Green Exercise Improve Recovery From Acute Mental Stress? *Front in Psychology*, 9, 2167. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02167>
- World Health Organization, W. (2023). Anxiety Disorders. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders>
- Wu, Y., Jin, S., Guo, J., Zhu, Y., Chen, L., & Huang, Y. (2022). The Economic Burden Associated with Depressive Symptoms among Middle-Aged and Elderly People with Chronic Diseases in China. *International journal of environmental research and public health*, 19(19), 12958. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912958>
- Yang, M., Yang, J., Gong, M., Luo, R., Lin, Q., & Wang, B. (2023). Effects of Tai Chi on Sleep Quality as Well as Depression and Anxiety in Insomnia Patients: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 20(4), 3074. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043074>
- Yázig, F., Veiga, D., Marcos-Pardo, P., & Espanha, M. (2019). Responsiveness of pain and symptom's items of knee injury and osteoarthritis outcome score (koos) to the aquatic exercise. *Revista de investigación en actividades acuáticas: monográfico especial de actividades acuáticas y salud*, 3(5), 24-28.

- Yeh, S. H., Lin, L. W., Chuang, Y. K., Liu, C. L., Tsai, L. J., Tsuei, F. S., Lee, M. T., Hsiao, C. Y., & Yang, K. D. (2015). Effects of music aerobic exercise on depression and brain-derived neurotrophic factor levels in community dwelling women. *BioMed research international*, 2015, 135893. <https://doi.org/10.1155/2015/135893>
- Zhang, W., Moskowitz, R. W., Nuki, G., Abramson, S., Altman, R. D., Arden, N., Bierma-Zeinstra, S., Brandt, K. D., Croft, P., Doherty, M., Dougados, M., Hochberg, M., Hunter, D. J., Kwoh, K., Lohmander, L. S., & Tugwell, P. (2007). OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence. *Osteoarthritis and cartilage*, 15(9), 981–1000. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2007.06.014>
- Zhao, H., Li, L., Zhang, X., Shi, J., Lai, W., Wang, W., Guo, L., Gong, J., & Lu, C. (2024). Global, regional, and national burden of depressive disorders among young people aged 10-24 years, 2010-2019. *Journal of psychiatric research*, 170, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.11.047>

Bloque 2. - Enfermedades neurológicas

Ejercicio físico en la enfermedad de Alzheimer y otras demencias

Maria Giné-Garriga¹ - mariagg@blanquerna.url.edu
Susana Pérez Testor¹- susanapt@blanquerna.url.edu
Ainhoa Nieto Guisado¹- ainhoang@blanquerna.url.edu

¹Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte Blanquerna, Universitat Ramon Llull

Resumen

El envejecimiento implica la pérdida progresiva de la capacidad para mantener la homeostasis ante el estrés fisiológico, lo cual afecta a los distintos sistemas del organismo y eleva la vulnerabilidad. Las teorías del envejecimiento se dividen en causas extrínsecas, como el daño celular por radicales libres y radiación, e intrínsecas, relacionadas con la genética. Con el tiempo, el acortamiento de los telómeros, daño en el ADN y estrés oxidativo contribuyen al deterioro celular y funcional en los órganos, incluidos los del sistema nervioso central (SNC). Este último muestra una disminución en el volumen cerebral y una pérdida de neurotransmisores como la dopamina, afectando capacidades cognitivas y aumentando la incidencia de demencias.

Los cambios en la capacidad cognitiva asociados al envejecimiento se correlacionan con múltiples cambios morfológicos y funcionales en el sistema nervioso central. Los trastornos neurodegenerativos y, en concreto, las demencias, se han convertido en un problema importante de salud, ya que su prevalencia en los países desarrollados ha ido aumentando progresivamente en los últimos años.

La enfermedad de Alzheimer (EA), la forma de demencia más común, presenta síntomas de pérdida de memoria y deterioro neurocognitivo progresivo. Los factores de riesgo incluyen la edad, genética y condiciones modificables como el estilo de vida. La progresión de la EA se diagnostica y mide con criterios como los de la NIA-AA, y escalas como la Global Deterioration Scale (GDS), que clasifica en siete etapas el avance del deterioro cognitivo.

La OMS recomienda al menos 150 minutos semanales de actividad física. Programas de ejercicio adaptado para personas con EA y demencias combinan actividades aeróbicas, de fuerza, equilibrio y flexibilidad. Este enfoque multicomponente no solo promueve el bienestar físico, sino también el mental y social, siendo una estrategia accesible y beneficiosa para mejorar la calidad de vida en esta población.

Palabras clave: Alzheimer; Bienestar, Demencia; Ejercicio físico; Envejecimiento.

1. Introducción

El envejecimiento se puede definir como la imposibilidad de mantener la homeostasis en condiciones de estrés fisiológico. Los cambios fisiológicos debidos al envejecimiento se consideran normales cuando no ocurren como resultado de estados patológicos. Estos cambios fisiológicos normales pueden afectar las reservas de una persona mayor en momentos de estrés y enfermedad. Todos los sistemas de nuestro organismo experimentan un envejecimiento fisiológico, aunque el declive relacionado con la edad varía de una persona a otra. Un organismo manifiesta envejecimiento cuando decrece su vitalidad y cuando,

proporcionalmente, aumenta su vulnerabilidad. Existen múltiples teorías sobre el envejecimiento, la mayoría controvertidas y en gran parte no probadas. En general, las teorías del envejecimiento se pueden dividir en causas extrínsecas (estocásticas) o intrínsecas (desarrollo genético). Las teorías estocásticas apuntan a un daño celular acumulativo a causa de radicales libres y radiación, errores en la síntesis de proteínas, y entrecruzamiento de proteínas (Diggs, 2007; Harman, 1956). Las teorías del desarrollo genético parten de la hipótesis que existe un control genético intrínseco y preprogramado del envejecimiento celular (Finch & Ruvkun, 2001).

La biología del envejecimiento se refiere a la acumulación progresiva de defectos moleculares aleatorios que se acumulan en tejidos y células, que eventualmente resultan en un deterioro funcional de tejidos y órganos relacionado con la edad. Los factores genéticos representan alrededor del 25% de la variación en la esperanza de vida humana, y los factores nutricionales y ambientales determinan el resto. En el pasado se observó que el envejecimiento está a menudo asociado al acortamiento excesivo de las extremidades del ADN, los llamados telómeros. Los telómeros se acortan a cada replicación sucesiva y, en un determinado momento, se vuelven demasiado cortos. El fenómeno del telómero demasiado corto está vinculado, por tanto, al fenómeno del envejecimiento. Con una serie de experimentos llevados a cabo sobre células humanas, se descubrió que cuando los telómeros son demasiado cortos, o bien están dañados, se activa un sistema de emergencia específico, correspondiente a la ruptura irreversible del ADN, el ciclo se detiene y la célula entra en la fase de envejecimiento. El envejecimiento se expresa en todos los órganos de forma diferente, según sus funciones y con distinta aceleración. El envejecimiento se asocia con el acortamiento de los telómeros, ADN mitocondrial y peroxidación de lípidos, que da como resultado una reducción de la producción de energía celular, lo que eventualmente causa la muerte celular (Navaratna Rajah & Jackson, 2017). La velocidad a la que se produce el daño es variable, y el medio ambiente y el estilo de vida tienen un papel fundamental en el daño oxidativo en el cuerpo que envejece. Las vías de señalización de la insulina y la inflamación crónica son aspectos importantes porque impulsan la producción de especies reactivas de oxígeno (Masoro, 2017; Navaratna Rajah & Jackson, 2017).

A continuación, nos centraremos en algunos de los cambios fisiológicos en el sistema nervioso central. Los cambios en la capacidad cognitiva asociados al envejecimiento, se correlacionan con múltiples cambios morfológicos y funcionales en el sistema nervioso central y son de gran relevancia biomédica puesto que pueden ser importantes determinantes de discapacidad (Oschwald et al., 2019). La masa del cerebro humano disminuye progresivamente con la edad, a una tasa de aproximadamente un 5% de su peso por década desde los 40 años de vida (Mattson & Arumugam, 2018). El contenido intracraneano se mantiene estable porque la disminución de masa cerebral se asocia a un aumento progresivo del

volumen de líquido cefalorraquídeo. Las células del sistema nervioso central, al igual que otras células del organismo, presentan cambios en sus componentes en relación al envejecimiento, tales como aumento del estrés oxidativo, acumulación de daño en proteínas, lípidos y ácidos nucleicos (Mattson & Arumugam, 2018). La disfunción mitocondrial parece jugar un rol muy importante en el envejecimiento cerebral, puesto que participa en la generación de especies reactivas del oxígeno y nitrógeno, implicadas en el daño celular (Grimm & Eckert, 2017).

La dopamina, uno de los neurotransmisores más estudiado en relación al envejecimiento, muestra una disminución de sus niveles totales en el sistema nervioso central, especialmente en la parte compacta de la sustancia negra (Mattson & Arumugam, 2018). Además, el número de receptores de dopamina se reduce. De manera similar a los cambios en número de neuronas y dendritas, los cambios en la función cognitiva asociados a la edad no son uniformes, siendo la memoria y la atención las esferas cognitivas más afectadas. Se describe un enlentecimiento generalizado en el procesamiento de la información y una disminución en la capacidad de cambiar o alternar el foco de atención (Oschwald et al., 2019).

Los trastornos neurodegenerativos y, en concreto, las demencias, se han convertido en un problema importante de salud, ya que su prevalencia en los países desarrollados ha ido aumentando progresivamente en los últimos años. En el mundo existen aproximadamente 55 millones de personas que padecen demencia, registrándose cerca de 10 millones de casos nuevos cada año; el 60-70% de estos casos lo constituyen pacientes con enfermedad de Alzheimer (EA) (Organización Mundial de la Salud, 2023). La edad constituye el principal factor de riesgo para la EA al aumentar su incidencia con el paso de los años (Hashimoto et al., 2016), tiene más peso incluso que la portación del alelo apolipoproteína E4 (APOE4) y que la historia familiar (Okonkwo et al., 2014). Debido al envejecimiento de la población, la prevalencia de esta enfermedad se enfrenta a un crecimiento exponencial (Yu et al., 2014), y se prevé que el número total de personas con demencia aumente de 82 millones en 2030 a 152 millones en 2050, considerándose la EA por su carácter irreversible (Boyle et al., 2015) un problema social y de gran impacto en los sistemas sanitarios de todo el mundo (Li et al., 2016; Organización Mundial de la Salud, 2018b). Al no existir un tratamiento curativo (Erickson et al., 2012), numerosos estudios han considerado el ejercicio físico como una herramienta alternativa, no farmacológica, beneficiosa en la prevención y evolución de la EA (Raji et al., 2016).

Por lo general, la demencia se diagnostica a una edad avanzada, pero los cambios cerebrales asociados a ella habitualmente comienzan a desarrollarse años antes de que aparezcan los síntomas. Es por este motivo que es necesario abordar la prevención de una forma amplia que refleje los factores de riesgo (Livingston et al., 2017).

Aunque la evidencia científica sobre los beneficios de la actividad física y el ejercicio en la preservación de las funciones cognitivas en la población general, deterioro cognitivo leve o demencia no es concluyente, una reciente guía internacional colaborativa elaborada por sociedades científicas y profesionales con experiencia clínica recomendó su implementación basándose en los efectos beneficiosos sobre casi todas las facetas de la salud (Veronese et al., 2023).

2. Fisiopatología de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias

2.1. Tipos de demencia y etiopatogenia

En función del predominio topográfico de la histopatología cerebral se diferencian tres tipos principales de demencia: cortical, subcortical y global.

Las demencias corticales se caracterizan predominantemente por un deterioro de las funciones que dependen del procesamiento neocortical asociativo. Los síntomas que se manifiestan están en relación con las áreas cerebrales afectadas, entre ellas la corteza sensorial (inatención, agnosias, alucinaciones), la corteza motora superior (apraxias), la corteza lingüística (afasias), la corteza entorrino-hipocámpica (amnesias) o bien en la corteza frontal y prefrontal (alteraciones del comportamiento). Dentro de este grupo destacamos la enfermedad de Alzheimer, de predominio cortical temporo-parietal y las demencias frontotemporales de predominio cortical temporofrontal (Pascual Millán, 2010).

La demencia subcortical designa el deterioro cognitivo que aparece en las enfermedades de las regiones subcorticales, ya sea por una alteración de los núcleos grises (estriado, tálamo, cerebelo...) como de la sustancia blanca subcortical. Los síntomas más característicos incluyen la bradipsiquia, la apatía, las alteraciones frontales y los trastornos motores. Típicamente no encontramos signos corticales como la afasia, la apraxia o la agnosia. Las alteraciones mnésicas aparecen de forma más tardía y nunca son tan intensas como en el caso de las demencias corticales. Las enfermedades que causan más comúnmente demencia subcortical son la enfermedad de Huntington y el Parkinson (Pascual Millán, 2010).

El término demencia global hace referencia a la presencia de alteraciones corticales y subcorticales de forma generalizada e intensa (Pascual Millán, 2010).

Otra forma para caracterizar las demencias es en función de su etiopatogenia. Los distintos subtipos de demencia se definen en base a múltiples síntomas y signos predominantemente clínicos. Actualmente se aceptan diferentes posibles causas y enfermedades que podrían ser el origen de una demencia, entre ellas las demencias primarias, las secundarias y las demencias combinadas o de etiología múltiple. Las demencias primarias o degenerativas se producen por la hipofunción o pérdida de sinapsis y neuronas debido a alteraciones intrínsecas del metabolismo neuronal. En la mayoría de estas demencias se detecta al menos una proteína

alterada que es el mecanismo fisiopatológico clave por la necrosis neuronal. Las demencias secundarias también experimentan una disfunción o pérdida neuronal, pero por causas externas al metabolismo (trastornos vasculares, lesiones traumáticas o expansivas, infecciones...). Las demencias combinadas o de etiología múltiple se caracterizan por tener más de una causa suficiente para originar el síndrome. El caso más común es la demencia mixta donde se encuentran lesiones tipo Alzheimer y lesiones vasculares insuficientes para causar una demencia por sí sola, pero que al producirse de forma conjunta origina la demencia (Pascual Millán, 2010).

Las formas más comunes de demencia son la enfermedad de Alzheimer (EA), la demencia vascular, la demencia por Cuerpos de Lewy y la demencia frontotemporal. La EA es el tipo de demencia degenerativa primaria más frecuente, representando aproximadamente entre un 50 y un 70% de todas ellas (Mahalingam & Chen, 2019). La demencia vascular es la segunda forma más frecuente, correspondiente hasta un 27% del total, seguida de la demencia por cuerpos de Lewy y la frontotemporal (Barragán Martínez, García Soldevilla, Parra Santiago, & Tejeiro Martínez, 2019; Wolters & Ikram, 2019).

2.2. Concepto y criterios diagnósticos

En su inicio, la enfermedad de Alzheimer se manifiesta con alteraciones de la memoria a corto plazo y de la memoria semántica, con clara afectación de la capacidad de denominar. También pueden objetivarse dificultades en el aprendizaje de nueva información. La afectación de la memoria es el síntoma cardinal de la EA, es el primero en aparecer y lo que acontece el principal motivo de consulta de pacientes y familiares. La enfermedad de Alzheimer cursa como una amnesia anterógrada, con incapacidad para recordar nueva información. A medida que va avanzando la enfermedad se constata un deterioro neurocognitivo progresivo e irreversible caracterizado por un síndrome afaso-apraxo-agnósico con alteración de la memoria declarativa y de las funciones ejecutivas, con dificultades atencionales e inadecuación social. Durante la evolución de la EA la persona no suele ser consciente de la enfermedad que padece (Barragán Martínez et al., 2019).

Los primeros criterios clínicos para la enfermedad de Alzheimer los establecieron en 1984 la National Institute of Neurological and Communicative Disorders and the Alzheimer's Disease and Related Disorders Association (NINCDS-ADRA). Definieron la presencia de un deterioro neurocognitivo progresivo que se constataba en al menos dos dominios cognitivos específicos (memoria, lenguaje, praxis o gnosia) que se objetivaba a través de un examen clínico neurológico, pruebas de cribado cognitivo y una exploración neuropsicológica.

Tal y como hacen referencia otros autores, estos criterios clínicos, sin embargo, no dan importancia a los trastornos psicopatológicos y conductuales que se ha

demostrado que suceden en esta enfermedad, así como de los nuevos avances clínicos y neuropatológicos que han hecho posible mejorar los criterios diagnósticos de la EA gracias a los biomarcadores.

El equipo de McKhann, en 2011, conjuntamente con el National Institute on Aging y la Alzheimer's Association (NIA-AA), reformularon los criterios de 1984 de la NINCDS-ARDRA. Hicieron una aproximación más clínica y dieron mayor importancia a la exploración neuropsicológica, psicopatológica y funcional. Los criterios de la NIA-AA permiten realizar un diagnóstico de la EA a cualquier edad, contemplan la presencia de síntomas neurocognitivos y neuroconductuales, sin considerar imprescindible una alteración de la memoria. Además, reconocen que la enfermedad de Alzheimer se inicia antes que la demencia y contemplan el DCL como un paso previo a la EA. Según la NIAAA, el cuadro tiene un inicio insidioso con una historia de empeoramiento neuropsicológico progresivo. El déficit inicial podría ser un patrón amnésico acompañado de al menos otro dominio cognitivo o bien no amnésico. Estos criterios también añaden la clasificación de la enfermedad de Alzheimer como probable, posible o probada (McKhann et al., 2011).

2.3. Escala de Deterioro Global (GDS)

La escala de deterioro global (Global Deterioration Scale, GDS) de Reisberg (Reisberg, et al, 1982) es una herramienta utilizada para evaluar el progreso de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias, para proporcionar una guía clara del progreso de la enfermedad y ayudar a los profesionales de la salud a determinar la mejor atención para cada fase dividiendo el deterioro cognitivo en siete etapas:

- Etapa 1 - Sin deterioro cognitivo: No hay problemas de memoria o síntomas de demencia.
- Etapa 2 - Deterioro cognitivo muy leve: Pérdida de memoria mínima, como olvidar nombres familiares o ubicaciones de objetos. A menudo se asocia con el envejecimiento, y los síntomas son generalmente imperceptibles para otros.
- Etapa 3 - Deterioro cognitivo leve: Dificultades leves en el desempeño de tareas complejas, pérdida de objetos y menor capacidad de concentración. Esta etapa puede empezar a ser perceptible para familiares y amigos cercanos y puede ser un indicio temprano de demencia.
- Etapa 4 - Deterioro cognitivo moderado: La persona comienza a mostrar mayor dificultad para realizar tareas cotidianas, como manejar sus finanzas o planificar actividades. La capacidad de recordar eventos recientes y detalles personales se ve afectada, y puede evitar situaciones sociales debido a la confusión.

- Etapa 5 - Deterioro cognitivo moderadamente severo: Requiere ayuda con las actividades cotidianas y muestra olvidos frecuentes de detalles importantes, como su dirección o el año en curso. Su capacidad para tomar decisiones es limitada, pero aún conserva cierta autonomía en actividades básicas.
- Etapa 6 - Deterioro cognitivo severo: Necesita ayuda constante para vestirse, bañarse y realizar otras actividades básicas de la vida diaria. La persona puede experimentar cambios de personalidad, como ansiedad, agitación, y pueden tener dificultades para reconocer a familiares cercanos.
- Etapa 7 - Deterioro cognitivo muy severo: Fase avanzada de la enfermedad donde la persona pierde la capacidad de comunicarse verbalmente y necesita ayuda total en todas las actividades diarias. Es posible que ya no reconozca a sus seres queridos y que tenga dificultades para deglutir y moverse.

Esta escala es útil tanto para profesionales como para familiares, ya que proporciona un marco para comprender el avance de la enfermedad y adaptar la atención de acuerdo con las necesidades cambiantes de la persona afectada.

2.4. Prevalencia de la enfermedad de Alzheimer

Numerosos estudios han analizado la prevalencia de la EA. A nivel europeo, tal y como recoge Garre-Olmo (2018), encontramos una prevalencia entre el 3 y el 5%, siendo más frecuente en las mujeres. En España, las estimaciones sobre la prevalencia de la demencia son del 5,2-5,6%, siendo de éstas entre un 54 y un 70% EA.

Existen muchos estudios de prevalencia sobre la EA que, a pesar de utilizar los mismos criterios diagnósticos, las tasas presentan grandes variaciones. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos señalan un incremento exponencial de la prevalencia vinculada en la edad, que se dobla cada 4,5 años a partir de los 65 años. En España un análisis sobre diferentes estudios epidemiológicos determina que la prevalencia se va incrementando con la edad y por el género, siendo significativamente mayor en las mujeres (de Pedro-Cuesta et al., 2009).

2.5. Patogenia de la enfermedad de Alzheimer

La patogénesis de la EA se considera multifactorial, combinando la edad, los factores genéticos, el estilo de vida y la comorbilidad. Por tanto, entre los factores de riesgo implicados en el desarrollo de la EA encontramos a los no modificables y los modificables.

Entre los primeros destacan la edad, que es el principal factor de riesgo para desarrollar la EA, ya que por encima de los 65 años se incrementa el riesgo, aunque

muchos años antes ya haya comenzado el proceso de neurodegeneración. Uno de los moduladores de estos factores es la reserva cognitiva que ayuda a retrasar el momento en que el paciente se encuentra sintomático. Otro factor de riesgo no modificable es la genética, con la presencia del alelo $\epsilon 4$ del Apo ϵ que se ha relacionado con la EA heredada y esporádica, aumentando el riesgo por su relación con la producción y agregación del péptido βA (Nikolac Perkovic & Pivac, 2019).

En comparación con los anteriores, encontramos más factores de riesgo modificables, entre ellos destacamos nivel educativo (Mercado, 2019), factores de riesgo cardiovascular, hábitos tóxicos (Wahl et al., 2019), estrés (Johansson et al., 2013), y problemas de salud mental (Gallagher, Kiss, Lancotot, & Herrmann, 2018). Dentro de los factores de riesgo cardiovascular encontramos la hipertensión arterial (Sacuiu, 2016), la obesidad (Sacuiu, 2016), niveles elevados de colesterol (Sacuiu, 2016), y diabetes mellitus de tipo 2 (Livingston et al., 2020).

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad de Alzheimer

3.1. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud

A finales de 2020 se publicaron las directrices mundiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre actividad física y comportamiento sedentario (Bull et al., 2020), donde se recomienda:

- Realizar 150/300 minutos de actividad física moderada o 75/150 minutos de actividad física vigorosa, más 2 días de trabajo de fuerza.
- Para mayores de 65 años se recomienda realizar 3 días o más por semana de ejercicio multicomponente incluyendo trabajo de fuerza, de equilibrio y capacidad aeróbica.

Es importante destacar que, además de la orientación específica sobre la frecuencia, intensidad, volumen, tiempo y tipo de actividad física necesaria para conferir beneficios sustanciales para la salud, las nuevas directrices de 2020 enfatizan que cualquier cantidad de actividad física es mejor que nada, incluso cuando no se cumplen los umbrales recomendados. Este es un mensaje muy positivo y un avance con respecto a las pautas anteriores que requerían realizar cualquier actividad física en episodios continuos de al menos 10 minutos para mejorar la salud, ya que muchas personas mayores no alcanzan los niveles mínimos de actividad física deseables.

La última guía de la OMS para personas mayores incluye recomendaciones importantes para los adultos mayores. En particular, se recomienda que todos los adultos mayores realicen ejercicios multicomponentes que mejoren su equilibrio y fuerza, a una intensidad moderada o vigorosa (o combinación de ambas), tres o más días a la semana. El objetivo es mejorar su capacidad funcional y prevenir caídas. Esta recomendación es nueva en comparación con la guía anterior, ya que

anteriormente solo se recomendaba para personas con movilidad reducida (Bull et al., 2020). Estas sesiones deben sumarse a los 30 minutos al menos 5 días a la semana de actividad física aeróbica.

Además, se aconseja limitar el tiempo sedentario en todas las edades, pero específicamente en las personas mayores ya que son el colectivo de personas con un mayor porcentaje de tiempo en comportamiento sedentario (Dogra et al., 2017; Giné-Garriga et al., 2020; Sparling et al., 2015). Las nuevas directrices reflejan la creciente evidencia de los beneficios de reemplazar el tiempo sentado con una actividad de cualquier intensidad.

El ejercicio y la actividad física a menudo se pasan por alto como opciones de tratamiento terapéutico y su prescripción puede incluso resultar un desafío, ya que muchas personas buscan una *“solución fácil”* y que no les requiera un esfuerzo complementario. Cuando se utiliza adecuadamente, el ejercicio puede ser uno de los tratamientos más eficaces a largo plazo para muchas afecciones (Pedersen & Saltin, 2015). Incluso las recomendaciones de *“un poco más es bueno, más es mejor”* presentan respaldo, ya que los incrementos pequeños y bien espaciados reducen la incidencia de eventos adversos y mejorarán la adherencia (Powell et al., 2011).

La progresión adecuada del ejercicio es esencial para evitar lesiones. El cuerpo necesita tiempo para adaptarse a los cambios o efectos agudos generados por el ejercicio. Sin embargo, si la progresión es demasiado rápida, el riesgo de lesión aumenta (Izquierdo et al., 2021). Además, las personas mayores frágiles deben ser conscientes de cómo reconocer la diferencia entre los signos de estrés debido al ejercicio, como el aumento de la frecuencia cardíaca y el dolor muscular, y los síntomas de sobreesfuerzo o lesión (Pedersen & Saltin, 2015). Es importante informarles que los síntomas como el dolor muscular o la fatiga generalmente mejoran después de los primeros días de comenzar un programa de ejercicio terapéutico (Izquierdo et al., 2021; Pedersen & Saltin, 2015).

El American College of Sports Medicine (ACSM) usa caminar a 4,8 km/h (3-4 mph) como un ejemplo de ejercicio de intensidad moderada (American College of Sports Medicine, 2020). Sin embargo, la intensidad de cada actividad dependerá de la persona. Por ejemplo, para las personas que presentan una baja condición física, con obesidad mórbida o alguna dificultad física, caminar a 4,8 km/h en realidad puede ser un ejercicio vigoroso. A estas personas se les puede enseñar a usar herramientas como el control de la frecuencia cardíaca o los índices de esfuerzo percibido de Borg para monitorear su actividad. También se les puede enseñar cómo aumentar lentamente la actividad, comenzando con la duración, la frecuencia o la intensidad, omitiendo un aumento de estas tres variables a la vez.

3.2. Beneficios de la actividad física

Se ha demostrado que el ejercicio tiene efectos beneficiosos sobre la función cardiovascular y respiratoria, disminuye la morbilidad y la mortalidad, disminuye la ansiedad y la depresión (Bennell & Hinman, 2011), reduce el dolor (Fransen et al., 2015), mejora la función cognitiva, mejora la función física y la vida independiente en personas mayores, mejora la sensación de bienestar, reduce el riesgo de caídas, previene o mitiga las limitaciones funcionales, mejora el rendimiento de las actividades laborales, recreativas y deportivas (Bennell & Hinman, 2011). Algunos estudios muestran los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre la función cerebral, ya que puede disminuir el riesgo de deterioro cognitivo (Vidoni et al., 2013). Fortaleciendo esta hipótesis, hay estudios que han demostrado que las personas que no realizan ejercicio físico incrementan notablemente el riesgo de deterioro cognitivo (Vidoni et al., 2012). Por tanto, el ejercicio físico se propone como una medida de fácil acceso, bajo coste y pocos efectos secundarios (Morris et al., 2017; Woodard et al., 2012); además no sería necesario realizar un ejercicio físico excesivo para obtener beneficios (Pentikäinen et al., 2017). La práctica de ejercicio físico suele disminuir con la edad, por lo que en el periodo en el que hay un mayor riesgo de sufrir la EA la realización de actividad física (AF) suele ser menor (Raji et al., 2016). También es importante recomendar que se comience a hacer ejercicio desde una edad temprana en aquellas personas con factores de riesgo de padecer la EA (Smith et al., 2014), pues algunos estudios establecen que con el inicio de la enfermedad aparecen limitaciones a la hora de realizar actividad física (Honea et al., 2009; Vidoni et al., 2012).

Entre los mecanismos fisiológicos estudiados, la AF reduce el riesgo de EA al presentar un papel neuroprotector y proporcionar una mayor supervivencia neuronal (Tan et al., 2017). Promueve una mayor angiogénesis y neurogénesis, disminuye la inflamación y de forma muy significativa reduce los factores de riesgo cerebrovasculares (Boyle et al., 2015; Braskie et al., 2014; Schultz et al., 2015; Vidoni et al., 2013). Con relación a este último efecto hay que recordar que las enfermedades vasculares están íntimamente ligadas con la EA por lo tanto es importante su prevención y control (Raji et al., 2016).

Lamentablemente, no existen tratamientos definitivos que modifiquen la enfermedad de la demencia, por lo que la investigación epidemiológica puede destacar objetivos modificables para la prevención (Livingston et al., 2020). La actividad física es un objetivo prometedor (Szychowska et al., 2022). Se ha estimado que el 3% de los casos de demencia podrían prevenirse aumentando los niveles de actividad física durante las actividades de la vida diaria (Liang et al., 2020; Wang et al., 2022), y una creciente cantidad de literatura informa sobre la importancia de la actividad física (es decir, cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulte en gasto de energía) y el ejercicio (es decir, un subconjunto de la actividad física que es planificada,

estructurada y repetitiva) para prevenir y ralentizar los procesos patológicos y los problemas relacionados con la demencia (Vancampfort et al., 2020). En este sentido, las personas mayores que son físicamente activas tienen más probabilidades de mantener la cognición que las que no lo son (Livingston et al., 2017). También se ha destacado el importante papel de la actividad física para las personas que ya viven con demencia. De hecho, el ejercicio ayuda a mejorar resultados importantes, como la cognición (Panza et al., 2018).

El informe de la OMS *“Arte y cultura en el fomento de la salud y el bienestar”*, (Fancourt y Finn, 2020), presenta evidencias sobre cómo la participación en actividades artísticas y culturales puede mejorar la salud física, mental y social. Este informe destaca una amplia gama de actividades culturales, incluyendo el impacto positivo de la música y la danza en la prevención y el tratamiento de problemas de salud.

En el proyecto *“Bailando con el Alzheimer”*, se aplicó el Test de la Figura Humana antes y después de una actividad de danza creativa. Los resultados indican que la danza desempeñó un papel fundamental en la recuperación de partes del cuerpo olvidadas, como la cabeza, las cejas, la nariz, la cintura, los ojos, las piernas y los pies (Pérez et al., 2019).

En el proyecto *“La Danza s’Apropa/La Danza se Acerca”*, dirigido a un grupo de 86 personas mayores con una edad promedio de 84,8 años que residen en centros municipales de Barcelona, se llevó a cabo un programa de 75 sesiones de danza creativa. Al evaluarlo mediante la Escala Non Pharmacological Therapy Experience (NPT-ES) de Muñiz, Olazarán, Poveda, Lago y Peña-Casanova (2011), se observó que el 93,4 % de los participantes experimentaron bienestar, el 96% no presentaron signos de malestar, y el 100 % se interrelacionaron activamente (Pérez et al., 2024).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para personas mayores con Alzheimer y otras demencias

4.1. Evaluación inicial

Antes de comenzar un programa, es fundamental realizar una evaluación clínica con un/a profesional de la salud para determinar el estado físico y psicológico del paciente e identificar cualquier limitación específica. Es aconsejable conocer su historia de vida, ya que ayuda a que el cuidado sea más humano, personalizado y eficaz, mejorando tanto la calidad de vida del paciente como la experiencia de quienes lo cuidan tal y como se describe en el modelo de Atención Centrada en la Persona.

4.2. Atención Centrada en la Persona

El modelo de Atención Centrada en la Persona (ACP) está fundamentado en Kilwood (2003) pionero en la aplicación ACP en personas con demencia. Se entiende que la persona debe ser cuidada partiendo de sus necesidades, incluyendo la de pertenencia social, o la de sentirse querido y aceptado por aquellos que le rodean. Estas necesidades están presentes en todo ser humano, sin embargo, cuando la demencia está presente, es responsabilidad de los profesionales y cuidadores informales ayudar a que las personas puedan mantener un estado de bienestar óptimo (Vila-Miravent., Villar, Celdrán y Fernández, 2012).

1. Mejora la comunicación y la relación terapéutica: Conocer el pasado del paciente permite a los cuidadores y profesionales relacionarse de forma más cercana y empática. Al conocer detalles sobre sus intereses, relaciones familiares y experiencias significativas, se puede establecer una relación más auténtica y respetuosa, que ayuda a la persona a sentirse comprendida.
2. Personaliza las intervenciones y actividades: La historia de vida permite adaptar actividades y rutinas a los gustos y experiencias de la persona, haciendo el cuidado más efectivo. Por ejemplo, una persona que disfrutaba de la jardinería puede beneficiarse de actividades que involucren plantas, lo que le aportará calma y disfrute.
3. Reduce la agitación y los comportamientos desafiantes: Cuando el entorno y las actividades se ajustan a las preferencias del paciente, es menos probable que experimente ansiedad, confusión o conductas difíciles. Reconocer elementos familiares ayuda a la persona a sentirse en un ambiente seguro, lo cual reduce la agitación.
4. Favorece la estimulación cognitiva: Hablar de recuerdos y experiencias pasadas puede estimular la memoria y mejorar la función cognitiva. Aunque las personas con EA tienen problemas para formar nuevos recuerdos, suelen mantener recuerdos más antiguos; hablar de ellos puede mejorar su estado de ánimo y mantener activa la mente.
5. Involucra a la familia en el cuidado: La recopilación de la historia de vida suele implicar la participación de familiares, quienes pueden aportar detalles únicos y significativos. Esto fortalece el vínculo entre el paciente y su familia y asegura que el cuidado sea más humano y enriquecedor.

4.3. Prescripción de ejercicio físico

Uno de los métodos más utilizados para llevar a cabo una prescripción de ejercicio terapéutico es el método FITT que detalla la frecuencia, la intensidad, el tiempo y el tipo de actividad. El American College of Sports Medicine (ACSM) también recomienda el método FITT-VP (frecuencia, intensidad, tiempo, tipo, volumen y progresión) (American College of Sports Medicine, 2020; Garber et al., 2011). La definición de estos componentes equivale a prescribir una receta de medicamentos tradicionales, donde cada componente de la prescripción proporciona a la persona información específica que debe incorporar en su tratamiento, según el objetivo específico que haya determinado junto con su profesional de la actividad física y el deporte de referencia.

La ACSM establece que los componentes de prescripción de una sesión de ejercicio físico terapéutico son (American College of Sports Medicine, 2020):

- Frecuencia: expresa con qué frecuencia se realizarán las sesiones de ejercicio terapéutico. Número de sesiones y cómo se distribuyen.
- Tipo: modo de ejercicio que se utilizará durante las sesiones.
- Volumen: se refiere a la cantidad total de peso levantado o desplazado durante una sesión. Concretamente se entiende por volumen el número total de series y repeticiones. También entendemos el volumen como la suma de la intensidad, frecuencia, y duración de un programa de actividad física.
- Intensidad: La intensidad se define como el nivel de esfuerzo que realiza la persona y se puede medir de diversas formas.
- Progresión: expresa cómo se va a avanzar en el ejercicio.

Hasta la fecha, no existe consenso sobre cuál es el mejor método de entrenamiento físico para mejorar la condición física de los pacientes con EA. Sin embargo, el ejercicio aeróbico, como caminar, es posible para las personas con EA y se asocia con una mejor función cognitiva. El entrenamiento de fuerza puede ser muy importante para los pacientes con EA porque la masa muscular y la fuerza son bajas en las personas con EA. Además, los ejercicios de equilibrio mejoran la posición de pie de las personas con EA y reducen el riesgo de caídas en las etapas posteriores. En general, los ejercicios multifactoriales como los ejercicios aeróbicos, de fuerza y de equilibrio y coordinación brindan beneficios importantes para esta población (Paillard et al., 2015). En pacientes con EA leve, el ejercicio aeróbico de intensidad moderada a alta en una cinta de correr y una bicicleta estática (70-80% de la frecuencia cardíaca máxima, durante 1 h, tres veces por semana durante 16 semanas) preserva la función cognitiva y mejora los parámetros físicos (Jensen et al., 2019).

El ejercicio aeróbico agudo (ciclismo durante 20 min a intensidad moderada con una frecuencia cardíaca máxima del 60%) junto con juegos cognitivos en personas con EA moderada (edad 69 años) mejora las funciones cognitivas y mejora el tiempo de las actividades funcionales. Por lo tanto, el ejercicio aeróbico junto con los juegos cognitivos debe promoverse en la EA moderada (Ben Ayed et al., 2021). En personas con EA, caminar conversando tiene un mejor efecto que caminar solo, porque el efecto social del ejercicio es importante para esta población. Además, caminar bajo la luz del sol mejora el sueño en pacientes con EA (Paillard et al., 2015). Las personas con EA (84 años) después de un programa de entrenamiento de seis meses (ejercicios aeróbicos, ejercicios de resistencia, flexibilidad y postura corporal) durante 45-55 min en cada sesión, dos veces por semana, mejoran las funciones físicas y cognitivas. Las funciones físicas incluyen la función cognitiva, levantarse de una silla, flexionar los brazos, dar un paso de 2 minutos, levantarse y andar 8 pies, sentarse y alcanzar una silla y pruebas de rascado de espalda, así como el perímetro de la cintura (Sampaio et al., 2019). Los pacientes con EA leve que participan en ejercicios aeróbicos supervisados (sesiones de 60 minutos tres veces por semana durante 16 semanas) aumentan la función cognitiva, la calidad de vida y la capacidad para realizar actividades diarias, y disminuyen los síntomas neurológicos y depresivos (Hoffmann et al., 2016). En personas mayores, andar en bicicleta durante 6 meses con una intensidad moderada (20-50 minutos por sesión, 3 veces por semana) muestra que aumentar la función cognitiva y el volumen del hipocampo aumenta el rendimiento físico y la calidad de vida. Este método de entrenamiento también reduce los altos costos del tratamiento de las personas con demencia (Yu et al., 2014). Los ejercicios de resistencia (tres series de 20 repeticiones en cinco ejercicios durante 16 semanas) provocan una mejora significativa del movimiento en casa, subir escaleras, estar de pie en el suelo, llevar calcetines, agilidad, fuerza de las extremidades inferiores, equilibrio y flexibilidad en pacientes con EA (Garuffi et al., 2013). En el modelo animal, correr en una cinta es el método de ejercicio más común. Los ejercicios aeróbicos se utilizan habitualmente con una duración de 60 min por sesión con intensidad moderada, 5 días a la semana y 4 o 12 semanas. Este protocolo puede reducir significativamente el nivel de A β o proteínas proinflamatorias (De Sousa et al., 2021). En ratones, el entrenamiento de resistencia a corto plazo conduce a una mejora de la función cognitiva, cambios patológicos, inhibición de la neuroinflamación en la corteza frontal y el hipocampo, reducción de A β , reducción de la proteína tau y también plasticidad sináptica.

Por lo tanto, el entrenamiento de resistencia parece ser una estrategia alternativa para retrasar el desarrollo de la EA (Liu et al., 2020). Además, el ejercicio de resistencia (4 semanas de entrenamiento intermitente) para ratones con EA provoca reducción de A β , reducción de la inflamación local, mejora de la memoria, mejora cognitiva y protección de la corteza y el hipocampo contra la degeneración.

El programa de resistencia también conduce a cambios de comportamiento mejorados y aumento de células microgliales en el hipocampo (Campos et al., 2023). El entrenamiento aeróbico, de resistencia y combinado durante 6 semanas y 3 veces por semana en EA muestra que el tiempo de congelación (falta de movimiento en la cabeza, el tronco y las extremidades) se reduce con el entrenamiento aeróbico y la memoria de trabajo mejora con todos los tipos de entrenamiento. Todos los ejercicios aumentan los niveles de glutatión como antioxidante, disminuyen el malondialdehído y aumentan los niveles séricos de IGF-I. Los aumentos en los niveles de ARNm de APP se atenúan con el ejercicio compuesto. Los niveles de A β también se reducen con el entrenamiento de resistencia y el entrenamiento combinado en el hipocampo y con varios tipos de ejercicio en la parte cortical, mientras que el NGF cortical aumenta con el ejercicio combinado. Finalmente, varios tipos de ejercicio parecen tener efectos protectores sobre la EA al reducir el estrés oxidativo, reducir el A β y aumentar el sistema antioxidante y la flexibilidad cerebral (Özbeyli et al., 2017). En general, parece que diferentes tipos de entrenamiento de intensidad moderada (3-5 veces/semana y 1h por sesión) pueden ser útiles para retrasar la aparición y el tratamiento de la EA.

4.4. Objetivos generales de un programa de ejercicio físico para personas con Alzheimer y otras demencias

- Mejorar la condición física y la movilidad.
- Promover la función cognitiva a través de la estimulación y la participación en actividades físicas.
- Reducir el riesgo de caídas y lesiones, mejorando el equilibrio y la fuerza muscular.
- Minimizar el deterioro cognitivo y los síntomas asociados, como la ansiedad y la depresión.
- Promover las relaciones interpersonales.

4.5. Estructura de la sesión de ejercicio físico

En la tabla 1 se muestra la estructura tipo de una sesión de ejercicio físico para una persona con enfermedad de Alzheimer y otras demencias.

Tabla 1. Estructura de una sesión de ejercicio físico para personas con Alzheimer y otras demencias.

Fase	Actividad	Duración
Bienvenida	Presentación del profesional que dirige la sesión para crear clima de confianza	3 min
Calentamiento	Actividad ligera como caminar o movilización articular suave	5- 10 min
Parte Principal	Combinación de ejercicios de fuerza, equilibrio y flexibilidad	15 - 20 min
Vuelta a la calma	Estiramientos suaves, respiración consciente, relajación	5-10 min
Cierre de la sesión	Despedida por parte del profesional que dirige la sesión	3 min

El plan debe enfocarse con ejercicios que potencien la salud física, la función cognitiva y el bienestar emocional para personas con Alzheimer, orientado a mejorar su calidad de vida, estado físico y control de síntomas (ver tabla 2).

Tabla 2. Plan de ejercicio físico para personas con Alzheimer y otras demencias

Tipos de ejercicios	Ejemplos	Beneficios	Frecuencia	Duración	Intensidad
Aeróbico de Baja Intensidad	Caminar, bicicleta estática, baile social, danza creativa	Mejora circulación, estado de ánimo y función cognitiva	3-5 / Sem	20-30 min por sesión	Ligera
Fuerza muscular	Pesas ligeras, bandas elásticas	Fortalece musculatura, reduce el riesgo de caídas, promueve la autonomía	2-3 / Sem	8-10 rep, 1-2 series por ejercicio	Ligera a moderada
Equilibrio y Coordinación	Transferencia de peso, ejercicios con pelota	Mejora el equilibrio, reduce el riesgo de caídas	3-5 / Sem	10-15 min por sesión	Ligera
Flexibilidad	Estiramientos de extremidades, movilidad articular	Aumenta la movilidad, reduce la rigidez muscular	3 / Sem	10-30s por estiramiento	Ligera

4.6. Adaptaciones especiales

- Supervisión: La sesión debe ser dirigida por un profesional de la actividad física para asegurar la seguridad y el cumplimiento del ejercicio.
- Estimulación cognitiva durante el ejercicio: Incluir actividades que involucren recordar secuencias de movimiento, contar repeticiones o realizar ejercicios en compañía de música suave y rítmica para promover la atención y la memoria.
- Ambiente seguro y agradable: Espacio seguro con el uso de apoyos físicos si es necesario (por ejemplo, sillas o barras de soporte) y libre de obstáculos para minimizar el riesgo de caídas. Debería tener pocos elementos que puedan aportar excesivos estímulos para favorecer la concentración. Es relevante iniciar la sesión con una breve presentación por parte de la persona profesional para crear un clima de confianza.

4.7. Frecuencia y mantenimiento

Para optimizar los efectos del programa, es clave la adhesión al ejercicio físico. El paciente debe realizar ejercicios al menos 4 días a la semana, intercalando las diferentes actividades para no sobrecargar ninguna capacidad física.

Este plan no solo proporciona actividad física, sino que también fomenta la interacción social y la mejora del estado anímico, factores clave para el bienestar integral de las personas con Alzheimer.

5. Conclusiones

La EA, como la forma de demencia más prevalente, actualmente no tiene cura, sin embargo, diversos estudios respaldan que la actividad física regular puede reducir los factores de riesgo y mejorar la calidad de vida de los afectados. Las intervenciones con ejercicios aeróbicos, de fuerza y equilibrio muestran beneficios significativos en la función cognitiva, el equilibrio y el bienestar general de los pacientes, lo cual resalta la importancia de promover programas de ejercicio adaptado en adultos mayores.

La implementación del modelo de Atención Centrada en la Persona permite personalizar los cuidados y actividades según el historial y preferencias individuales, optimizando así el bienestar físico y mental de los pacientes.

Es fundamental, además, garantizar espacios de ejercicio seguros, libres de obstáculos y con apoyo físico para minimizar el riesgo de caídas y recomendar al menos cuatro días de actividad física por semana con intensidad y duración ajustadas para prevenir lesiones y asegurar la continuidad del programa.

Finalmente, capacitar a los cuidadores en técnicas de estímulo cognitivo y estrategias para fomentar un ambiente positivo resulta clave para mejorar la adherencia y maximizar los beneficios del ejercicio, contribuyendo así a un mejor estado funcional y emocional en esta población.

6. Referencias bibliográficas

- American College of Sports Medicine. (2020). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. (11th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Barragán Martínez, D., García Soldevilla, M. A., Parra Santiago, A., & Tejeiro Martínez, J. (2019). Enfermedad de Alzheimer. *Medicine*, 12(74), 4338–4346. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.012>
- Ben Ayed, I., Castor-Guyonvarch, N., Amimour, S., Najja, S., Aouichaoui, C., Ben Omor, S., et al. (2021). Acute exercise and cognitive function in Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis*, 82, 749–760. 10.3233/JAD-201317
- Bennell, K. L., & Hinman, R. S. (2011). A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.002>
- Boyle C.P., Raji C.A., Erickson K.I., Lopez O.L., Becker J.T., & Gach H.M. (2015). Physical activity, body mass index, and brain atrophy in Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*, 36 Suppl 1, S194–S202. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.05.036>.
- Braskie M.N., Boyle C.P., Rajagopalan P., Gutman B.A., Toga A.W., & Raji C.A. (2014). Physical activity, inflammation, and volume of the aging brain. *Neuroscience*. 273, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.05.005>.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

- Campos H. C., Ribeiro D., Hashiguchi D., Glaser T., Milanis M., Gimenes C., et al. (2023). Neuroprotective effects of resistance physical exercise on the APP/PS1 mouse model of Alzheimer's disease. *Front. Neurosci.*, 17. <https://doi.org/1132825>. 10.3389/fnins.2023.1132825
- de Pedro-Cuesta, J., Virués-Ortega, J., Vega, S., Seijo-Martínez, M., Saz, P., Rodríguez, F., ... & del Barrio, J. L. (2009). Prevalence of dementia and major dementia subtypes in Spanish populations: A reanalysis of dementia prevalence surveys, 1990-2008. *BMC Neurology*, 9, 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-9-55>
- De Sousa R. A. L., Rodrigues C., Mendes B., Improta-Caria A., Peixoto M., & Cassilhas R. (2021). Physical exercise protocols in animal models of Alzheimer's disease: A systematic review. *Metab. Brain Dis*, 36, 85–95. <https://doi.org/10.1007/s11011-020-00633-z>
- Diggs, J. (2007). The Cross-Linkage Theory of Aging. In *Encyclopedia of Aging and Public Health* (pp. 250–252). https://doi.org/10.1007/978-0-387-33754-8_112 dos
- Dogra, S., Ashe, M. C., Biddle, S. J. H., Brown, W. J., Buman, M. P., Chastin, S., Gardiner, P. A., Inoue, S., Jefferis, B. J., Oka, K., Owen, N., Sardinha, L. B., Skelton, D. A., Sugiyama, T., & Copeland, J. L. (2017). Sedentary time in older men and women: An international consensus statement and research priorities. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1526–1532. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097209>
- Erickson, K., Weinstein, A., & Lopez, O. (2012). Physical activity brain plasticity, and Alzheimer's disease. *Arch Med Res*, 43, 615–621. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2012.09.008>.
- Fancourt, D., & Finn, S. (2020). What is the evidence on the role of the arts in improving health and well-being? A scoping review. *Nordic Journal of Arts Culture and Health*, 2(1), 77–83. <http://doi.org/10.18261/issn.2535-7913-2020-01-08>
- Finch, C. E., & Ruvkun, G. (2001). The genetics of aging. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 2(1), 435–462. <https://doi.org/10.1146/annurev.genom.2.1.435>
- Fransen, M., McConnell, S., Harmer, A. R., Van der Esch, M., Simic, M., & Bennell, K. L. (2015). Exercise for osteoarthritis of the knee: A Cochrane systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 49(24), 1554–1557. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095424>
- Gallagher, D., Kiss, A., Lanctot, K., & Herrmann, N. (2018). Depression and Risk of Alzheimer Dementia: A Longitudinal Analysis to Determine Predictors of Increased Risk among Older Adults with Depression. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 26(8), 819–827. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jagp.2018.05.002>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Garuffi M., Costa J., Hernández S., Vital T., Stein A., dos Santos J., et al. (2013). Effects of resistance training on the performance of activities of daily living in patients with Alzheimer's disease. *Geriatr Gerontol Int*, 13, 322–328. <https://doi.org/0.1111/j.1447-0594.2012.00899.x>
- Garre-Olmo, J. (2018). Epidemiología de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias. *Revista de Neurología*, 66(11), 377-386.
- Giné-Garriga, M., Sansano-Nadal, O., Tully, M. A., Caserotti, P., Coll- Planas, L., Rothenbacher, D., Dallmeier, D., Denking, M., Wilson, J. J., Martin-Borràs, C., Skjødt, M., Ferri, K., Farche, A. C., McIntosh, E., Blackburn, N. E., Salvà, A., & Roqué-i-Figuls, M. (2020). Accelerometer- Measured Sedentary and Physical Activity Time and Their Correlates in European Older Adults: The SITLESS Study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 75(9), 1754–1762. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa016>
- Grimm, A., & Eckert, A. (2017). Brain aging and neurodegeneration: from a mitochondrial point of view. *Journal of Neurochemistry*, 143(4), 418–431. <https://doi.org/10.1111/jnc.14037>
- Harman, D. (1956). Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry. *Journal of Gerontology*, 11(3), 298–300. <https://doi.org/10.1093/geronj/11.3.298>
- Hashimoto, M., Araki, Y., Takashima, Y., Nogami, K., Uchino, A., & Yuzuriha, T. (2016). Hippocampal atrophy and memory dysfunction associated with physical inactivity in community-dwelling elderly subjects: The Sefuri study. *Brain Behav*, 7, e00620. <https://doi.org/10.1002/brb3.620>.
- Hoffmann, K., Sobol, N., Frederiksen, K., Beyer, N., Vogel, A., Vestergaard, K., et al. (2016). Moderate-to-high intensity physical exercise in patients with Alzheimer's disease: A randomized controlled trial. *J Alzheimers Dis*, 50. <https://doi.org/443-453>. 10.3233/JAD-150817

- Honea, R., Thomas, G., Harsha, A., Anderson, H., Donnelly, J., & Brooks, W. (2009). Cardiorespiratory fitness and preserved medial temporal lobe volume in Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, 23, 188–197. <https://doi.org/10.1097/WAD.0b013e31819cb8a2>
- Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L.-K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., & Singh, M. F. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 25(7), 824–853. <https://doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8>
- Jensen C. S., Simonsen A., Siersma V., Beyer N., Frederiksen K., Gottrup H., et al. (2019b). Patients with Alzheimer's disease who carry the APOE ε4 allele benefit more from physical exercise. *Alzheimers Dement*, 5, 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2019.02.007>
- Johansson, L., Guo, X., Hällström, T., Norton, M. C., Waern, M., Östling, S., ... & Skoog, I. (2013). Common psychosocial stressors in middle-aged women related to longstanding distress and increased risk of Alzheimer's disease: a 38-year longitudinal population study. *BMJ Open*, 3(9), e003142. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003142>
- Kitwood., T. (2003). *Repensant la demencia: pels drets de la persona*. Barcelona: Eumo editorial.
- Li R. (2016). Physical activity and prevention of Alzheimer's disease. *J Sport Health Sci*, 5, 381–382. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.10.008>
- Liang, J-H., Lu, L., Li, J-Y., Qu, X-Y., Li, J., Qian, S., Wang, Y-Q., Jia, R-X., Wang, C-S., Xu, Y. (2020). Contributions of modifiable risk factors to dementia incidence: a Bayesian network analysis. *J Am Med Dir Assoc*, 21(11), 1592–1599. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.04.006>
- Liu, Y., Chu, J., Yan, T., Zhang, Y., Chen, Y., Chang, R., et al. (2020). Short-term resistance exercise inhibits neuroinflammation and attenuates neuropathological changes in 3xTg Alzheimer's disease mice. *J Neuroinflammation*, 17, 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12974-019-1653-7>
- Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S.G., Huntley, J., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Burns, A., & Cohen-Mansfield, J. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*, 390, 2673–2734. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)
- Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., Orgeta, V., ... & Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *The Lancet*, 396, 413–446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)
- Mahalingam, S., & Chen, M.-K. (2019). Neuroimaging in Dementias. *Seminars in Neurology*, 39(2), 188–199.
- Masoro, E. (2017). *Medical physiology*. En: W. Boron; E. Boulpaep, Ed. Philadelphia, PA.: Elsevier.
- Mattson, M. P., & Arumugam, T. V. (2018). Hallmarks of Brain Aging: Adaptive and Pathological Modification by Metabolic States. *Cell Metabolism*, 27(6), 1176– 1199. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.05.011>
- McKhann, G., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., ... & Phelps, C. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 7(3), 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005>
- Mercado, F. (2019). *Enfermedad de Alzheimer*. En: F. Micheli & M. M. Fernández Pardo (Eds.), *Neurología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Morris, J. K., Vidoni, E. D., Johnson, D. K., Van Sciver, A., Mahnken, J. D., Honea, R. A., Wilkins, H. M., Brooks, W. M., Billinger, S. A., Swerdlow, R. H., & Burns, J. M. (2017). Aerobic exercise for Alzheimer's disease: A randomized controlled pilot trial. *PLoS One*, 12(2), e0170547. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170547>. e5470170.
- Navaratnarajah, A., & Jackson, S. H. D. (2017). The physiology of ageing. *Medicine (United Kingdom)*, 45(1),6–10. <https://doi.org/10.1016/j.mpm.2016.10.008>
- Nikolac Perkovic, M., & Pivac, N. (2019). Genetic Markers of Alzheimer's Disease. In *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1192, 27–52. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9721-0_3
- Özbeyleli, D., Sari, G., Özkan, N., Karademir, B., Yüksel, M., Çilingir Kaya, Ö. T., & Kasımay Çakır, Ö. (2017). Protective effects of different exercise modalities in an Alzheimer's disease-like model. *Behav Brain Res*, 328, 159–177. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.03.044>

- Okonkwo, O. C., Schultz, S. A., Oh, J. M., Larson, J., Edwards, D., Cook, D., Kosciak, R., Gallagher, C. L., Dowling, N. M., Carlsson, C. M., Bendlin, B. B., LaRue, A., Rowley, H. A., Christian, B. T., Asthana, S., Hermann, B. P., Johnson, S. C., & Sager, M. A. (2014). Physical activity attenuates age-related biomarker alterations in preclinical AD. *Neurology*, 83, 1753–1760. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000964>.
- Organización Mundial de la Salud. Demencia [Internet]. 2018 [citado 8 Abr 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/es/>
- Organización Mundial de la Salud. Demencia [Internet]. 2023 [citado 15 Marzo 2023]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/es/>
- Oschwald, J., Guye, S., Liem, F., Rast, P., Willis, S., Röcke, C., Jäncke, L., Martin, M., & Mérillat, S. (2019). Brain structure and cognitive ability in healthy aging: a review on longitudinal correlated change. *Reviews in the Neurosciences*, 31(1), 1–57. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0096>
- Paillard, T., Rolland, Y., & de Souto Barreto, P. (2015). Protective Effects of Physical Exercise in Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease: A Narrative Review. *Journal of clinical neurology (Seoul, Korea)*, 11(3), 212–219. <https://doi.org/10.3988/jcn.2015.11.3.212>
- Panza, G. A., Taylor, B. A., MacDonald, H. V., Johnson, B. T., Zaleski, A. L., Livingston, J., Thompson, P. D., & Pescatello, L. S. (2018). Can Exercise Improve Cognitive Symptoms of Alzheimer's Disease?. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(3), 487–495. <https://doi.org/10.1111/jgs.15241>.
- Pascual Millán, L. F. (2010). Tipos básicos y clasificación etiopatogénica de las demencias. En: R. Alberca & S. López-Pousa (Eds.), *Enfermedad de Alzheimer y otras demencias* (4th ed., pp. 41–48). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine—Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Pentikäinen, H., Ngandu, T., Liu, Y., Savonen, K., Komulainen, P., Hallikainen, M., Kivipelto, M., Rauramaa, R., & Soininen, H. (2017). Cardiorespiratory fitness and brain volumes in men and women in the FINGER study. *Age and ageing*, 46(2), 310–313. <https://doi.org/10.1093/ageing/afw191>.
- Pérez, S., Cabedo, J., Barnet, S., Guerra, M., Griñó, A., Aceituno, M.P. & Salvati, C. (2019). El Dibujo de la figura humana como instrumento de la evaluación de danza creativa en personas con Alzheimer: Estudio De Caso. *AusArt*, 7 (1). <https://doi.org/10.1387/ausart.20615>
- Pérez, S., Nieto, A., Pérez, T., Morales, J., & Gainza, S. (2024). Evaluación del programa la danza s'Apropra para personas mayores que viven en residencias municipales de Barcelona. En: *La Investigación en España 2024*. Mahali.
- Powell, K. E., Paluch, A. E., & Blair, S. N. (2011). Physical Activity for Health: What Kind? How Much? How Intense? On Top of What? *Annual Review of Public Health*, 32(1), 349–365. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031210-101151>
- Raji C.A., Merrill D.A., Eyre H., Mallam S., Torosyan N., & Erickson K. (2016). Longitudinal relationships between caloric expenditure and gray matter in the cardiovascular health study. *J Alzheimers Dis*, 52, 719–729. <https://doi.org/10.3233/JAD-160057>.
- Reisberg, B., Ferris, S. H., de Leon, M. J., & Crook, T. (1982). The Global Deterioration Scale for assessment of primary degenerative dementia. *American Journal of Psychiatry*, 139 (9), 1136–1139. <https://doi.org/10.1176/ajp.139.9.1136>
- Sacuiu, S. F. (2016). Dementias. *Handbook of Clinical Neurology*, 138, 123–151. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802973-2.00008-2>
- Sampaio A., Marques E., Mota J., & Carvalho J. (2019). Effects of a multicomponent exercise program in institutionalized elders with Alzheimer's disease. *Dementia*, 18, 417–431. <https://doi.org/10.1177/1471301216674558>
- Schultz, S. A., Boots, E. A., Almeida, R. P., Oh, J. M., Einerson, J., Korcarz, C. E., Edwards, D. F., Kosciak, R. L., Dowling, M. N., Gallagher, C. L., Bendlin, B. B., Christian, B. T., Zetterberg, H., Blennow, K., Carlsson, C. M., Asthana, S., Hermann, B. P., Sager, M. A., Johnson, S. C., Stein, J. H., ... Okonkwo, O. C. (2015). Cardiorespiratory Fitness Attenuates the Influence of Amyloid on Cognition. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 21(10), 841–850. <https://doi.org/10.1017/S1355617715000843>.
- Smith, J. C., Nielson, K. A., Woodard, J. L., Seidenberg, M., Durgerian, S., Hazlett, K. E., Figueroa, C. M., Kandah, C. C., Kay, C. D., Matthews, M. A., & Rao, S. M. (2014). Physical activity reduces hippocampal atrophy in elders at genetic risk for Alzheimer's disease. *Frontiers in aging neuroscience*, 6, 61. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00061>.

- Sparling, P. B., Howard, B. J., Dunstan, D. W., & Owen, N. (2015). Recommendations for physical activity in older adults. *BMJ*, 350, h100–h100. <https://doi.org/10.1136/bmj.h100>
- Szychowska, A., & Drygas, W. (2022). Physical activity as a determinant of successful aging: a narrative review article. *Aging clinical and experimental research*, 34(6), 1209–1214. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-02037-0>.
- Tan, Z. S., Spartano, N. L., Beiser, A. S., DeCarli, C., Auerbach, S. H., Vasani, R. S., & Seshadri, S. (2017). Physical Activity, Brain Volume, and Dementia Risk: The Framingham Study. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 72(6), 789–795. <https://doi.org/10.1093/geron/glw130>.
- Vancampfort, D., Solmi, M., Firth, J., Vandenbulcke, M., & Stubbs, B. (2020). The Impact of Pharmacologic and Nonpharmacologic Interventions to Improve Physical Health Outcomes in People With Dementia: A Meta-Review of Meta-Analyses of Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(10), 1410–1414.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.01.010>.
- Veronese, N., Soysal, P., Demurtas, J., Solmi, M., Bruyère, O., Christodoulou, N., Ramalho, R., Fusar-Poli, P., Lappas, A. S., Pinto, D., Frederiksen, K. S., Corbi, G. M., Karpenko, O., Georges, J., Durães, J., Schlögl, M., Yilmaz, O., Sieber, C., Shenkin, S. D., Smith, L., ... endorsed by the European Academy of Neurology (2023). Physical activity and exercise for the prevention and management of mild cognitive impairment and dementia: a collaborative international guideline. *European geriatric medicine*, 14(5), 925–952. <https://doi.org/10.1007/s41999-023-00858-y>.
- Vidoni, E. D., Gayed, M. R., Honea, R. A., Savage, C. R., Hobbs, D., & Burns, J. M. (2013). Alzheimer disease alters the relationship of cardiorespiratory fitness with brain activity during the stroop task. *Physical therapy*, 93(7), 993–1002. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120465>.
- Vidoni, E. D., Honea, R. A., Billinger, S. A., Swerdlow, R. H., & Burns, J. M. (2012). Cardiorespiratory fitness is associated with atrophy in Alzheimer's and aging over 2 years. *Neurobiology of aging*, 33(8), 1624–1632. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.03.016>.
- Vila-Miravent, J., Villar, F., Celdrán, M. & Fernández, E. (2012). El modelo de la atención centrada en la persona: análisis descriptivo de una muestra de personas mayores con demencia en centros residenciales, *Aloma* 30 (1), 109-117.
- Wahl, D., Solon-Biet, S. M., Cogger, V. C., Fontana, L., Simpson, S. J., Le Couteur, D. G., & Ribeiro, R. V. (2019). Aging, lifestyle and dementia. *Neurobiology of Disease*, 130, 104481. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2019.104481>
- Wang, J., Hong, J. T., Xiang, Y., & Zhang, C. (2022). Do the dual-task "8-foot up and go" tests provide additional predictive value for early detection of cognitive decline in community-dwelling older women?. *Aging clinical and experimental research*, 34(10), 2431–2439. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02193-x>.
- Wolters, F. J., & Ikram, M. A. (2019). Epidemiology of Vascular Dementia: Nosology in a Time of Epiemics. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 39(8), 1542–1549. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.119.311908>
- Woodard, J. L., Sugarman, M. A., Nielson, K. A., Smith, J. C., Seidenberg, M., Durgerian, S., Butts, A., Hantke, N., Lancaster, M., Matthews, M. A., & Rao, S. M. (2012). Lifestyle and genetic contributions to cognitive decline and hippocampal structure and function in healthy aging. *Current Alzheimer research*, 9(4), 436–446. <https://doi.org/10.2174/156720512800492477>.
- Yu, F., Bronas, U. G., Konety, S., Nelson, N. W., Dysken, M., Jack, C., Jr, Wyman, J. F., Vock, D., & Smith, G. (2014). Effects of aerobic exercise on cognition and hippocampal volume in Alzheimer's disease: study protocol of a randomized controlled trial (The FIT-AD trial). *Trials*, 15, 394. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-394>.

Recomendaciones de ejercicio físico para personas con Párkinson

David G. Rodríguez Ruiz¹ - david.rodruiguezruiz@ulpgc.es

Jesús M. Sáez Padilla² - jesus.saez@dempc.uhu.es

Jorge Molina López² - jorge.molina@ddi.uhu.es

¹Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

²Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte. Universidad de Huelva.

Resumen

La enfermedad de Párkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo caracterizado por la muerte temprana y prominente de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra a nivel cerebral, generando con ello un déficit de dopamina y provocando un trastorno del movimiento y otros síntomas no motores relacionados. La patogénesis de la EP sigue siendo desconocida, pero es aceptado que se debe tanto a factores genéticos como ambientales que contribuyen a su desarrollo. En este capítulo veremos como la actividad física puede influir en dichos mecanismos patológicos, mejorando la función cardiovascular, metabólica, inmunológica, etc.; reduciendo la progresión de los síntomas, presentando beneficios tanto para el control del movimiento como no motores y actuando de manera preventiva y terapéutica. A la hora de la planificación de las sesiones de ejercicio físico a realizar con personas diagnosticadas de Párkinson debemos tener presente las fluctuaciones que van a sufrir a lo largo del día debido a los efectos de la medicación antiparkinsoniana que va a producir una fase de control sobre los síntomas (fase on) y otra fase donde no se puede controlar (fase off). Las sesiones deberían contener ejercicios que, de forma progresiva, vayan incidiendo en las alteraciones posturales, el equilibrio estático y dinámico y, la marcha que, combinados con tareas cognitivas, de respiración y movilidad nos permita un enlentecimiento de proceso degenerativo y, mantenga la calidad de vida en la persona diagnosticada de Párkinson.

Palabras clave: Párkinson, Ejercicio Físico, Actividad Física, Calidad de Vida

1. Introducción

La enfermedad de Párkinson (EP) es un trastorno neurológico frecuente y complejo que constituye un importante problema social y una prioridad mundial (Ben-Shlomo et al., 2024). Se trata de una enfermedad neurodegenerativa caracterizada por la muerte temprana y prominente de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra a nivel cerebral, generando con ello un déficit de dopamina y provocando un trastorno del movimiento, sintomatología clásica en parkinsonianos (Ascherio & Schwarzschild, 2016). También se asocia a numerosos síntomas no motores, algunos de los cuales preceden la disfunción motora. La EP se ve como un trastorno neurodegenerativo lentamente progresivo que comienza al menos antes de que se pueda diagnosticar, implicando múltiples áreas neuroanatómicas, y siendo el resultado de la combinación de factores genéticos y ambientales, y una amplia gama de síntomas (Kalia & Lang, 2015). Esto supone un reto ya que no existen

problemas que permitan un diagnóstico definitivo en etapas iniciales de la enfermedad.

La EP es la segunda enfermedad neurodegenerativa más común después del Alzheimer. En la actualidad, el aumento de la supervivencia en edades avanzadas ha provocado un incremento en el número absoluto de personas con EP (Er et al., 2018). Una revisión sistemática de los datos del estudio *Global Burden of Disease* de 2016 estimó que, aunque la prevalencia bruta aumentó aproximadamente un 74% entre 1990 y 2016, el incremento de la prevalencia ajustada por edad, considerando la demografía, fue menos marcado, alcanzando un 22% (Ou et al., 2021). Entre 1990 y 2015, el número de personas con EP se duplicó, superando los 6 millones, y se prevé que esta cifra se duplique nuevamente hasta superar los 12 millones de personas en 2040, impulsada principalmente por el envejecimiento poblacional (Er et al., 2018). Otros factores adicionales, como el aumento de la longevidad, la disminución de las tasas de tabaquismo, una mayor concienciación en el diagnóstico y el incremento de la industrialización, también podrían elevar la carga de la EP a más de 17 millones de personas (Ou et al., 2021). No obstante, se considera que las diferencias metodológicas para determinar la prevalencia y las limitaciones de los estudios podrían resultar en estimaciones variables que subestimen la verdadera carga de la EP (von Campenhausen et al., 2005).

A nivel mundial, se estima que alrededor de 10.000.000 de personas podrían presentar EP, con una incidencia anual de 13-19 casos por cada 100.000 habitantes (Ou et al., 2021). En España, la EP tiene una incidencia y prevalencia similar al resto de Europa. Se calcula que aproximadamente 1.000.000 de personas padecen Párkinson en Europa, con una incidencia anual de entre 14-22 casos por cada 100.000 habitantes (Berardelli et al., 2013). En España, unas 150.000 personas están afectadas por esta enfermedad neurológica crónica y progresiva, con una incidencia anual de 15-20 casos por cada 100.000 personas (Ministerio de Sanidad, 2023). La incidencia de la EP se ha asociado tanto a factores de riesgo como de protección. El factor de riesgo más importante es la edad, aunque también parece vincularse con la exposición a sustancias químicas y contaminantes industriales, como pesticidas, disolventes y metales (Pezzoli & Cereda, 2013; Vlaar et al., 2018). Por otro lado, la actividad física se ha asociado a un menor riesgo de EP (Nelson, 2018). Aunque las variaciones en el riesgo por geografía, raza y etnia suelen analizarse por separado, en muchas regiones estas características pueden no diferenciarse fácilmente. Además, los estudios de incidencia generalmente se han realizado en países con ingresos altos y en contextos donde existen disparidades sanitarias y sociales entre distintas razas o grupos étnicos, lo que podría sesgar los resultados (Ben-Shlomo et al., 2024). Los estudios futuros deberán distinguir entre los efectos genéticos y biológicos y aquellos derivados de los ambientales y sociales.

2. Fisiopatología de la enfermedad de Párkinson

La EP es definida por un síndrome clínico característico de bradicinesia, temblor, rigidez e inestabilidad postural. Existen diversos trastornos que pueden presentar algunas o todas estas características clínicas, y este conjunto de síntomas se denomina “*parkinsonismo*” (Dickson, 2012). Algunos trastornos parkinsonianos son crónicos y progresivos, causados por procesos degenerativos de origen desconocido (Párkinson primario o idiopático), mientras que otros pueden tener una causa genética clara, como los asociados a mutaciones autosómicas dominantes en el gen de la α -sinucleína. Estas formas representan el tipo más común de EP y se caracterizan por la degeneración progresiva de las neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra pars compacta del cerebro. Estudios de correlación clínico-patológica han demostrado que la pérdida moderada a severa de neuronas dopaminérgicas en esta región probablemente sea la causa de los síntomas motores, especialmente la bradicinesia y la rigidez en las fases avanzadas de la EP (Dickson et al., 2009). Otros tipos de parkinsonismo pueden ser transitorios y estar causados por factores externos o internos, como la exposición a toxinas, los trastornos metabólicos, ciertos fármacos o enfermedades neurológicas subyacentes (Párkinson secundario) (Dickson, 2012). El parkinsonismo es el resultado de una causa identificable distinta a la degeneración dopaminérgica primaria. Desde una perspectiva molecular, la mayoría de los trastornos parkinsonianos degenerativos pertenecen a una de dos clases moleculares: tauopatías y α -sinucleinopatías, dependiendo de la acumulación patológica de la proteína tau, asociada a los microtúbulos, o de la proteína presináptica α -sinucleína en neuronas vulnerables y, a menudo, en células gliales (Dickson et al., 2009).

Los síntomas de la EP suelen desarrollarse de manera gradual y son leves al principio. Aunque muchos síntomas diferentes asociados con la enfermedad, el orden en que se presentan y su gravedad varían en cada individuo. Es poco probable que una persona con EP experimente todos o la mayoría de estos síntomas:

- Los síntomas motores impactan significativamente el control del movimiento y se manifiestan de diversas formas. El temblor es uno de los primeros signos, caracterizado por movimientos involuntarios que generalmente comienzan en las manos o brazos, siendo más notables cuando la extremidad está en reposo. La bradicinesia, o lentitud de movimientos, es otra característica clave, que dificulta las tareas diarias y provoca una marcha lenta con pasos cortos y arrastrando los pies. Además, la rigidez muscular limita la movilidad, generando una sensación de tensión en los músculos que dificulta no solo los movimientos, sino también las expresiones faciales, y en algunos casos, produce dolorosos calambres musculares o distonía (Aa et al., 2016).

- Los síntomas físicos destacan los problemas de equilibrio, que aumentan el riesgo de caídas, la pérdida del sentido del olfato, el dolor neuropático y las disfunciones urinarias y sexuales. También pueden aparecer mareos, sudoración excesiva, dificultades para tragar y problemas para dormir, lo que lleva a somnolencia diurna (Chen et al., 2020).
- En el ámbito cognitivo y emocional, es común la presencia de depresión, ansiedad, deterioro cognitivo leve con dificultades en la memoria y, en etapas avanzadas, demencia acompañada de alucinaciones y delirios.

Aunque la patogénesis de la EP sigue siendo desconocida, los hallazgos científicos han sido fundamentales para comprender sus mecanismos patológicos. Se acepta ampliamente que tanto los factores genéticos como los ambientales contribuyen al desarrollo de la EP:

- A nivel genético, se han identificado mutaciones de siete genes principales (α -sinucleína, LRRK2, PINK1, Parkin, DJ-1, VPS35 y GBA1) vinculados a la EP (Kalia & Lang, 2015; Zeng et al., 2018) habiéndose descrito una serie de posibles mecanismos que causan la pérdida de neuronas dopaminérgicas (como el metabolismo de la dopamina, la disfunción mitocondrial, el estrés del retículo endoplásmico, la autofagia defectuosa y la desregulación inmunitaria) (Zeng et al., 2018). Además, los factores genéticos y epigenéticos modulan estos procesos, influyendo en la susceptibilidad y progresión de la enfermedad.
- Los factores de riesgo ambientales asociados con la EP incluyen diversas condiciones que pueden aumentar la probabilidad de desarrollar la enfermedad (Ball et al., 2019). La lesión cerebral traumática, que altera el nivel de conciencia, se ha relacionado con un mayor riesgo de EP años después de la lesión, aunque los mecanismos aún no se comprenden bien. También se han observado diferencias geográficas en la distribución de la EP, posiblemente debido a factores ambientales y genéticos. Algunas ocupaciones muestran una incidencia más alta de EP, pero los resultados son inconsistentes. La exposición a metales, así como a disolventes como el tricloroetileno (TCE) y los bifenilos policlorados (PCBs), también se han asociado con la enfermedad, especialmente en trabajadores con exposiciones prolongadas. La exposición a pesticidas y herbicidas, en particular el paraquat, se ha vinculado fuertemente con la EP.

Otros factores de riesgo importantes son la edad, ya que cerca del 1 % de las personas mayores de 60 años tiene EP, y el género, ya que la enfermedad es más común en hombres que en mujeres. Es esencial realizar más investigaciones específicas sobre la EP para comprender mejor estos factores y prevenir su aparición. La comprensión integral de estos mecanismos es esencial para el

desarrollo de terapias efectivas que puedan ralentizar o detener la progresión de la EP.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad de Párkinson

En este apartado se analizarán los beneficios que puede tener el ejercicio físico en la enfermedad de Párkinson, destacando cómo la actividad física puede influir en dichos mecanismos patológicos, mejorando la función cardiovascular, metabólica, inmunológica, etc. y reduciendo la progresión de los síntomas clínicos. De esta manera, se exploran los efectos preventivos y terapéuticos del ejercicio en el contexto de la enfermedad.

Basándonos en la literatura científica, trataremos de resaltar los efectos positivos del ejercicio físico y la actividad física en personas con Párkinson. Para ello establecemos los beneficios en dos grandes categorías:

- **Beneficios Motores.** La realización de programas específicos e intencionados producirán mejoras en la condición física de los pacientes, con especial atención a la fuerza, la resistencia junto a la coordinación y el equilibrio. De manera directa, conseguiremos una reducción de la rigidez y mejora de la marcha que permitirán disminuir de manera considerable el riesgo de caídas.
- **Beneficios no motores.** En este apartado nos encontramos con una disminución de la fatiga y mejora en el estado de ánimo. En términos generales hablamos de una mejora en la calidad de vida facilitando una mayor autonomía del paciente. No debemos olvidarnos de las posibles mejoras a nivel cognitivo. Aquí podemos incluir aspectos relacionados con la neuroplasticidad y la compensación de la pérdida de dopamina.

En términos generales, mediante la intervención de programas específicos de actividad física y ejercicio físico conseguimos que se mantengan las capacidades intrínsecas y funcionales del paciente (ICOPE, 2022).

Los cambios fisiológicos que producen tanto el ejercicio como la actividad física producen mejora en la oxigenación, gasto cardíaco y sistema musculoesquelético. Relacionados con los efectos positivos aparece un sueño más reparador y generación de endorfinas que tendrán una relación directa con una mejor plasticidad neuronal y capacidad cognitiva (Reyes-Medina & Guerrero-Castañeda, 2024).

En los siguientes párrafos, hablamos indistintamente de ejercicio físico y actividad física, sabiendo que tienen algunas diferencias. A continuación, presentamos un esquema básico sobre los beneficios en la enfermedad de Parkinson desde una doble perspectiva, preventiva y terapéutica:

- **Perspectiva Preventiva.** Desde la Organización Mundial de la Salud se recomienda la utilización del ejercicio para prevenir enfermedades, entre ellas se incluye al Párkinson. Para la Asociación de Párkinson del Reino Unido todo movimiento cuenta, para ello la actividad física de baja intensidad parece ser la más adecuada para romper con el sedentarismo imperante en la sociedad actual tanto a nivel preventivo como en los niveles iniciales de las enfermedades. Diferentes estudios han sugerido que el ejercicio físico regular, sobre todo el aeróbico, puede estar asociado a una menor probabilidad de desarrollar la enfermedad en la edad adulta (Ernst et al., 2023). Entre los mecanismos que se ven afectados nos encontramos con la mejora del flujo sanguíneo cerebral y reducción del estrés oxidativo. Del mismo modo se mejora la salud de las neuronas productoras de dopamina, clave en el control motor. Se llevan a cabo cambios beneficiosos en el cerebro que ayudan a mantener las redes neuronales activas y resistentes a la degeneración.

En términos generales, mantenerse activo físicamente no solo mejora los síntomas motores y no motores, sino que también promueve una mayor independencia y funcionalidad en las actividades diarias, consiguiendo una mejora de la calidad de vida. No debemos olvidarnos de la importancia de afrontar el trabajo desde una perspectiva global y holística, obteniendo beneficios psico-sociales que aumentan la motivación, el bienestar emocional y el control de variables psicológicas, sobre todo cuando hay una intervención grupal mediante actividades como el baile, el TaiChí o el senderismo.

- **Perspectiva Terapéutica.** En este apartado los efectos en los síntomas motores son significativos en base a los estudios, como el que recientemente se está llevando a cabo en la Clínica Universidad de Navarra, que valora las mejoras motoras y cognitivas a través de un programa de entrenamiento de 16 semanas cuyo eje principal es el ejercicio físico (Rodríguez-Oroz y Salinas, 2024). En general, la evidencia científica parece indicar un efecto positivo del ejercicio físico en la enfermedad de Párkinson. De manera más concreta, el entrenamiento de fuerza, el TaiChí y el yoga mejoran la movilidad, el equilibrio y reduce la rigidez muscular, así como la bradicinesia (lentitud en los movimientos). Estudios recientes destacan como el entrenamiento de alta intensidad puede ralentizar la progresión de la enfermedad y proteger las neuronas dopaminérgicas. Un efecto muy positivo es la reducción del riesgo de caídas, fortaleciendo los músculos principales de la marcha y mejorando la coordinación y el equilibrio.

En cuanto a los síntomas no motores, el ejercicio físico puede mejorar la memoria y la función ejecutiva, reduciendo el riesgo de deterioro cognitivo. En cuanto al estado de ánimo, las actividades físicas grupales o al aire libre reducen la ansiedad,

la depresión y mejoran la calidad del sueño. También nos encontramos con mejora en la memoria, la atención y la capacidad de toma de decisiones.

Ya hemos visto cómo el ejercicio y la actividad física no solo sirven como un tratamiento efectivo para los síntomas del Párkinson, sino también como una medida preventiva para proteger la salud cerebral a largo plazo. Aunque la enfermedad de Párkinson afecta al control del movimiento, se puede mejorar la calidad de vida de quienes la padecen. De manera sencilla quedaría resumido así:

- Mejora del movimiento. El Párkinson causa rigidez muscular, lentitud en los movimientos y temblores. El ejercicio o actividad como caminar, nadar o hacer yoga, ayuda a mantener los músculos más flexibles, reduciendo la rigidez y mejorando la coordinación.
- Aumento de la fuerza y el equilibrio. A medida que la enfermedad avanza, es común que las personas pierdan fuerza y equilibrio, lo que aumenta el riesgo de caídas. Los ejercicios de fuerza, como levantar pesas livianas o hacer sentadillas, y los ejercicios de equilibrio, como pararse sobre una pierna o practicar TaiChí, ayudan a mantener estos aspectos en mejor estado.
- Reducción del estrés y la ansiedad. Vivir con una enfermedad crónica como el Párkinson puede ser estresante. El ejercicio ayuda a liberar endorfinas, las “*hormonas de la felicidad*”, que mejoran el estado de ánimo, reducen la ansiedad y mejoran el sueño.
- Mejora de la función cerebral. Estudios que sugieren que el ejercicio regular puede ralentizar el avance de los síntomas del Párkinson al mejorar la circulación de sangre al cerebro y estimular la producción de dopamina, una sustancia clave para el control de los movimientos que se reduce en el Párkinson.
- Mayor independencia. Al mantener los músculos fuertes y mejorar el equilibrio, las personas con Párkinson pueden conservar su capacidad para realizar actividades diarias, como vestirse o caminar, por más tiempo.
- Aumento de la motivación y la confianza. Al notar mejoras en su movilidad y bienestar, las personas con Párkinson tienden a sentirse más capaces y motivadas para seguir activas, lo que puede contribuir a una visión más positiva de su situación.

Atendiendo a todo lo comentado anteriormente y, siguiendo las aportaciones de Omar et al., (2023), planteamos un decálogo que recoge los aspectos más importantes de los beneficios del ejercicio físico en la enfermedad de Párkinson, ideal para compartir con la población en general:

- Mejora el movimiento y la flexibilidad. El ejercicio ayuda a combatir la rigidez muscular y a mejorar la coordinación, facilitando actividades cotidianas.
- Fortalece los músculos y el equilibrio. Actividades como el entrenamiento con pesas y el TaiChí reducen el riesgo de caídas, mejorando la fuerza y el equilibrio.
- Reduce el estrés y mejora el estado de ánimo. El ejercicio estimula la liberación de endorfinas, lo que reduce la ansiedad y mejora la calidad del sueño.
- Estimula la salud cerebral. La actividad física favorece la producción de dopamina, una sustancia clave que se pierde en el Párkinson, lo que podría retrasar la progresión de la enfermedad.
- Mejora los síntomas no motores. El ejercicio alivia síntomas como la depresión, la fatiga, el insomnio y mejora la función cognitiva.
- Promueve la independencia. Mantener el cuerpo activo permite a las personas con Párkinson seguir realizando actividades cotidianas por más tiempo, conservando su autonomía.
- Estimula la neuroprotección. Estudios sugieren que el ejercicio podría proteger las neuronas y ralentizar la degeneración cerebral, lo que impacta positivamente a largo plazo.
- Es accesible para todos. No hay un tipo único de ejercicio recomendado. Actividades como caminar, nadar, bailar o yoga han mostrado beneficios en la mejora de la movilidad y la calidad de vida.
- Favorece la conexión social. Participar en clases grupales o caminatas al aire libre fomenta la interacción social, lo que también es clave para mejorar el bienestar emocional.
- Complementa los tratamientos médicos. Junto con la medicación, el ejercicio potencia los efectos del tratamiento farmacológico, permitiendo una mejor gestión de los síntomas.

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la patología del Párkinson

Las personas diagnosticadas de Párkinson por lo general presentan distintas afecciones que van a limitar su calidad de vida. Como se ha mencionado anteriormente el ejercicio físico puede ralentizar el deterioro neurodegenerativo relacionado con el movimiento al enfocarse en evitar la pérdida de la capacidad de generar tensión muscular (Cano de la Cuerda et al., 2010), mantener la habilidad en la contracción muscular o evitar su pérdida (Stevens-Lapsley et al., 2010; Durmus et al., 2010), preservar la velocidad de esa contracción muscular (Durmus et al., 2010), intentar mantener la capacidad de relajar la musculatura después de

una contracción (Paasuke et al., 2004) y reducir la fatiga generada por una contracción repetida (Stevens-Lapsley et al., 2012). En otras palabras, uno de los objetivos principales del ejercicio físico es evitar la debilidad muscular.

A la hora de la planificación de las sesiones de ejercicio físico a realizar con personas diagnosticadas de Párkinson, debemos tener presente las fluctuaciones que van a sufrir a lo largo del día. Estas fluctuaciones se deben a los efectos de la medicación antiparkinsoniana, que va a producir una fase de control sobre los síntomas (*fase on*) y otra fase donde no se puede controlar los síntomas (*fase off*). Por esta razón, es importante tener presente a la hora de programar las sesiones durante el día que la persona pueda o no responder de forma más favorable en función de la fase en la que se encuentre (Schapira et al., 2009).

Las sesiones deberían centrarse de forma progresiva en tres etapas claras que nos aseguren una buena concienciación del movimiento: las alteraciones posturales, el equilibrio estático y dinámico, y la marcha. Las características de los ejercicios que deben englobar estas etapas son las siguientes:

- Alteraciones posturales: Ejercicios de alineación de segmentos, la distribución del peso sobre la base de sustentación, el control del tono muscular en posturas estáticas y, trabajar con diferentes niveles de tensión muscular.
- Equilibrio estático y dinámico: Ejercicios que se centren en ajustes posturales que implican el sistema propioceptivo, situaciones de reajuste postural asociadas a la coordinación dinámica modificando las posiciones de la cabeza durante el movimiento en el agua, así como, la frecuencia y amplitud de los desplazamientos de los pies e introducir giros mediante pivotes y fuerzas desestabilizadoras externas. Este tipo de ejercicios debería estar presente 3 días en semana (Mitchell et al., 2024).
- La Marcha: Ejercicios diseñados para lograr la correcta colocación de los segmentos inferiores: colocación de los pies (trabajo de pronación/supinación y orientación), rodillas (elevación) y caderas (flexión y extensión). Ejercicios de coordinación, mediante la introducción de ejercicios más complejos que combinan el movimiento entre los segmentos superior e inferior. Pensados para evitar la pérdida del movimiento de brazo al caminar y para mejorar el movimiento automático. Deberíamos programarlos entre 2 o 3 días por semana y, entre 30 y 45 minutos por sesión, dependiendo del nivel de posibilidades de la persona (Ernst et al., 2024; Corcos et al., 2024).

Teniendo presente lo dicho anteriormente, deberíamos planificar los ejercicios atendiendo la siguiente progresión que a su vez nos servirá de evaluación del nivel de autonomía e independencia que tiene la persona diagnosticada de Párkinson:

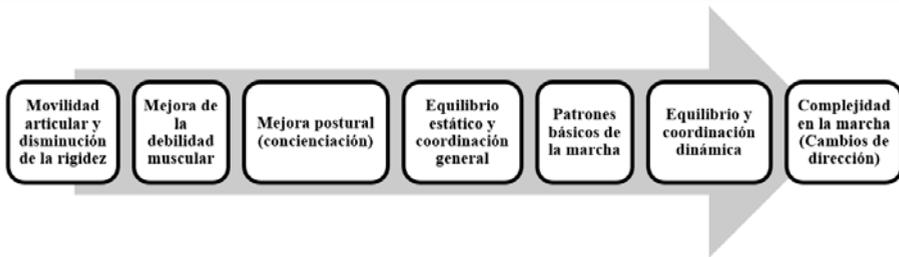


Ilustración 1. Propuesta de progresión de objetivos para el programa de ejercicio físico para personas diagnosticadas de Párkinson

Esta progresión de ejercicios, orientados a reducir o ralentizar la debilidad muscular y mejorar la marcha, deben realizarse de dos a tres veces por semana, en días alternos, procurando que la persona se encuentre en *fase on* (Mitchell et al., 2024). La limitación mayor que nos podemos encontrar es el exceso de rigidez muscular y la inestabilidad postural (falta de equilibrio y reajuste), por lo que se recomienda ejercitarse supervisado por otra persona. El tiempo de la sesión no debe exceder los 45 minutos, pero siempre adaptándonos a las posibilidades de la persona, mientras que las repeticiones van a depender del éxito en cada etapa de la progresión evitando la decepción o el exceso de estrés contenido por falta de éxito.

Por otro lado, los ejercicios cognitivos (García-López et al., 2023; Johansson et al., 2023) y de respiración (Montero Ferrero et al., 2019) son básicos en las personas diagnosticadas de Párkinson. Estos ejercicios están basados en multitareas que involucren la respiración, por ejemplo, el baile (do Santos Duarte et al., 2023; Simpkins & Yang, 2024) y el TaiChí son actividades dinámicas que involucran estos aspectos. Además, al hacer los movimientos de forma rítmica y continua pueden permitirnos una mejora aeróbica de la persona que lo realiza. Estos ejercicios se pueden realizar todos los días y, más si se realizan de forma conjunta con otras personas, favoreciendo la integración y relación social. Los ejercicios rítmicos de carácter aeróbico y el TaiChí se han mostrado muy eficaces para reducir el daño oxidativo y preservar la capacidad cognitiva en personas diagnosticadas de Párkinson (Tsai et al., 2025). Si bien el TaiChí no se muestra como la herramienta más eficiente para mejorar la longitud de zancada y la cadencia de la marcha (Zhu et al., 2023). En este sentido, cabe destacar al Nordic Walking como una alternativa muy segura para poder realizar este tipo de ejercicios aeróbicos y de mejora de la habilidad de la marcha con seguridad (Zhang et al., 2023; Mitchell et al., 2024).

La importancia de la movilidad en estas personas es fundamental con el objetivo claro de intentar reducir la rigidez muscular y conseguir el adecuado reajuste de tensiones (Mitchell et al., 2024), tal y como hemos visto en el principio de este

apartado. Los debemos introducir de 15 a 20 minutos todos los días. Este tipo de ejercicios no sólo deben basarse en estiramientos estáticos, sino en el control de la movilidad, implicando un trabajo cognitivo que ayude a la concienciación postural, y ayudándonos de ejercicios de control de la respiración (McMahon et al., 2024).

Actualmente, con el uso de las nuevas tecnologías, se han implementado un gran número de aplicaciones móviles y videojuegos de ejercicios interactivos (*exergames*) que buscan la adherencia a la actividad física y al ejercicio físico. Haciendo la actividad gratificante, generando más motivación e intentando asegurar la estimulación necesaria en el tiempo de ejecución. Los estudios nos demuestran que son muy útiles para aumentar la adherencia y la calidad de vida de la persona diagnosticada de Párkinson. Pero se necesita un mayor número de estudios que lo evidencien (Özden, 2023), lo mismo sucede con el uso de la realidad virtual (Know et al., 2023).

5. Conclusiones

Nos gustaría terminar este capítulo incidiendo en las consideraciones que deben tener presente la persona diagnosticadas de Párkinson a la hora de hacer actividad física:

- Haz algo que te guste. Si no estás acostumbrado a estar activo, o si todavía te estás encontrando bien con el Parkinson, entonces es importante que pruebes actividades que disfrutes. Existen numerosos deportes y actividades amigables para el Parkinson, o incluso puede intentar mantenerse activo en casa.
- Sigue desafiándote a ti mismo. Una vez que comiences a estar activo, piensa en formas de aumentar las actividades cada semana o prueba nuevas actividades que te desafíen.
- Haz que la actividad física sea parte de tu rutina. Pídele a un amigo que esté activo contigo cada semana o lleva un diario activo para registrar tu progreso. Llevar un registro de tus actividades también te ayudará a ver lo que funciona para ti.
- No te rindas. Recuerda que el primer paso es siempre el más difícil y estar activo se trata de incorporar una rutina a tu estilo de vida. No se trata de correr maratones, sino que debes encontrar una actividad que disfrutes y quieras seguir haciendo

6. Referencias bibliográficas

Ahmad, S. O., Longhurst, J., Stiles, D., Downard, L., & Martin, S. (2023). A meta-analysis of exercise intervention and the effect on Parkinson's Disease symptoms. *Neuroscience Letters*, 801, 137-162.

- Ascherio, A., & Schwarzschild, MA. (2016). The epidemiology of Parkinson's disease: Risk factors and prevention. *The Lancet. Neurology*, 15(12), 1257-1272.
- Ball, N., Teo, WP., Chandra, S., & Chapman, J. (2019). Parkinson's disease and the environment. *Frontiers in neurology*, 10, 421551
- Ben-Shlomo, Y., Darweesh, S., Llibre-Guerra, J., Marras, C., San Luciano, M., & Tanner, C. (2024). The epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet (London, England)*, 403(10423), 283-292.
- Berardelli, A., Wenning, GK., Antonini, A., Berg, D., Bloem, BR., Bonifati, V., Brooks, D., Burn, DJ., Colosimo, C., Fanciulli, A., Ferreira, J., Gasser, T., Grandas, F., Kanovsky, P., Kostic, V., Kulisevsky, J., Oertel, W., Poewe, W., Reese, J.-P., ... Vidailhet, M. (2013). EFNS/MDS-ES/ENS [corrected] recommendations for the diagnosis of Parkinson's disease. *European Journal of Neurology*, 20(1), 16-34.
- Cano-de-la-Cuerda R, Perez-de-Heredia M, Miangolarra-Page JC, Munoz-Hellin E, & Fernandez-de-Las-Penas C. (2010). Is there muscular weakness in Parkinson's disease? *Am J Phys Med Rehabil*. 89, 70-76.
- Chen, Z., Li, G., & Liu, J. (2020). Autonomic dysfunction in Parkinson's disease: Implications for pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Neurobiology of Disease*, 134, 104700.
- Corcos, DM., Lamotte, G., Luthra, NS., & McKee, KE. (2024). Advice to People with Parkinson's in My Clinic: Exercise. *Journal of Parkinson's disease*, 14(3), 609-617.
- Dickson, DW. (2012). Parkinson's Disease and Parkinsonism: Neuropathology. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(8), a009258.
- Dickson, DW., Braak, H., Duda, JE., Duyckaerts, C., Gasser, T., Halliday, GM., Hardy, J., Leverenz, J. B., Del Tredici, K., Wszolek, ZK., & Litvan, I. (2009). Neuropathological assessment of Parkinson's disease: Refining the diagnostic criteria. *The Lancet. Neurology*, 8(12), 1150-1157.
- Dorsey, ER., Sherer, T., Okun, MS., & Bloem, BR. (2018). The emerging evidence of the Parkinson pandemic. *Journal of Parkinson's disease*, 8(s1), S3-S8.
- Duarte, JDS., Alcantara, WA., Brito, JS., Barbosa, LCS., Machado, IPR., Furtado, VKT., ... & Bahia, CP. (2023). Physical activity based on dance movements as complementary therapy for Parkinson's disease: Effects on movement, executive functions, depressive symptoms, and quality of life. *PLoS one*, 18(2), e0281204.
- Durmus B, Baysal O, Altınayar S, Altay Z, Ersoy Y, & Özcan C. (2010). Lower extremity isokinetic muscle strength in patients with Parkinson's disease. *Journal of Clinical Neuroscience*, 10, 893-896.
- Ernst, M., Folkerts, AK., Gollan, R., Lieker, E., Caro-Valenzuela, J., Adams, A., ... & Kalbe, E. (2024). Physical exercise for people with Parkinson's disease: a systematic review and network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, Art. No.: CD013856.
- García-López, H., de los Ángeles Castillo-Pintor, M., Castro-Sánchez, A. M., Lara-Palomo, I. C., Obrero-Gaitán, E., & Cortés-Pérez, I. (2023). Efficacy of Dual-Task Training in Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Movement Disorders Clinical Practice*, 10(9), 1268-1284.
- ICOPE (2022). Guía sobre la evaluación y los esquemas de atención centrados en la persona en la atención primaria de salud. Organización Mundial de la Salud.
- Johansson, H., Folkerts, AK., Hammarström, I., Kalbe, E., & Leavy, B. (2023). Effects of motor-cognitive training on dual-task performance in people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurology*, 270(6), 2890-2907.
- Kwon, SH., Park, JK., & Koh, YH. (2023). A systematic review and meta-analysis on the effect of virtual reality-based rehabilitation for people with Parkinson's disease. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 20(1), 94.
- McMahon, L., McGrath, D., Blake, C., & Lennon, O. (2024). Responsiveness of respiratory function in Parkinson's Disease to an integrative exercise programme: A prospective cohort study. *Plos one*, 19(3), e0301433.
- Mitchell, AK., Bliss, RR., & Church, FC. (2024). Exercise, Neuroprotective Exerkines, and Parkinson's Disease: A Narrative Review. *Biomolecules*, 14(10), 1241.
- Montero Ferro, A., Basso-Vanelli, RP., Moreira Mello, RL., Sanches Garcia-Araujo, A., Gonçalves Mendes, R., Costa, D., & Gianlorenço, A.C. (2019). Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, lung function, functional capacity and cardiac autonomic function in Parkinson's disease: Randomized controlled clinical trial protocol. *Physiotherapy Research International*, 24(3), e1777.
- Moustafa, AA., Chakravarthy, S., Phillips, JR., Gupta, A., Keri, S., Polner, B., ... & Jahanshahi, M. (2016). Motor symptoms in Parkinson's disease: A unified framework. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 727-740.
- Nelson, L. M. (2018). Physical Activity and Parkinson Disease Risk: An Intriguing Link. *JAMA Network Open*, 1(5), e182633.

- Ou, Z., Pan, J., Tang, S., Duan, D., Yu, D., Nong, H., & Wang, Z. (2021). Global Trends in the Incidence, Prevalence, and Years Lived with Disability of Parkinson's Disease in 204 Countries/Territories From 1990 to 2019. *Frontiers in Public Health*, 9, 776847.
- Özden, F. (2023). The effect of mobile application-based rehabilitation in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 225, 107579.
- Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H, Joost K, Mottus K, & Taba P. (2004). Leg-extension strength and chair-rise performance in elderly women with Parkinson's disease. *J Aging Phys Act*, 12, 511–524.
- Pezzoli, G., & Cereda, E. (2013). Exposure to pesticides or solvents and risk of Parkinson disease. *Neurology*, 80(22), 2035-2041.
- Reyes-Medina, Br. & Guerrero-Castañeda, RF. (2024). Promoción del ejercicio físico como cuidado en el adulto mayor. *Benessere, Revista de Enfermería*, 9(1), 1-11.
- Schapira, AHV., Emre, M., Jenner, P., & Poewe, W. (2009). Levodopa in the treatment of Parkinson's disease. *European Journal of Neurology*, 16(9), 982-989.
- Simpkins, C., & Yang, F. (2023). Do dance style and intervention duration matter in improving balance among people with Parkinson's disease? A systematic review with meta-analysis. *Parkinsonism & related disorders*, 106, 105231.
- Stevens-Lapsley J, Benzi M. Kluger BM, & Schenkman M. (2012). Quadriceps Muscle Weakness, Activation Deficits, and Fatigue with Parkinson Disease. *Neurorehabil Neural Repair*, 26, 533-541.
- Tsai, CL., Chien, CY., Pan, CY., Tseng, YT., Wang, TC., & Lin, TK. (2024). Effects of long-term Tai Chi vs. aerobic exercise on antioxidant activity and cognitive function in individuals with Parkinson's disease. *Behavioural Brain Research*, 476, 115274.
- Vlaar, T., Kab, S., Schwaab, Y., Fréry, N., Elbaz, A., & Moisan, F. (2018). Association of Parkinson's disease with industry sectors: A French nationwide incidence study. *European Journal of Epidemiology*, 33(11), 1101-1111.
- von Campenhausen, S., Bornschein, B., Wick, R., Bötzel, K., Sampaio, C., Poewe, W., Oertel, W., Siebert, U., Berger, K., & Dodel, R. (2005). Prevalence and incidence of Parkinson's disease in Europe. *European Neuropsychopharmacology: The Journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 15(4), 473-490.
- Zeng, XS., Geng, WS., Jia, JJ., Chen, L., & Zhang, PP. (2018). Cellular and Molecular Basis of Neurodegeneration in Parkinson Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 109.
- Zhang, M., Li, F., Wang, D., Ba, X., & Liu, Z. (2023). Exercise sustains motor function in Parkinson's disease: Evidence from 109 randomized controlled trials on over 4,600 patients. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1071803.
- Zhu, PA., Lu, QQ., Li, ZL., Hu, RL., Xu, S., Brodersen, L., ... & Bao, X. (2023). Efficacy of Tai Chi on lower limb function of Parkinson's disease patients: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in aging neuroscience*, 15, 1096417.

Ejercicio físico para la mejora de la fatiga y calidad de vida en personas con esclerosis múltiple

Jacobo Á. Rubio-Arias¹ - jararias@ual.es

Nuria Marín-Jiménez^{1,2} - nmjimenez@ual.es

Domingo J. Ramos Campo³ - domingojesus.ramos@upm.es

Luis Andreu-Caravaca^{4,5} - landreu@ucam.edu

¹Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Educación, Centro de Investigación en Salud. Universidad de Almería.

²GALENO Research Group, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Educación, Universidad de Cádiz / Instituto de Investigación e Innovación Biomédica de Cádiz (INIBICA).

³LFE Research Group, Department of Health and Human Performance, Faculty of Physical Activity and Sport Science (INEF), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain.

⁴Facultad de Deporte. Universidad Católica de Murcia.

⁵Departamento de Fisiología Nutrición Aplicada al Deporte. Universidad Católica de Murcia.

Resumen

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune neurodegenerativa del sistema nervioso central que afecta principalmente a adultos jóvenes y es una de las principales causas de discapacidad neurológica. Se caracteriza por desmielinización, inflamación y degeneración axonal, con múltiples síntomas y manifestaciones que varían entre las personas afectadas. Estudios recientes subrayan la importancia del ejercicio físico como complemento al tratamiento farmacológico, ya que puede actuar como un elemento neuroprotector y mejorar la movilidad funcional, la fatiga, la fuerza muscular, el equilibrio y la aptitud física, mejorando por ende la calidad de vida de las personas con EM.

La prescripción de ejercicio debe ser cuidadosamente planificada y adaptada de forma individual, considerando las características, las condiciones clínicas y las limitaciones de la persona con EM. Los componentes de ejercicio más utilizados y cuya efectividad ha sido ampliamente demostrada son el ejercicio aeróbico (idealmente al 40-60% de la frecuencia cardíaca máxima o con una Percepción Subjetiva del Esfuerzo, RPE por sus siglas en inglés, de 11-13) y el entrenamiento de fuerza (al 70-80% de 1 Repetición Máxima o con un RPE de 8-15). Este enfoque requiere una evaluación continua y ajustes regulares para asegurar la efectividad y la seguridad del programa de ejercicio, incluyendo la monitorización de la intensidad mediante el RPE para adaptar las cargas de trabajo de forma óptima.

En conclusión, aunque el ejercicio físico no modifica la progresión de la EM, desempeña un papel crucial en la mejora de la calidad de vida, al mejorar los síntomas y la funcionalidad general, siendo una parte central de la planificación terapéutica para las personas con EM. Se recomienda la integración de estrategias basadas en la evidencia y supervisadas por especialistas para maximizar los beneficios del ejercicio físico en esta población.

Palabras clave: aptitud física; discapacidad; autonomía funcional; planificación y prescripción; ejercicio supervisado.

1. Introducción

En la actualidad existen varias enfermedades que afectan al sistema nervioso (SN), entre las que se encuentra la esclerosis múltiple (EM), siendo una de las enfermedades neurológicas más frecuente en adultos jóvenes, de entre 20 y 40 años (Harbo et al., 2013), con una prevalencia total de 33 por cada 100.000 personas (Vidal-Jordana & Montalban, 2017) y afectando a más de 2 millones de personas en todo el mundo (Dalgas et al., 2019). Además, la incidencia y prevalencia de EM está aumentando a nivel mundial, incluso en regiones del mundo donde tradicionalmente era de baja prevalencia. Concretamente, en España, los últimos estudios de epidemiología muestran valores de prevalencia media-alta (80-100 casos por 10.000) (Pérez-Carmona et al., 2019). La EM representa una de las principales causas de discapacidad e invalidez en Estados Unidos y Europa (Barten et al., 2010; Tullman, 2013) y que provoca importantes limitaciones en la vida personal, social y laboral de las personas, suponiendo un gran problema de salud pública (Moral Torres et al., 2020).

2. Fisiopatología y manifestaciones Clínicas

La EM es una enfermedad inflamatoria autoinmune neurodegenerativa progresiva del SN central, que provoca la desmielinización y degeneración axonal (Compston & Coles, 2008; Vidal-Jordana & Montalban, 2017). La inflamación es transitoria y la remielinización se produce, pero no es duradera (Compston & Coles, 2008). Durante el progreso de la EM se produce una desmielinización del nervio, debido a la inflamación progresiva orquestada por las células-T (Zozulya & Wiendl, 2008) que provoca la degeneración axonal y de las vainas de mielina que envuelven el nervio óptico, la médula espinal, el tronco encefálico, el cerebelo y/o la sustancia gris periventricular (Chung, 2019). Este proceso puede resultar en múltiples placas (esclerosis) en la materia blanca del cerebro y en la médula espinal. Estas placas pueden convertirse en cicatrices permanentes que alteran la transmisión nerviosa (Ingram et al., 1988). Además, las personas con EM también pueden tener lesiones en otras áreas cerebrales, como los centros de control autónomo, que pueden dar lugar a disfunciones que afectan al SN simpático (SNS) y al SN parasimpático (SNP) generando alteraciones sobre la función cardiovascular (Monge-Argilés et al., 2009).

Coloquialmente, la EM es conocida como la enfermedad de las mil caras, debido a la heterogeneidad de sus síntomas, manifestaciones, evolución y ritmo de progreso (Compston & Coles, 2008). No obstante, en función de la evolución clínica, se pueden diferenciar cuatro tipos (formas/fenotipos) principalmente (Klineova & Lublin, 2018; Lublin et al., 2014) (Ilustración 1): 1. Síndrome Clínico Aislado (SCA); 2. Esclerosis Múltiple Remitente-Recurrente (EMRR); 3. Esclerosis Múltiple Secundaria Progresiva (EMSP); 4. Esclerosis Múltiple Primaria Progresiva (EMPP) (Klineova & Lublin, 2018; Lublin et al., 2014).

Entre los diferentes fenotipos, la EMRR es la más común, con una frecuencia aproximadamente del 85%. Se caracteriza por periodos alternos de disfunción neurológica (recaídas y periodos de relativa estabilidad clínica libre de nuevos síntomas neurológicos). Entre el 50-70% de los pacientes con EMRR progresan a EMSP con una progresión no uniforme y con posibles recaídas superpuestas. Finalmente, la EMPP es el fenotipo con menor frecuencia (10-20%) y que se caracteriza por una progresión continua no uniforme desde el inicio de la enfermedad con posibles brotes superpuestos y/o períodos de estabilidad clínica (Asociación Española de Esclerosis Múltiple España, n.d.; Lublin et al., 2014).

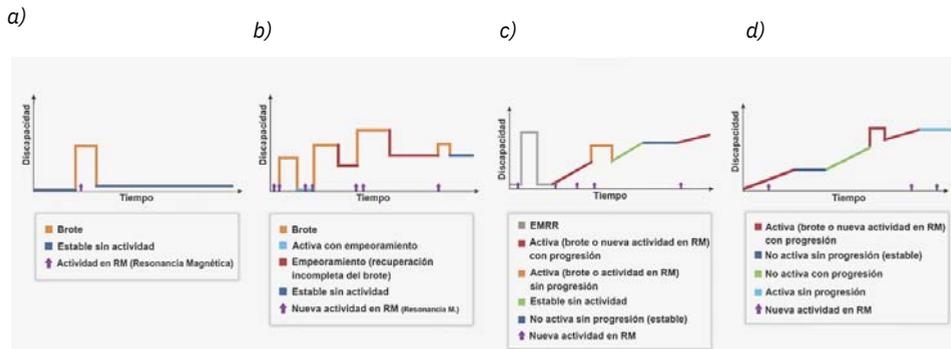


Ilustración 1. Tipos de esclerosis múltiple. RM: Resonancia magnética. NOTA: Modificado de Asociación Española de Esclerosis Múltiple España y Lublin et al., 2014. A) Síndrome Clínico Aislado (SCA); b) Esclerosis Múltiple Remitente-Recurrente (EMRR); c) Esclerosis Múltiple Secundaria Progresiva (EMSP); d) Esclerosis Múltiple Primaria Progresiva (EMPP).

No obstante, las últimas investigaciones recomiendan realizar anualmente nuevas evaluaciones que informen de la actividad de la enfermedad (activa vs. no activa) y la progresión de la enfermedad (con o sin progresión) (Lublin et al., 2014; Oh et al., 2018). Esta clasificación fue propuesta en 2012 por la National Multiple Sclerosis Society en el Comité Europeo para el Tratamiento y la Investigación en la EM. Además, se decidió eliminar el término de EM recidivante progresiva propuesto inicialmente en 1996 para facilitar el seguimiento clínico e incluir el término SCA (Lublin et al., 2014).

Esta enfermedad conduce a una discapacidad que varía entre personas y que puede incrementarse con el tiempo. El nivel de discapacidad en personas con EM es evaluado por neurólogos utilizando varias herramientas estandarizadas. Entre estas, se encuentra la Escala de Sistemas Funcionales de Kurtzke (Chung, 2019), que evalúa funciones específicas como la visión, función motora y cognición. Sin embargo, la herramienta más utilizada para una evaluación comprensiva es la Escala Expandida del Estado de Discapacidad (EDSS) propuesta por Kurtzke en

1983 (Kurtzke, 1983). La EDSS integra los puntajes de la escala de sistemas funcionales y la capacidad de caminar para proporcionar un puntaje de discapacidad general que varía de 0, indicando ninguna limitación funcional, hasta 10, que representa la muerte atribuible a la EM.

Entre los signos más comunes de la EM se encuentran la neuritis óptica, el nistagmo, la parestesia y la espasticidad. Los síntomas reportados por las personas con EM incluyen debilidad muscular, fatiga sintomática, entumecimiento, alteraciones visuales, dificultades para la marcha, el equilibrio y la coordinación, disfunción de la vejiga e intestinal, disfunción cognitiva, mareo y vértigo, depresión, cambios emocionales, disfunción sexual y/o dolor. Estos signos y síntomas varían de una persona a otra y se asocian con el área y el grado de desmielinización del sistema nervioso central (SNC) (Chung, 2019). La espasticidad (Kjølhed et al., 2015), la ataxia, la atrofia muscular (de Silva et al., 2019), la debilidad y la disminución de la fuerza muscular, debido a una menor capacidad para activar las unidades motoras de las extremidades inferiores (Ng et al., 2004), pueden conducir a un deterioro del control postural, del equilibrio y de la movilidad (Anacker & Di Fabio, 1992; Citaker et al., 2013). Además, La debilidad muscular pronunciada, especialmente en los miembros inferiores, agrava los síntomas y limita las tareas de la vida diaria, lo que puede llevar a una peor calidad de vida relacionada con la salud (Jones et al., 2016). Las personas con EM presentan diferentes problemas psicofisiológicos como ansiedad, depresión, baja autopercepción física y general (Boeschoten et al., 2017), una elevada percepción de la fatiga sintomática y una elevada percepción del dolor (Ysrraelit et al., 2018) (Tabla 1).

La sintomatología que se deriva de la enfermedad también puede afectar al sistema cardiovascular. Los estudios han sugerido que la desregulación autonómica cardiovascular puede manifestarse como una alteración de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), provocando un aumento de la actividad del SNS (Tracy et al., 2016), lo que puede conducir a un mayor riesgo de muerte súbita, arritmias o hipertrofia ventricular izquierda (Shen & Zipes, 2014). Aunque el efecto de la EM sobre la actividad del SNP parece poco claro debido al limitado número de estudios, las personas con EM pueden sufrir alteraciones significativas relacionadas con el control autónomo cardíaco que conducen a una disminución de la calidad del sueño (McHugh et al., 2012).

En este sentido, las alteraciones del sueño son comunes en la EM y afectan al ~70% de los pacientes (Merlino et al., 2009). A la falta de una buena calidad del sueño pueden contribuir en parte otros síntomas relacionados con la EM, como el dolor y la fatiga, así como los efectos perjudiciales de la inmunoterapia y los medicamentos sintomáticos (Bøe Lunde et al., 2012). Los pacientes con EM que no duermen bien han mostrado un mayor riesgo de desarrollar afecciones comórbidas (por ejemplo, obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas), lo que tendría también un impacto significativo en el estado de salud (Attarian, 2009).

Tabla 1. Consideraciones clínicas más importantes ante personas con esclerosis múltiple

Consideraciones clínicas

Debilidad muscular
Afectación piramidal (hiperreflexia, signo de Babinski y espasticidad)
Fatiga sintomática (agravada por el calor y el avance del día)
Alteración de la marcha (velocidad más lenta y dificultad para caminar e iniciar la marcha)
Mayor demanda energética durante el movimiento
Pobre flexibilidad, control del equilibrio y coordinación
Balanceo postural más rápido
Posible necesidad de dispositivos de ayuda
Problemas de sueño
Nivel físico inferior
Ataxia
Temblores de cabeza y cuerpo
Alteración sensitiva (parestias o hipoestusias)
Daños en la cognición*
Depresión
Neuritis óptica
Oftalmoplejía internuclear
Nistagmo
Historia clínica
Medicamentos
Posible necesidad de un acompañante de apoyo

NOTA: Modificada de Chung (2019) (Chung, 2019). *Memoria, percepción visoespacial, atención, razonamiento abstracto, resolución de problemas y formación de conceptos, fluencia verbal, velocidad de procesamiento de datos.

3. Beneficios de la práctica de ejercicio físico en personas con esclerosis múltiple

En la actualidad, aunque se están haciendo avances en la terapia en personas con EM (Mutukula et al., 2021), se trata de una enfermedad que no tiene cura. Existen diferentes tipos de tratamiento para las personas con EM y, aunque el tratamiento farmacológico puede mejorar los síntomas, modificar su curso y reducir las recaídas y lesiones (Weideman et al., 2017), se ha demostrado que el ejercicio físico es un factor protector (Dalgas et al., 2019) y puede servir de complemento al tratamiento médico con la finalidad de mejorar la movilidad funcional, la autonomía y la calidad de vida de las personas con EM (Amatya et al., 2019).

El papel del ejercicio físico en el proceso de mejora de la calidad de vida en personas con EM ha sido controvertido, ya que hasta finales del siglo XX se desaconsejaba el ejercicio físico en personas con EM (Sutherland & Andersen, 2001). La prohibición del ejercicio físico en esta población se basaba en el aumento de la temperatura corporal provocada por el ejercicio, la cual se asociaba a un

aumento de la fatiga sintomática en los días siguientes al ejercicio, así como a un mayor riesgo de empeoramiento de los síntomas de la enfermedad e incluso al aumento del riesgo de sufrir recaídas o brotes (Sutherland & Andersen, 2001). Durante muchos años, esta recomendación, junto con el nivel de discapacidad, ha provocado que las personas con EM realicen cantidades muy bajas de actividad física, lo que a su vez empeoraba algunos de los principales síntomas como la fatiga y la debilidad muscular (Snook & Motl, 2008), descendiendo, en consecuencia, la calidad de vida de las personas con esta patología.

Sin embargo, asociada a la progresión natural de la enfermedad, la inactividad física parece ser un factor clave que presenta una prevalencia mayor en los pacientes con EM en comparación con personas que no sufren esta enfermedad (Casey et al., 2018). En este sentido, se ha concluido que un estilo de vida sedentario podría empeorar los síntomas de estos pacientes, acelerar el declive físico (fatiga, disminución de la calidad de vida, debilidad muscular, pérdida de equilibrio) y, por lo tanto, la discapacidad de la enfermedad (Charron et al., 2018). En contraposición al estilo de vida sedentario, el ejercicio físico ha demostrado inhibir la desmielinización en modelos animales (Kim & Sung, 2017) y aumentar la liberación del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) (White & Castellano, 2008), lo que sugiere que, de forma prometedora, podría actuar como elemento neuroprotector. Por todo ello, la inclusión de programas de ejercicio físico en personas con EM es esencial para frenar las deficiencias funcionales y la debilidad muscular relacionadas con la progresión de la enfermedad (Dalgas et al., 2009; Jørgensen et al., 2017). Además, el ejercicio físico, según recientes investigaciones, podría conducir a mejoras significativas en la salud física (Motl & Gosney, 2008), la función cognitiva (Ruiz-González et al., 2021), la fatiga sintomática (Cruickshank et al., 2015), la fuerza muscular (Andreu-Caravaca et al., 2023), el equilibrio y la capacidad aeróbica (Motl & Pilutti, 2012) de las personas con EM. Como se ha comentado en líneas anteriores de este capítulo, las personas con EM presentan trastornos de sueño y, aunque habitualmente se tratan con terapias cognitivo-conductuales (Ballesio et al., 2018), otras estrategias no farmacológicas, como el ejercicio físico se consolidan como herramientas válidas y efectivas para tratar estos trastornos en adultos mayores (Ferris et al., 2005) y en personas con trastornos neurológicos (Bahmani et al., 2019) como los pacientes de EM.

En este sentido, los beneficios del ejercicio físico en personas con EM son prometedores y el número de estudios que apoyan el uso de esta estrategia no farmacológica para mejorar la calidad de vida de los pacientes con EM es cada vez mayor (Andreu-Caravaca et al., 2021). Aunque tradicionalmente se ha recomendado el entrenamiento aeróbico en personas con EM (Motl & Gosney, 2008), en la actualidad se han implementado otros tipos de ejercicio como el yoga (McDonnell et al., 2011), el pilates (Sánchez-Lastra et al., 2019) y el entrenamiento

con vibración de cuerpo completo (Castillo-Bueno et al., 2018) como tratamientos físicos que podrían producir beneficios en personas con EM. Todas estas modalidades de ejercicio físico han mostrado mejoras de moderadas a grandes en la capacidad funcional, el equilibrio, la fatiga o la fuerza (Motl & Gosney, 2008) en esta población.

Numerosos estudios han mostrado los beneficios potenciales del entrenamiento aeróbico con resultados prometedores (Niwald et al., 2017). El entrenamiento aeróbico mejora los parámetros neuroendocrinos, los factores neurotróficos y la función de coordinación, así como la calidad de vida y el equilibrio, en personas con EM (Schulz et al., 2004). Además, el entrenamiento aeróbico aumenta la capacidad aeróbica submáxima y máxima, lo que indica mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria (Feys et al., 2019) y en la percepción de fatiga (Dohrn et al., 2016). Otros autores han encontrado mejoras en la capacidad funcional y en la velocidad de la marcha tras los programas de entrenamiento aeróbico (Straudi et al., 2014). Estas variables, en particular, se han asociado con la calidad de vida y la autonomía, siendo dos de las variables más importantes en poblaciones con enfermedad crónica progresiva (Dohrn et al., 2016). En esta línea, un metaanálisis reciente (Andreu-Caravaca et al., 2021) ha mostrado que el entrenamiento aeróbico mejora la velocidad de la marcha, la resistencia y el equilibrio y que, utilizando métodos continuos y ejercicios basados en la marcha, se podrían optimizar las mejoras del entrenamiento aeróbico en esta población. Otro de los tipos de entrenamiento que se emplean con personas con EM es el entrenamiento tradicional de fuerza (RT). Al igual que el entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de fuerza (en adelante, RT por sus siglas en inglés) puede mejorar la capacidad funcional (White et al., 2004). Además, se ha demostrado que esta modalidad de entrenamiento aumenta la actividad del SNC (Carroll et al., 2001), y estudios recientes han demostrado que puede aumentar la actividad del SNP y disminuir la del SNS (Gambassi et al., 2019), lo que podría conducir a una mejora de la calidad del sueño (Gouin et al., 2013).

En un esfuerzo por revertir la sintomatología de la EM, el RT es una herramienta eficaz para mejorar la activación de los músculos de las extremidades inferiores (Fimland et al., 2010). Diferentes metaanálisis han demostrado una mejora en la contracción voluntaria máxima (MVIC) tras una intervención con RT (Platta et al., 2016). El RT en personas con EM ha demostrado no sólo mejoras en la fuerza muscular o la capacidad funcional (Dalgas et al., 2009), sino también una reducción de la fatiga, una mejora del estado de ánimo, la calidad de vida (Dalgas et al., 2010) y el perfil psicosocial (por ejemplo, ansiedad, depresión o calidad de vida relacionada con la salud) (Kierkegaard et al., 2016). Además, el RT tiene un mayor impacto sobre el sistema neuromuscular en comparación con otros tipos de entrenamiento (por ejemplo, el aeróbico), lo que sugiere que es un tipo de entrenamiento con mayores beneficios para las personas con EM (Kjølhede,

Vissing, De Place, et al., 2015). En este sentido, un metaanálisis reciente (Torres-Costoso et al., 2021) ha mostrado que el RT tiene mayores beneficios sobre la fatiga física y la fatiga general que el entrenamiento aeróbico.

La fatiga percibida es un síntoma común de la enfermedad y está presente en aproximadamente el 53-92 % de las personas con EM (Flachenecker et al., 2002), influyendo negativamente sobre la calidad de vida, la capacidad funcional y en el equilibrio de estos individuos (Kalron, 2016). En este sentido, se ha demostrado que los programas de RT disminuyen la fatiga percibida, lo que podría interactuar mejorando la calidad de vida o la capacidad funcional (Jones et al., 2016). En este sentido, un estudio reciente ha mostrado que el RT es un sistema de entrenamiento adecuado para regular el sistema autonómico y mejorar la calidad del sueño (Andreu-Caravaca et al., 2021). Así, el RT se ha convertido en un elemento esencial en el proceso de mejora de la aptitud física de las personas con EM (Motl & Pilutti, 2016), mostrando beneficios en la mejora de la fuerza muscular, la capacidad funcional, función cognitiva y fatiga (Andreu-Caravaca et al., 2022). Por todo ello, los esfuerzos deberían dirigirse a buscar tipos de entrenamientos basados en el RT para la mejora de la sintomatología en general y de la fatiga en concreto y, por lo tanto, de la calidad de vida en personas con EM.

El mecanismo subyacente al déficit de fuerza muscular encontrado en los pacientes con EM tiene su origen en factores tanto estructurales (Carroll et al., 2005) como neuronales (Ng et al., 2004). En cuanto a los factores estructurales, diferentes estudios han encontrado modificaciones en la distribución de las fibras musculares (Kent-Braun et al., 1997) y en el tamaño del músculo (Garner & Widrick, 2003) con respecto a poblaciones similares sin enfermedad. En este sentido, y como se ha mencionado anteriormente, la reducción de la capacidad de producir fuerza conduce a un empeoramiento de la capacidad funcional del individuo (Bosnak-Guclu et al., 2012), lo que se traduce en una disminución de la autonomía del paciente. Además, el equilibrio, tanto estático como dinámico, también se ve afectado por la disminución de la fuerza muscular de las extremidades inferiores (Citaker et al., 2013). En las personas con EM, el equilibrio es otro problema importante, ya que tiene una estrecha relación con el riesgo de caídas (Sosnoff et al., 2011). Por lo tanto, la mejora de la fuerza puede aumentar el equilibrio estático y dinámico y reducir el riesgo de caídas (Bento et al., 2010). También existen beneficios neuromusculares (por ejemplo, el impulso neural) tras 3 semanas de RT máxima (Fimland et al., 2010), así como mejoras en la resistencia de marcha y la velocidad de la misma en las personas con EM (Pearson et al., 2015) en comparación con el grupo control. Al mismo tiempo, varios estudios han concluido que existe una estrecha relación entre la fuerza de las extremidades inferiores y la marcha, lo que sugiere la necesidad de mejorar el rendimiento neuromuscular para conseguir beneficios en la movilidad general y la calidad de vida (Ramari et al., 2020). En concreto, un metaanálisis realizado por Andreu-Caravaca et al. (2022

demonstró que el RT mejoraba la resistencia y la velocidad de la marcha en participantes con EM. Por todo ello, el RT podría ser una de las herramientas más eficaces para la mejora de la sintomatología de las personas con EM.

Recientemente se ha planteado la hipótesis de que el RT ejecutando la fase concéntrica del movimiento a la máxima velocidad voluntaria (Fast Velocity Concentric Resistance Training, FVCRT) podría tener una mayor capacidad para mejorar las variables neuromusculares, como la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) (Blazevich et al., 2020). Las personas con EM muestran un déficit en la producción de fuerza en periodos cortos de tiempo por la desmielinización y las lesiones o placas cerebrales, las cuales dificultan la transmisión de impulsos nerviosos a alta velocidad (Jørgensen et al., 2017). En este contexto, la mejora del RFD podría ser un factor clave en la mejora la aptitud física ya que estudios previos muestran una estrecha relación entre el RFD y diferentes tareas de la vida diaria (Kjølhede et al., 2015), como levantarse de una silla o mantener el equilibrio estando de pie, lo que subraya la importancia de enfocar el entrenamiento a la mejora del RFD. Además, la intención de producir fuerza a la máxima velocidad durante la fase concéntrica conduce a mayores demandas neurales (Jenkins et al., 2017) y las posibles adaptaciones neuromusculares podrían conducir a mayores ganancias en la capacidad funcional o el equilibrio, entre otros (Da Rosa Orssatto et al., 2019). Por ello, este tipo de entrenamiento también está siendo aplicado en adultos mayores y en personas con enfermedades asociadas a la edad, para la mejora de la fuerza y la capacidad funcional. En conjunto, aunque la literatura aún está comenzando a desarrollar este campo de estudio, la evidencia apunta a que este tipo de entrenamiento podría conducir a mayores adaptaciones neuromusculares en comparación con el RT (Da Rosa Orssatto et al., 2019), aunque se necesita más investigación en esta área.

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico en personas con esclerosis múltiple

Como se ha explicado anteriormente, ya que la EM es una enfermedad neurodegenerativa que afecta al SNC, la amplia gama de síntomas asociados a ésta influye en la elección del ejercicio físico apropiado. Los entrenamientos de fuerza y aeróbicos han demostrado ser intervenciones no farmacológicas efectivas y seguras, no solo mejorando la calidad de vida y reduciendo la fatiga, sino también aumentando significativamente la aptitud física en personas afectadas por esta condición. En esta dirección, la Exercise and Sports Science Australia (ESSA) (Hoang et al., 2022) ha publicado recientemente un posicionamiento en el que se detallan las recomendaciones presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Recomendaciones de Ejercicio Basadas en Evidencia para Personas con Esclerosis Múltiple de Leve a Moderada: Resumen de la Declaración de Posición de ESSA, 2022.

	Entrenamiento de ejercicio aeróbico	Entrenamiento con ejercicios de fuerza
Frecuencia	2–3 sesiones/semana	2–3 sesiones/semana
Intensidad	40–60% de la frecuencia cardíaca máxima teórica o 40–60% del VO ₂ máx o RPE = 11–13.	Inicialmente 1 serie de 8 a 15 repeticiones (70 a 80 % de 1RM).
Tiempo	Inicialmente, 10–30 minutos por sesión.	Descanso de 2 a 4 minutos entre series para evitar la fatiga muscular.
Tipo	Bicicleta ergométrica, ergometría de brazos y piernas, ergometría de brazos en máquina elíptica, remo y carrera para personas con EDSS bajo.	Máquinas de pesas, pesas libres, poleas de cable; o ejercicios con peso corporal, bandas elásticas, ejercicios acuáticos y calistenia.
Progresión	Aumentar gradualmente hasta al menos 30 minutos por sesión. Progresar hasta 5 sesiones/semana, hasta 40 minutos cada una al 70% del VO ₂ máx o al 80% de la frecuencia cardíaca máxima teórica y con un RPE entre 15 de 20. También pueden considerar la prescripción de entrenamiento aeróbico en intervalos de alta intensidad.	Aumentar a 2-4 series de 8-15 repeticiones (75-80 % de 1RM) según la tolerancia individual. 5-10 ejercicios.
Entrenamiento combinado	Se recomienda que se realice en días alternos con proporciones iguales de entrenamiento de fuerza y aeróbico. Si se realiza el mismo día, Se recomienda que se realice en primer lugar el entrenamiento de fuerza y se finalice con el entrenamiento aeróbico.	
Estiramiento	Recomendado para personas con EM con una EDSS de 6.5 o superior, o aquellas con espasticidad o contracturas articulares. El estiramiento puede realizarse en posición de sentado con las piernas extendidas, en posición de carga de peso (utilizando un soporte de bipedestación o una cuña) o en posición prono para los extensores de la rodilla. Duración: 5 a 10 min.	

En España, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de Investigación, se está desarrollando un proyecto que busca optimizar el tratamiento físico en personas con EM. Este proyecto, denominado ADVICE (PID2021-1234470A-I00), también recomienda incluir el RT como componente principal en el programa de actividades para personas con EM. Este proyecto cuyo protocolo de entrenamiento sigue la evidencia que ha demostrado beneficios sobre la sintomatología de esta enfermedad (Andreu-Caravaca et al., 2022, 2023; Andreu-Caravaca et al., 2021). En este sentido, a continuación se puede observar un ejemplo del programa de RT para personas con EM y una EDSS 6.5 (Ilustración 2).

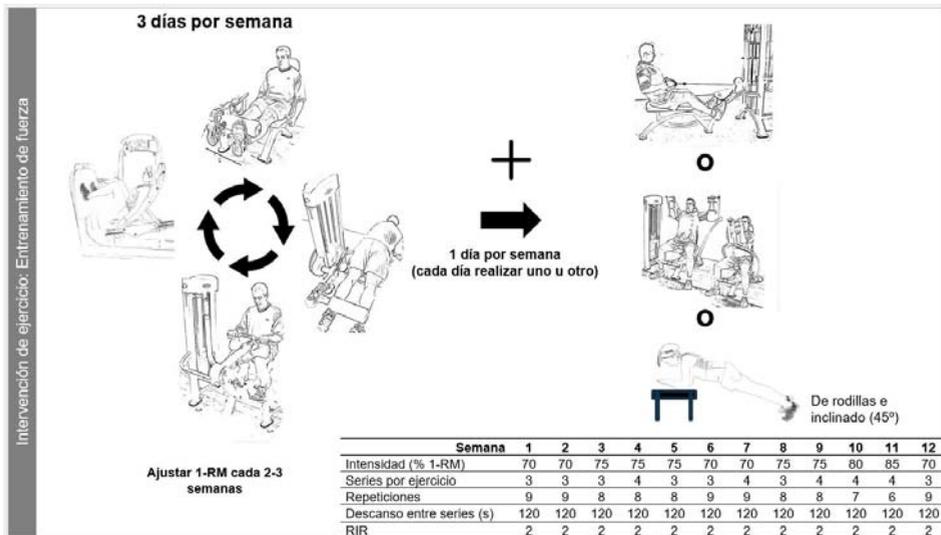


Ilustración 2. Ejemplo de entrenamiento de fuerza utilizado previamente y con resultados positivos sobre funcionalidad, fatiga y aptitud cardiovascular. NOTA: imágenes tomadas de Benito, 2020)

No obstante, en base a los estudios publicados y experiencias, queremos subrayar que estas recomendaciones son apenas el inicio en la prescripción y planificación de ejercicios en personas con EM. Además, es crucial que cualquier entrenamiento, especialmente los de fuerza, se inicie y mantenga bajo supervisión de profesionales del ejercicio clínico ya que hay situaciones en las que se deberá controlar y/o adaptar el programa. Específicamente, estos profesionales serán los encargados de que se ajuste la dificultad de los ejercicios para gestionar la fatiga y se reduzca la intensidad durante las exacerbaciones agudas de los síntomas, así como de que se minimice el impacto de la intolerancia al calor durante el ejercicio (Hoang et al., 2022). En este sentido, es fundamental la monitorización precisa de la intensidad del ejercicio para asegurar que se mantenga dentro de los límites seguros y efectivos para esta población. La utilización de escalas de esfuerzo percibido, como la Escala de Borg, permite a los pacientes y a los profesionales de la salud monitorizar la intensidad del ejercicio en función de la percepción subjetiva del esfuerzo del paciente. Esta metodología es especialmente útil en personas con EM, ya que la variabilidad en la tolerancia al ejercicio puede ser significativa debido a la fluctuación de los síntomas. Al ajustar la intensidad del ejercicio basada en la retroalimentación directa del paciente, los profesionales pueden personalizar los programas de ejercicio para optimizar los beneficios mientras se minimiza el riesgo de fatiga y otros síntomas exacerbados.

Otro aspecto esencial es que cada ejercicio y su planificación sean completamente individualizados. Para ello es necesario establecer objetivos claros y concretos, utilizando el marco SMART: específicos para abordar necesidades concretas, medibles para evaluar progreso, alcanzables para ser realistas, relevantes para los intereses y necesidades de la persona, y temporales con un plazo definido (Bjerke & Renger, 2017). Estos objetivos deben basarse en los intereses personales y en las medidas de resultados informadas por la persona (PROMs), lo que facilita una mayor adherencia al programa de ejercicio. Finalmente, las evaluaciones y monitorización continua son fundamentales para ajustar el programa conforme a la evolución individual.

Además, se sugiere que, en base a las aptitudes físicas y funcionales que se quieran mejorar con el ejercicio, se establezcan metas basadas en cambios clínicamente significativos, definidos como mejoras en los síntomas, la funcionalidad o la calidad de vida que impactan de manera perceptible en el bienestar y la capacidad del paciente para realizar actividades cotidianas (Copay et al., 2007). Estos cambios no solo deben ser perceptibles y significativos para la persona, sino que también deben tener un impacto directo en su bienestar diario y la capacidad para realizar actividades cotidianas. Estos cambios pueden incluir mejoras en los síntomas, un aumento de la funcionalidad o unas mejoras en la calidad de vida, y deben ser de tal magnitud que representen una diferencia real en la vida del paciente. El cambio de las variables incluidas en los objetivos SMART, junto con su constante monitorización y evaluación, nos permitirá reajustar nuestra planificación para alcanzar nuestras metas y lograr un cambio clínico significativo. En esta línea, también es fundamental realizar revisiones periódicas de los objetivos SMART establecidos, ajustando las metas en respuesta a los cambios en la condición del paciente y a los resultados obtenidos, para asegurar que el plan de ejercicio sigue siendo relevante y efectivo en el manejo de la EM.

5. Conclusiones

La prescripción de ejercicio en personas con EM debe adaptarse a las capacidades, sintomatología y limitaciones individuales, priorizando un enfoque gradual y supervisado. Las intervenciones que combinan el ejercicio aeróbico y de fuerza ofrecen los mayores beneficios en la sintomatología asociada a la reducción de la fatiga y a la mejora de la calidad de vida. Aunque el ejercicio no parece modificar directamente la progresión de la enfermedad, su rol en la gestión de los síntomas y la mejora de la funcionalidad general es indiscutible y debe ser una parte central de la planificación terapéutica para las personas con EM.

Por todo ello, se recomienda que los ejercicios sean siempre supervisados por profesionales del ejercicio y desarrollados en colaboración con el personal sanitario. La colaboración multidisciplinar asegura una comprensión integral de la enfermedad y una mejora significativa en la calidad de vida del paciente. El

conocimiento especializado de estos profesionales permite diseñar programas de ejercicio que sean seguros, efectivos y adaptados a las necesidades individuales, proporcionando un soporte fundamental en el tratamiento y manejo de la esclerosis múltiple. En este sentido, los programas deberían complementarse con intervenciones cognitivo-conductuales y nutricionales.

6. Referencias bibliográficas

- Amatya, B., Khan, F., & Galea, M. (2019). Rehabilitation for people with multiple sclerosis: An overview of Cochrane Reviews. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(1).
- Anacker, S. L., & Di Fabio, R. P. (1992). Influence of sensory inputs on standing balance in community-dwelling elders with a recent history of falling. *Physical Therapy*, 72(8), 575–581.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Abellán-Aynés, O., Ávila-Gandía, V., Chung, L. H., Manonelles, P., & Rubio-Arias, J. Á. (2021a). 10-Weeks of resistance training improves sleep quality and cardiac autonomic control in persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*, 44(18), 5241-5249.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H., Manonelles, P., Boas, J. P. V., & Rubio-Arias, J. Á. (2022). Fast-velocity resistance training improves force development and mobility in multiple sclerosis. *International Journal of Sports Medicine*, 43(07), 593-599.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H., Martínez-Rodríguez, A., & Rubio-Arias, J. (2023). Effects and optimal dosage of resistance training on strength, functional capacity, balance, general health perception, and fatigue in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, 45(10), 1595–1607.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H., Martínez-Rodríguez, A., & Rubio-Arias, J. A. (2023). Effects and optimal dosage of resistance training on strength, functional capacity, balance, general health perception, and fatigue in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, 45(10), 1595-1607.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H., & Rubio-Arias, J. Á. (2022). Can strength training modify voluntary activation, contractile properties and spasticity in Multiple Sclerosis?: A randomized controlled trial. *Physiology & Behavior*, 255, 113932.
- Andreu-Caravaca, L., Ramos-Campo, D. J., Chung, L. H., & Rubio-Arias, J. Á. (2021). Dosage and effectiveness of aerobic training on cardiorespiratory fitness, functional capacity, balance, and fatigue in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 102(9), 1826-1839.
- Asociación Española de Esclerosis Múltiple España, (AEEM). (n.d.). *Esclerosis Múltiple - Página web oficial Esclerosis Múltiple España*. Retrieved September 19, 2021, from <https://esclerosismultiple.com/>
- Attarian, H. (2009). Importance of sleep in the quality of life of multiple sclerosis patients: a long under-recognized issue. *Sleep medicine*, 10(1), 7-8.
- Bahmani, D. S., Razazian, N., Farnia, V., Alikhani, M., Tatari, F., & Brand, S. (2019). Compared to an active control condition, in persons with multiple sclerosis two different types of exercise training improved sleep and depression, but not fatigue, paresthesia, and intolerance of uncertainty. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 36, 101356.
- Ballesio, A., Aquino, M. R. J. V., Feige, B., Johann, A. F., Kyle, S. D., Spiegelhalter, K., ... & Baglioni, C. (2018). The effectiveness of behavioural and cognitive behavioural therapies for insomnia on depressive and fatigue symptoms: a systematic review and network meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 37, 114-129.
- Barten, L. J., Allington, D. R., Procacci, K. A., & Rivey, M. P. (2010). New approaches in the management of multiple sclerosis. *Drug design, development and therapy*, 2010, 343-366.
- Bento, P. C. B., Pereira, G., Ugrinowitsch, C., & Rodacki, A. L. F. (2010). Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clinical biomechanics*, 25(5), 450-454.
- Bjerke, M. B., & Renger, R. (2017). Being smart about writing SMART objectives. *Evaluation and Program Planning*, 61, 125–127.

- Blazevich, A. J., Wilson, C. J., Alcaraz, P. E., & Rubio-Arias, J. A. (2020). Effects of resistance training movement pattern and velocity on isometric muscular rate of force development: a systematic review with meta-analysis and meta-regression. *Sports medicine*, 50, 943-963.
- Bøe Lunde, H. M., Aae, T. F., Indrevåg, W., Aarseth, J., Bjorvatn, B., Myhr, K. M., & Bø, L. (2012). Poor sleep in patients with multiple sclerosis. *PLoS one*, 7(11), e49996.
- Boeschoten, R. E., Braamse, A. M., Beekman, A. T., Cuijpers, P., Van Oppen, P., Dekker, J., & Uitdehaag, B. M. (2017). Prevalence of depression and anxiety in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*, 372, 331-341.
- Bosnak-Guclu, M., Guclu-Gunduz, A., Nazliel, B., & Irkeç, C. (2012). Comparison of functional exercise capacity, pulmonary function and respirator y muscle strength in patients with multiple sclerosis with different disability levels and healthy controls. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(1).
- Carroll, C. C., Gallagher, P. M., Seidle, M. E., & Trappe, S. W. (2005). Skeletal muscle characteristics of people with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2).
- Carroll, T. J., Riek, S., & Carson, R. G. (2001). Neural adaptations to resistance training: Implications for movement control. In *Sports Medicine*, 31, 829-840.
- Casey, B., Coote, S., Galvin, R., & Donnelly, A. (2018). Objective physical activity levels in people with multiple sclerosis: Meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(9).
- Castillo-Bueno, I., Ramos-Campo, D. J., & Rubio-Arias, J. A. (2018). Effects of whole-body vibration training in patients with multiple sclerosis: A systematic review. *Neurología*, 33(8), 534-548.
- Charron, S., McKay, K. A., & Tremlett, H. (2018). Physical activity and disability outcomes in multiple sclerosis: A systematic review (2011–2016). In *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 20, 169–177.
- Chung, L. H. (2019). Chapter 27. Multiple Sclerosis. In J. K. Ehrman, M. Gordon, Paul, P. S. Visich, & S. J. Keteyian (Eds.), *Clinical exercise physiology* (Fourth, pp. 503–5018). Human Kinetics.
- Citaker, S., Guclu-Gunduz, A., Yazici, G., Bayraktar, D., Nazliel, B., & Irkeç, C. (2013). Relationship between lower extremity isometric muscle strength and standing balance in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 33(2), 293-298.
- Compston, A., & Coles, A. (2008). Multiple sclerosis. *The Lancet*, 372(9648), 1502–1517.
- Copay, A. G., Subach, B. R., Glassman, S. D., Polly, D. W., & Schuler, T. C. (2007). Understanding the minimum clinically important difference: a review of concepts and methods. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 7(5), 541–546.
- Cruickshank, T. M., Reyes, A. R., & Ziman, M. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or parkinson disease. *Medicine (United States)*, 94(4).
- Benito Peinado, P. J. (2020). Conceptos avanzados del entrenamiento con cargas. Vol. II (1.ª ed.). Editorial Círculo Rojo
- Da Rosa Orssatto, L. B., Cadore, E. L., Andersen, L. L., & Diefenthaler, F. (2019). Why fast velocity resistance training should be prioritized for elderly people. *Strength and Conditioning Journal*. 41(1), 105-114.
- Dalgas, U., Langeskov-Christensen, M., Stenager, E., Riemenschneider, M., & Hvid, L. G. (2019). Exercise as Medicine in Multiple Sclerosis—Time for a Paradigm Shift: Preventive, Symptomatic, and Disease-Modifying Aspects and Perspectives. In *Current Neurology and Neuroscience Reports* 19(11), 1–12.
- Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Hansen, H. J., Knudsen, C., Overgaard, K., & Ingemann-Hansen, T. (2009). Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *Neurology*. 73 (18), 1478-1484.
- Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Hansen, H. J., Knudsen, C., Overgaard, K., & Ingemann-Hansen, T. (2010). Fatigue, mood and quality of life improve in MS patients after progressive resistance training. *Multiple Sclerosis*. 16(4), 480-490.
- de Silva, R., Greenfield, J., Cook, A., Bonney, H., Vallortigara, J., Hunt, B., & Giunti, P. (2019). Guidelines on the diagnosis and management of the progressive ataxias. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 14(1).
- Dohrn, I. M., Hagströmer, M., Hellénius, M. L., & Ståhle, A. (2016). Gait speed, quality of life, and sedentary time are associated with steps per day in community-dwelling older adults with osteoporosis. *Journal of Aging and Physical Activity*. 24(1), 22-31.
- Ferris, L. T., Williams, J. S., Shen, C. L., O'Keefe, K. A., & Hale, K. B. (2005). Resistance training improves sleep quality in older adults - A pilot study. *Journal of Sports Science and Medicine*. 4(3), 354.

- Feys, P., Moudjjan, L., Van Halewyck, F., Wens, I., Eijnde, B. O., Van Wijmeersch, B., Popescu, V., & Van Asch, P. (2019). Effects of an individual 12-week community-located "start-to-run" program on physical capacity, walking, fatigue, cognitive function, brain volumes, and structures in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler*, 25(1), 92–103.
- Fimland, M. S., Helgerud, J., Gruber, M., Leivseth, G., & Hoff, J. (2010). Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 435–443.
- Flachenecker, P., Kümpfel, T., Kallmann, B., Gottschalk, M., Grauer, O., Rieckmann, P., Trenkwalder, C., & Toyka, K. V. (2002). Fatigue in multiple sclerosis: A comparison of different rating scales and correlation to clinical parameters. *Multiple Sclerosis*, 8(6), 523–526.
- Gambassi, B. B., Coelho-Junior, H. J., Paixão Dos Santos, C., De Oliveira Gonçalves, I., Mostarda, C. T., Marzetti, E., Sotão, S. S., Uchida, M. C., De Angelis, K., & Rodrigues, B. (2019). Dynamic Resistance Training Improves Cardiac Autonomic Modulation and Oxidative Stress Parameters in Chronic Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019(1), 5382843
- Garner, D. J. P., & Widrick, J. J. (2003). Cross-bridge mechanisms of muscle weakness in multiple sclerosis. *Muscle and Nerve*, 27(4), 456–464.
- Gouin, J., Wenzel, K., Deschenes, S., & Dang-Vu, T. (2013). Heart rate variability predicts sleep efficiency. *Sleep Medicine*, 14, e142.
- Harbo, H. F., Gold, R., & Tintoré, M. (2013). Sex and gender issues in multiple sclerosis. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, 6(4), 237.
- Hoang, P. D., Lord, S., Gandevia, S., & Menant, J. (2022). Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise for people with mild to moderate multiple sclerosis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(2), 146–154.
- Ingram, D. A., Thompson, A. J., & Swash, M. (1988). Central motor conduction in multiple sclerosis: Evaluation of abnormalities revealed by transcutaneous magnetic stimulation of the brain. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 51(4), 487–494.
- Jenkins, N. D. M., Miramonti, A. A., Hill, E. C., Smith, C. M., Cochrane-Snyman, K. C., Housh, T. J., & Cramer, J. T. (2017). Greater neural adaptations following high- vs. low-load resistance training. *Frontiers in Physiology*, 8.
- Kurtzke, J.F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, 33(11), 1444–1452.
- Jones, E., Pike, J., Marshall, T., & Ye, X. (2016). Quantifying the relationship between increased disability and health care resource utilization, quality of life, work productivity, health care costs in patients with multiple sclerosis in the US. *BMC Health Services Research*, 16(294).
- Jørgensen, M. L. K., Dalgas, U., Wens, I., & Hvid, L. G. (2017). Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis – A systematic review and meta-analysis. In *Journal of the Neurological Sciences*, 376, 225–241.
- Kalron, A. (2016). The correlation between symptomatic fatigue to definite measures of gait in people with multiple sclerosis. *Gait and Posture*, 44, 178–183.
- Kent-Braun, J. A., Ng, A. V., Castro, M., Weiner, M. W., Gelinis, D., Dudley, G. A., & Miller, R. G. (1997). Strength, skeletal muscle composition, and enzyme activity in multiple sclerosis. *Journal of Applied Physiology*, 83(6), 1998–2004.
- Kierkegaard, M., Lundberg, I. E., Olsson, T., Johansson, S., Ygberg, S., Opava, C., Holmqvist, L. W., & Piehl, F. (2016). High-intensity resistance training in multiple sclerosis - An exploratory study of effects on immune markers in blood and cerebrospinal fluid, and on mood, fatigue, health-related quality of life, muscle strength, walking and cognition. *Journal of the Neurological Sciences*, 362, 251–257.
- Kim, T. W., & Sung, Y. H. (2017). Regular exercise promotes memory function and enhances hippocampal neuroplasticity in experimental autoimmune encephalomyelitis mice. *Neuroscience*, 346, 173–181.
- Kjølhed, T., Vissing, K., De Place, L., Pedersen, B. G., Ringgaard, S., Stenager, E., Petersen, T., & Dalgas, U. (2015). Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. *Multiple Sclerosis Journal*, 21(5), 599–611.
- Kjølhed, T., Vissing, K., Langeskov-Christensen, D., Stenager, E., Petersen, T., & Dalgas, U. (2015a). Relationship between muscle strength parameters and functional capacity in persons with mild to moderate degree multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 4(2), 151–158.

- Klineova, S., & Lublin, F. D. (2018). Clinical Course of Multiple Sclerosis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(9), a028928.
- Lublin, F. D., Reingold, S. C., Cohen, J. A., Cutter, G. R., Sørensen, P. S., Thompson, A. J. et al. (2014). Defining the clinical course of multiple sclerosis: The 2013 revisions. *Neurology*, 83(3), 278.
- McDonnell, M. N., Smith, A. E., & Mackintosh, S. F. (2011). Aerobic exercise to improve cognitive function in adults with neurological disorders: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 92(7), 1044–1052.
- McHugh, J. E., Fan, C. W., Kenny, R. A., & Lawlor, B. A. (2012). Orthostatic hypotension and subjective sleep quality in older people. *Aging and Mental Health*, 16(8), 958-963.
- Merlino, G., Fratticci, L., Lenchig, C., Valente, M., Cargnelutti, D., Picello, M., Serafini, A., Dolso, P., & Gigli, G. L. (2009). Prevalence of “poor sleep” among patients with multiple sclerosis: An independent predictor of mental and physical status. *Sleep Medicine*, 10(1), 26-34.
- Monge-Argilés, J. A., Palacios-Ortega, F., Vila-Sobrino, J. A., & Matias-Guiu, J. (2009). Heart rate variability in multiple sclerosis during a stable phase. *Acta Neurologica Scandinavica*, 97(2), 86-92.
- Moral Torres, E., Fernández Fernández, Ó., Carrascal Rueda, P., Ruiz-Beato, E., Estella Pérez, E., Manzanares Estrada, R., Gómez-García, T., Jiménez, M., Hidalgo-Vega, Á., & Merino, M. (2020). Social value of a set of proposals for the ideal approach of multiple sclerosis within the Spanish National Health System: a social return on investment study. *BMC Health Services Research*, 20(1), 1–16.
- Motl, R. W., & Gosney, J. L. (2008). Effect of exercise training on quality of life in multiple sclerosis: A meta-analysis. In *Multiple Sclerosis*, 14(1), 129-135.
- Motl, R. W., & Pilutti, L. A. (2012). The benefits of exercise training in multiple sclerosis. In *Nature Reviews Neurology*, 8(9), 487–497.
- Motl, R. W., & Pilutti, L. A. (2016). Is physical exercise a multiple sclerosis disease modifying treatment? In *Expert Review of Neurotherapeutics*, 16(8), 951-960.
- Mutukula, N., Man, Z., Takahashi, Y., Martinez, F. I., Morales, M., Carreon-Guarnizo, E. et al. (2021). Generation of RRMS and PPMS specific iPSCs as a platform for modeling Multiple Sclerosis. *Stem cell research*, 53, 102319.
- Ng, A. V., Miller, R. G., Gelinak, D., & Kent-Braun, J. A. (2004). Functional relationships of central and peripheral muscle alterations in multiple sclerosis. *Muscle and Nerve*, 29(6), 843-852.
- Niwald, M., Redlicka, J., & Miller, E. (2017). The effects of aerobic training on the functional status, quality of life, the level of fatigue and disability in patients with multiple sclerosis - a preliminary report. *Aktualnosci Neurologiczne*, 17(1), 15–22.
- Oh, J., Vidal-Jordana, A., & Montalban, X. (2018). Multiple sclerosis: Clinical aspects. *Current Opinion in Neurology*, 31(6), 752–759.
- Pearson, M., Dieberg, G., & Smart, N. (2015). Exercise as a therapy for improvement of walking ability in adults with multiple sclerosis: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 96(7), 1339-1348.e7.
- Pérez-Carmona, N., Fernández-Jover, E., & Sempere, Á. P. (2019). Epidemiology of multiple sclerosis in Spain. *Revista de Neurología*, 69(1), 32–38.
- Platta, M. E., Ensari, I., Motl, R. W., & Pilutti, L. A. (2016). Effect of Exercise Training on Fitness in Multiple Sclerosis: A Meta-Analysis. In *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(9), 1564-1572.
- Ramari, C., Hvid, L. G., David, A. C. de, & Dalgas, U. (2020). The importance of lower-extremity muscle strength for lower-limb functional capacity in multiple sclerosis: Systematic review. In *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63(2), 123-137.
- Ruiz-González, D., Hernández-Martínez, A., Valenzuela, P. L., Morales, J. S., & Soriano-Maldonado, A. (2021). Effects of physical exercise on plasma brain-derived neurotrophic factor in neurodegenerative disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 128, 394-405.
- Sánchez-Lastra, M. A., Martínez-Aldao, D., Molina, A. J., & Ayán, C. (2019). Pilates for people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. In *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 28, 199-212.
- Schulz, K. H., Gold, S. M., Witte, J., Bartsch, K., Lang, U. E., Hellweg, R., Reer, R., Braumann, K. M., & Heesen, C. (2004). Impact of aerobic training on immune-endocrine parameters, neurotrophic factors, quality of life and coordinative function in multiple sclerosis. *J Neurol Sci*, 225, 11–18.
- Shen, M. J., & Zipes, D. P. (2014). Role of the autonomic nervous system in modulating cardiac arrhythmias. In *Circulation Research*, 114(6), 1004-1021.

- Snook, E. M., & Motl, R. W. (2008). Physical Activity Behaviors in Individuals with Multiple Sclerosis: Roles of Overall and Specific Symptoms, and Self-Efficacy. *Journal of Pain and Symptom Management*, 36(1), 46-53.
- Sosnoff, J. J., Socie, M. J., Boes, M. K., Sandroff, B. M., Pula, J. H., Suh, Y., Weikert, M., Balantrapu, S., Morrison, S., & Motl, R. W. (2011). Mobility, balance and falls in persons with multiple sclerosis. *PLoS One*, 6(11), e28021.
- Straudi, S., Martinuzzi, C., Pavarelli, C., Sabbagh Charabati, A., Benedetti, M. G., Foti, C., Bonato, M., Zancato, E., & Basaglia, N. (2014). A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. *BMC Neurol*, 14, 124.
- Sutherland, G. M. B. A., & Andersen, M. B. (2001). Exercise and multiple sclerosis: physiological, psychological, and quality of life issues. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(4), 421.
- Torres-Costoso, A., Martínez-Vizcaíno, V., Reina-Gutiérrez, S., Álvarez-Bueno, C., Guzmán-Pavón, M. J., Pozuelo-Carrascosa, D. P., ... & Caverro-Redondo, I. (2022). Effect of exercise on fatigue in multiple sclerosis: a network meta-analysis comparing different types of exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 103(5), 970-987.
- Tracy, L. M., Ioannou, L., Baker, K. S., Gibson, S. J., Georgiou-Karistianis, N., & Giummarra, M. J. (2016). Meta-analytic evidence for decreased heart rate variability in chronic pain implicating parasympathetic nervous system dysregulation. *Pain*, 157(1), 7-29.
- Tullman, M. J. (2013). Overview of the Epidemiology, Diagnosis, and Disease Progression Associated With Multiple Sclerosis. *The American Journal of Managed Care*, 19, S15-S20.
- Vidal-Jordana, A., & Montalban, X. (2017). Multiple Sclerosis: Epidemiologic, Clinical, and Therapeutic Aspects. *Neuroimaging Clinics*, 27(2), 195-204. <https://doi.org/10.1016/J.NIC.2016.12.001>
- Weideman, A. M., Tapia-Maltos, M. A., Johnson, K., Greenwood, M., & Bielekova, B. (2017). Meta-analysis of the age-dependent efficacy of multiple sclerosis treatments. *Frontiers in Neurology*, 8, 577.
- White, L. J., & Castellano, V. (2008). Exercise and Brain Health -- Implications for Multiple Sclerosis. *Sports Medicine*, 38(2), 91-100.
- White, L. J., McCoy, S. C., Castellano, V., Gutierrez, G., Stevens, J. E., Walter, G. A., & Vandeborne, K. (2004). Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 10(6), 668-674
- Ysrraelit, M. C., Fiol, M. P., Gaitán, M. I., & Correale, J. (2018). Quality of life assessment in multiple sclerosis: Different perception between patients and neurologists. *Frontiers in Neurology*, 8, 729.
- Zozulya, A. L., & Wiendl, H. (2008). The role of regulatory T cells in multiple sclerosis. *Nature Clinical Practice Neurology* 4(7), 384-398.

7. Agradecimientos

Proyecto PID2021-1234470A-I00 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por FEDER, UE. Universidad de Almería (capítulo liderado por Jacobo Á. Rubio Arias)

Beneficios y prescripción de la actividad física como estrategia no farmacológica en la fibromialgia

José Alberto Frade Martins Parraça^{1,2} - jparraca@uevora.pt

Diana Salas Gómez¹ - diana.salas.gom@gmail.com

Ángel Denche Zamorano³ - denchezamorano@unex.es

Pablo Tomás-Carus^{1,2} - ptc@uevora.pt

Ana Carbonell-Baeza⁴ - ana.carbonell@uca.es

¹Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora, 7004-516 Évora, Portugal.

²Comprehensive Health Research Centre (CHRC), Universidade de Évora, 7004-516 Evora, Portugal.

³Promoting a Healthy Society Research Group (PHeSO), Faculty of Sports Sciences, University of Extremadura, 10003 Cáceres, Spain.

⁴MOVE-IT Research Group, Department of Physical Education. Faculty of Education Sciences. University of Cadiz, and Biomedical Research Innovation Institute of Cádiz (INIbICA), Cadiz, Spain.

Resumen

La fibromialgia (FM), es una condición crónica caracterizada por dolor generalizado, fatiga, trastornos del sueño, síntomas cognitivos y alteraciones del estado de ánimo. Aunque es más común en mujeres, la FM afecta a ambos sexos y su manifestación varía, siendo los hombres quienes frecuentemente presentan un impacto psicológico más severo. La etiología de la FM sigue siendo incierta, pero factores como el sedentarismo, la baja condición física y el exceso de peso influyen en la gravedad de los síntomas.

Estudios demuestran que las personas con FM son físicamente menos activas, dedicando más tiempo al sedentarismo, lo que agrava síntomas como el dolor, la fatiga y la calidad de vida. Además, la fuerza muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y la flexibilidad de estas personas están comprometidas. En cambio, la práctica de actividad física, especialmente de intensidad moderada, puede aliviar el dolor, mejorar el sueño y promover el bienestar psicológico.

La prescripción de actividad física para personas con FM requiere una adaptación y progresión lenta para evitar el agravamiento de los síntomas. Se recomiendan ejercicios aeróbicos de baja intensidad, progresando a niveles moderados, actividades de fortalecimiento muscular con resistencia ligera y ejercicios de flexibilidad. Además, la actividad física regular mejora la variabilidad de la frecuencia cardíaca, un indicador de equilibrio autonómico relevante para la gestión de los síntomas de la FM.

Se concluye que el ejercicio físico es una estrategia no farmacológica bastante eficaz en el manejo de la FM, ayudando a reducir los síntomas, aumentar la funcionalidad y mejorar la calidad de vida, aspectos esenciales para esta población.

Palabras clave: Fibromialgia; ejercicio; salud; calidad de vida.

1. Introducción

La Fibromialgia (FM) es una enfermedad crónica de etiología desconocida y puede considerarse como un síndrome de síntomas de moderados a graves que suele incluir dolor generalizado como síntoma principal, junto con fatiga, trastornos del sueño y del estado de ánimo, alteraciones cognitivas y un aumento general de molestias somáticas (Wolfe et al., 2016). Se ha estimado que la prevalencia mundial es del 2,1% y del 2,4% en la población española, siendo predominante en la mujer respecto al hombre en proporciones que varían en diferentes estudios entre 9:1 y 21:1 (Cabo-Meseguer et al., 2017). Respecto a si la FM se manifiesta de forma diferente en función del género, la evidencia no es clara todavía, dado el número tan reducido de estudios que incluyen hombres, pero una reciente revisión ha observado que la tendencia podría ser que el dolor generalizado y su percepción subjetiva sea mayor en las mujeres, mientras que los hombres, en cambio, tienen un peor impacto de la patología y más pensamientos catastrofistas sobre el dolor (Ruschak et al., 2023).

Inicialmente, se consideraba una enfermedad basada en una alteración de la regulación del dolor y el primer criterio diagnóstico establecido en 1990 por el Colegio Americano de Reumatología centraba el mismo en la presencia de dolor generalizado de más de 3 meses de duración, así como en tener una sensibilidad al dolor menor a 4 Kg/cm² en al menos 11 de los 18 puntos de dolor establecidos en el criterio. Posteriormente con el avance de la evidencia científica sobre esta patología, se propuso un nuevo criterio diagnóstico en 2010 y modificado en 2011, ya no solo basado en el dolor, sino también en la presencia de otros síntomas (Wolfe et al., 2010). Es por ello por lo que este nuevo criterio estableció dos herramientas para el diagnóstico, un índice de dolor generalizado (rango de puntuación de 0 a 19) y un índice de gravedad de los síntomas (rango de puntuación de 0 a 12). Este último índice incluía la valoración de la gravedad de los síntomas de fatiga, sueño no reparador y síntomas cognitivos durante la última semana, así como la presencia en los 6 meses anteriores de dolor de cabeza, dolor, calambres en el bajo abdomen y depresión (Wolfe et al., 2010). En este criterio se establecieron diferentes combinaciones de puntuaciones de ambas herramientas para poder ser diagnosticado. Además, aunque, este criterio establecía que no solo el dolor, sino en general los síntomas deberían estar presentes durante al menos 3 meses, también indicaba que el paciente no podía tener otra patología que pudiera explicar la presencia del dolor (Wolfe et al., 2010).

Posteriormente se propuso un nuevo criterio diagnóstico que modificaba ligeramente el anterior y entre los cambios más destacados estaba precisamente que el diagnóstico de la FM es válido independientemente de la presencia de otras patologías (Wolfe et al., 2016). En la tabla 1 se muestra todos los criterios que hay que cumplir para diagnosticar FM.

Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de la Fibromialgia 2016

Criterio	Descripción
Dolor generalizado	Dolor en al menos 4 de las 5 regiones del cuerpo
Duración de los síntomas	Síntomas presentes a un nivel similar durante al menos 3 meses.
Índices de evaluación (2 opciones)	<ol style="list-style-type: none"> Índice de dolor generalizado (WPI) ≥ 7 y puntuación en la escala de gravedad de los síntomas (SSS) ≥ 5 ó WPI de 4-6 y puntuación en la SSS ≥ 9.
Diagnóstico independiente	Es válido independientemente de otros diagnósticos y no excluye la presencia de otras enfermedades clínicamente importantes.

NOTA: SSS: escala de gravedad de los síntomas; WPI: Índice de dolor generalizado. (Wolfe et al., 2016)

2. Fisiopatología de la enfermedad

Como se ha indicado previamente la FM es una patología de etiología desconocida. Si bien es cierto que de cara a incentivar la práctica de ejercicio físico en este grupo de población es muy importante conocer cómo es su estilo de vida y como se encuentran tanto a nivel físico como mental una persona con FM. Dado que la mayor parte de los estudios se han llevado a cabo en mujeres, la evidencia que se presenta a continuación se refiere a este género, siendo necesario futuros estudios que confirmen los resultados en hombres.

Las mujeres con FM dedican casi el 50% del tiempo que permanecen despiertas a comportamientos sedentarios (aproximadamente 8 horas), tiempo superior al empleado en mujeres “sanas”, y siendo especialmente preocupante el tiempo dedicado durante el fin de semana (Segura-Jiménez, Álvarez-Gallardo, Estévez-López, et al., 2015). Este patrón de comportamiento ocurre porque suelen presentar miedo al movimiento y tienden a evitar la actividad física para evitar tener mayor dolor o fatiga (Enlander et al., 2013). Sin embargo, la realidad es que la evidencia ha demostrado que aquellas mujeres con FM que presentan mayor comportamiento sedentario presentan más dolor, más sintomatología, más fatiga (Segura-Jiménez et al., 2017) y peor calidad de vida (Gavilán-Carrera et al., 2020) que las que tienen menos comportamiento sedentario.

Por otra parte, también se ha observado que las mujeres con FM realizan un menor número de pasos diarios (solo el 16% cumple las recomendaciones de realizar 10.000 pasos o más) y menos actividad física de cualquier intensidad que las mujeres sin FM (Segura-Jiménez, Álvarez-Gallardo, Estévez-López, et al., 2015). Que esta población realice actividad física es importante dado que mayor nivel en todas las intensidades de actividad física (especialmente la actividad física ligera) se ha asociado con menor dolor, menor fatiga y menor impacto global de la FM (Segura-Jiménez et al., 2017).

Obviamente es de esperar que este patrón de estilo de vida tenga consecuencias en el estado de salud. En este sentido, se ha observado como las mujeres con FM presentan valores notablemente inferiores en fuerza de piernas, capacidad cardiorrespiratoria, flexibilidad de miembro superior e inferior y agilidad, evaluadas mediante dinamometría manual y los tests de la batería Senior Fitness Test, en comparación con mujeres de su misma edad sin FM (Alvarez-Gallardo et al., 2016). De hecho, se observó que las mujeres con FM presentaban un rendimiento similar al de mujeres 30 años mayores, resaltando la pérdida de capacidad funcional y condición física que se produce en esta patología (Alvarez-Gallardo et al., 2016). A este deterioro funcional hay que añadirle que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en esta población es elevada (72%) (Segura-Jimenez et al., 2015).

Pero la FM no solamente afecta a nivel físico, sino que impacta también a nivel psicológico. Se ha observado como las mujeres con FM tienen más ansiedad, depresión y peor calidad de vida que las mujeres sin FM, siendo las diferencias notables, de ahí que sea importante entender la FM como una condición poli-sintomática (Segura-Jiménez, Álvarez-Gallardo, Carbonell-Baeza, et al., 2015).

Además, se ha observado que el nivel de condición física y la composición corporal pueden afectar a los síntomas principales de la FM. Evidencia previa ha concluido que las mujeres con FM que tenían mayor nivel de condición física, tanto de fuerza, capacidad aeróbica, flexibilidad y agilidad, presentaban menor dolor (Soriano-Maldonado, Ruiz, et al., 2015) y menor sintomatología, en este caso un 16% menos comparado con las mujeres con peor condición física (Soriano-Maldonado, Henriksen, et al., 2015). En la misma línea, también se ha observado menos síntomas depresivos, 8,4 % menos comparado con las mujeres con peor estado físico (Soriano-Maldonado, Estevez-Lopez, et al., 2016), más calidad de vida (Álvarez-Gallardo et al., 2019) y mejor funcionamiento cognitivo, concretamente mejor velocidad de procesamiento de la información, memoria de trabajo, recuerdo retardado y aprendizaje verbal, especialmente en aquellas con mejor capacidad cardiorrespiratoria (Soriano-Maldonado, Artero, et al., 2016). Por el contrario, la presencia de sobrepeso y obesidad se ha asociado a mayores niveles de ansiedad y depresión, peor calidad de vida, capacidad cardiorrespiratoria, agilidad y flexibilidad (Segura-Jiménez et al., 2016). Esto hace evidente la importancia de mejorar el nivel de condición física y el estado de peso de estas pacientes.

Considerando el alto tiempo de comportamiento sedentario, el bajo nivel de actividad y condición físicas y la elevada prevalencia de exceso de peso, intervenir para incrementar la actividad física y la práctica de ejercicio físico es fundamental en esta población.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la Fibromialgia

3.1 El estilo de vida sedentario y la inactividad física

En las últimas décadas, debido a cambios en los hábitos de vida, la población mundial está experimentando un aumento de los hábitos sedentarios y de la inactividad física. Más del 30% de la población mundial es físicamente inactiva, mientras que en países europeos tales como España, Italia, Reino Unido o Portugal, más del 50% de la población es sedentaria (Arocha Rodulfo, 2019; Guthold et al., 2018, 2020).

Para comprender la importancia de estas cifras es necesario comprender cómo se definen algunos de estos conceptos. Se entiende como sedentarismo a *“cualquier comportamiento de vigilia caracterizado por un gasto energético igual o inferior a 1.5 METs”*. Los METs son unidades de medida que equivalen a 3.5mlO²/kg/min, el consumo mínimo de oxígeno que requiere el organismo para mantener su actividad en reposo. Por otro lado, la actividad física se define como *“cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiera un gasto energético”*. Una de las preocupaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se centra en la reducción de la inactividad física mundial en un 10-15% en el periodo 2018-2030. En la actualidad, la OMS recomienda la realización de actividad física con regularidad en la población adulta, incluyendo a las personas con patologías crónicas. Cada adulto debe acumular semanalmente un mínimo de entre 150 y 300 minutos de actividad física aeróbica moderada, de 75 a 150 minutos de actividad física aeróbica vigorosa o una combinación equivalente de ambas. Además de realizar 2 o más días a la semana, actividad física moderada o vigorosa dedicada a fortalecer los músculos. De este, la inactividad física se define como *“un nivel de actividad física insuficiente a las recomendaciones actuales”* (Bull et al., 2020). De este modo, los comportamientos de la población pueden ir desde sedentarios e inactivos (condición más negativa) hasta activos y no sedentarios (condición más beneficiosa) (Mansoubi et al., 2015; Van der Ploeg & Hillsdon, 2017).

El sedentarismo y la inactividad física es una pandemia en la población global, como hemos visto anteriormente, las personas con FM no solo no escapan de estos comportamientos, sino que además son incentivados por los síntomas que padecen, aumentando el riesgo de sufrir los efectos nocivos derivados de ellos. En la población general se ha encontrado que la inactividad física está relacionada con un aumento de la obesidad, uno de los principales factores de riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, distintos tipos de cánceres, hipertensión o diabetes tipo 2 entre otras enfermedades no transmisibles (Bairapareddy et al., 2021; Gray et al., 2018; Lippi et al., 2020; Minihan et al., 2022). También se ha encontrado relacionada con un aumento de la prevalencia y grado de dolor, la

inactividad física no solo está relacionada con la aparición del dolor, sino también con su mantenimiento, aumento del nivel de dolor y la afectación de este en las actividades de la vida cotidiana (Denche-Zamorano, Franco-García, et al., 2022; Mayer et al., 2019). Se ha encontrado relacionado con una peor salud mental, relacionándose con mayores prevalencias de enfermedades como depresión, ansiedad, estrés crónico y el incremento de sus síntomas (Codella & Chirico, 2023; Pearce et al., 2022). Junto a ello, se ha encontrado relación con un mayor riesgo de padecer insomnio y otras alteraciones del sueño, entre ellas, una reducción en la calidad de este (Koohsari et al., 2023). Además, la inactividad física se ha encontrado relacionada con aumentos de la fatiga subjetiva, la falta de energía y la sensación de agotamiento (Koohsari et al., 2021), mayor riesgo de sufrir caídas (Jiang et al., 2022), limitaciones cognitivas, motoras y reducciones de la autoeficacia (Denche-Zamorano, Salas-Gómez, et al., 2024; Mellow et al., 2022; Olanrewaju et al., 2020), una peor calidad de vida relacionada con la salud (Sansano-Nadal et al., 2021), mayor aislamiento social (Werneck et al., 2023), menor autonomía (Antonia Parra-Rizo et al., 2021), autoconfianza (Denche-Zamorano, Barrios-Fernandez, et al., 2022) y un sinfín de características relacionadas con la aptitud y la condición física o las habilidades de la vida cotidiana: menor fuerza muscular, menor aptitud cardiorrespiratoria, menor equilibrio y coordinación, menor agilidad, menor flexibilidad y mayor rigidez muscular o incluso con una menor velocidad de la marcha (Kett & Sichtung, 2020; Silva et al., 2020; Spartano et al., 2019).

En el párrafo anterior se han mostrado numerosas relaciones entre la inactividad física y condiciones negativas para la salud y el bienestar de las personas, pero ¿qué sucede con la actividad física? ¿La realización de actividad física se encuentra relacionada con alguno de los aspectos anteriores? Del mismo modo que la inactividad física se ha encontrado relacionada con efectos y condiciones negativos para la salud y el bienestar de quienes reproducen hábitos inactivos, la realización de actividad física se ha encontrado relacionada con otras condiciones más beneficiosas, tanto para la salud, como para el bienestar de las personas. Así, la actividad física se ha encontrado inversamente relacionada con la aparición de la obesidad y con la reducción de los factores de riesgo para la salud derivados por esta condición (Gray et al., 2018), así como el riesgo de padecer cáncer y reducir la prevalencia y ayudar al control de la diabetes tipo 2 (Amanat et al., 2020; Franco-García et al., 2024). También parece relacionada con una reducción de las prevalencias y grados de dolor general (O'Neill et al., 2021). Del mismo modo, se ha observado relacionada con reducciones en la incidencia y síntomas de enfermedades mentales (McDowell et al., 2019; Wolf et al., 2021), mejoras en la calidad subjetiva del sueño y reducciones del insomnio (Xie et al., 2021), reducción de la fatiga y aumento de la sensación de energía y vitalidad (Wender et al., 2022), reducción de riesgo de caídas (Caristia et al., 2021), del deterioro cognitivo,

demencias, aumento de las funciones ejecutivas y una mayor aptitud y condición física, así como la realización de las habilidades para la vida cotidiana: mayor fuerza muscular, mayor aptitud cardiorrespiratoria, mayor equilibrio y coordinación, mayor agilidad, mayor flexibilidad y menor rigidez muscular y una mayor velocidad de la marcha (Kett & Sichtung, 2020; Silva et al., 2020; Spartano et al., 2019). Todas las relaciones mostradas anteriormente entre la inactividad física, la actividad física y algunas condiciones negativas y positivas para la salud y el bienestar de las personas podrían haber sido ampliadas aún más, dada la existencia de otras muchas relaciones entre todas estas condiciones. Sin embargo, estas han sido mostradas por ser condiciones muy próximas a los síntomas, características o condiciones mostradas por las personas con FM: composición corporal comprometida, presencia de dolor, depresión, sueño no reparador, fatiga, riesgo de caídas, dificultades cognitivas, pérdida de equilibrio, calidad de vida relacionada con la salud afectada, así como una condición física reducida (Alvarez et al., 2022; Collado-Mateo, Adsuar, et al., 2017; Jurado-Priego et al., 2024). En este caso, recientemente se ha encontrado que un peor desempeño en la función física en personas con FM está relacionado con niveles más elevados en síntomas como el dolor, la depresión, la fatiga, o los problemas de sueño, así como el miedo y el riesgo a caer (Denche-Zamorano, Pastor-Cisneros, et al., 2024; Denche-Zamorano, Pereira-Payo, et al., 2024).

3.2 Beneficios de la actividad física y el ejercicio

Por el contrario, se ha encontrado que la actividad física tiene efectos positivos en la fuerza muscular de los miembros superiores e inferiores, aumenta la aptitud cardiorrespiratoria, el equilibrio, la coordinación, la agilidad y la flexibilidad. Además, reduce la rigidez, puede ayudar a reeducar y mejorar patrones motores alterados, a relajar la musculatura y reducir las coactivaciones, reducir la percepción de esfuerzo, la sensación de fatiga y de falta de energía, a la vez que mejorar el tiempo de recuperación entre esfuerzos, reducir el riesgo de caídas y mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (Alvarez et al., 2022; Collado-Mateo, Dominguez-Muñoz, et al., 2017; Masquelier & D'haeyere, 2021; Tomás-Carús et al., 2007).

3.3 Actividad física, ejercicio y Fibromialgia

En concreto y aunque muchos de los síntomas que padecen las personas con FM (fatiga, problemas de sueño, el dolor o los trastornos psicológicos) contribuyen y conducen a un estilo de vida sedentario, son varios los estudios que reportan que las personas con FM son capaces de llevar a cabo ejercicio aeróbico de intensidad moderada, ejercicios de fortalecimiento y de flexibilidad (Sañudo et al., 2010).

En la actualidad diversos estudios muestran los beneficios del ejercicio en las personas con FM (Andrade et al., 2020; Couto et al., 2022; Jones et al., 2002). De

dichos estudios se pueden obtener evidencias sobre los beneficios a corto plazo de estos programas, que han demostrado ser eficaces en el alivio del dolor, la mejora de la calidad del sueño, y en proporcionar numerosos beneficios al bienestar psicológico. Estos beneficios incluyen la mejora del estado de ánimo, el bienestar general, y la autoeficacia. También se pueden esperar importantes mejoras en la reducción de la ansiedad y la depresión (Couto et al., 2022).

Además, la práctica del ejercicio físico contribuye significativamente a la regulación del sistema nervioso autónomo cardíaco, promoviendo el equilibrio homeostático entre las actividades del sistema nervioso simpático y parasimpático (Daniela et al., 2022). Esta modulación cardíaca autonómica puede ser evaluada mediante el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) (Yugar et al., 2023), lo que además puede servir como herramienta clínica para monitorizar y realizar un adecuado seguimiento de los síntomas de las personas con FM. Este fenómeno es de especial relevancia, dado que diversas patologías crónicas, tales como la FM, están asociadas con una disautonomía, con una dominancia de la actividad simpática. Asimismo, la disautonomía en personas con FM parece estar fuertemente correlacionada con el estado anímico, específicamente aquellas personas con altos niveles de depresión y ansiedad son quienes presentan niveles más bajos de HRV (Zetterman et al., 2023).

Otro de los beneficios de la práctica de actividad física o ejercicio para las personas con FM, sin duda el impacto que puede tener el dolor. La analgesia post-ejercicio es conocido (De la Corte-Rodríguez et al., 2024). En este sentido, el alivio del dolor inducido por el ejercicio físico se debe a su acción en el sistema nervioso central, el sistema hormonal y los marcadores inflamatorios (Jaleel et al., 2022). Por tanto, la práctica de ejercicio o actividad física puede tener un doble impacto, mejorando tanto los aspectos fisiológicos como psicológicos, contribuyendo a romper el círculo vicioso que existe entre el dolor, los trastornos psicológicos y la inactividad física en las personas con FM (De la Corte-Rodríguez et al., 2024).

Además de todos los beneficios mencionados anteriormente, la práctica regular de actividad física se ha demostrado que en personas con FM también mejora aspectos como la fuerza, la capacidad cardiorrespiratoria, la flexibilidad y la amplitud de movimiento, entre otros (Andrade et al., 2020; Sañudo et al., 2010). Estos aspectos son fundamentales para el rendimiento en las actividades cotidianas. Por ende, las personas con FM que participan regularmente en actividades físicas o ejercicios experimentan una mejora sustancial en su calidad de vida.

4. Prescripción, evaluación y planificación de la actividad física en personas con fibromialgia

4.1 Prescripción de la actividad física en personas con fibromialgia

A la hora de prescribir actividad física a personas con FM hay que tener en cuenta una serie de medidas: realizar una actividad física adaptada al nivel y características de la persona, así como específica a sus condiciones y necesidades. Es necesario llevar a cabo un aumento de intensidad y volumen muy progresivo, atendiendo a la capacidad de asimilación, recuperación y a los estados de la persona en cada momento. En las personas con FM la intensidad del entrenamiento debe ser la adecuada para tener un impacto positivo y una reducción en los síntomas. Sin embargo, no debe ser tan elevada como para provocar una exacerbación de los síntomas. Este aspecto es crucial en la adherencia de estas personas a los programas de entrenamiento, ya que una de las grandes dificultades que nos encontramos a la hora de pautar un programa de ejercicio a estas personas es la alta tasa de abandonos (Han et al., 2024; Vancampfort et al., 2024).

Una prescripción adecuada de la actividad física o del ejercicio (en cuanto a frecuencia, intensidad, tipo de ejercicio) es un aspecto fundamental no solo para la adherencia de estas personas al ejercicio y la mejora de su calidad de vida sino para la integración del ejercicio como parte del tratamiento clínico de las personas con FM (De la Corte-Rodríguez et al., 2024).

Un reciente metaanálisis que analiza diversos ensayos clínicos reporta como los diferentes programas de prescripción de ejercicio que se pautan en esos estudios son beneficiosos para esta población, especialmente cuando se aplica el principio de individualización. Esto ayuda a reducir los síntomas asociados a la enfermedad y mejora la calidad de vida en adultos con FM. Así, se recomienda que, cuando la condición física de los sujetos no permita realizar ejercicio conforme a las recomendaciones internacionales generalizadas para la FM, los profesionales del ejercicio físico ajusten la prescripción según las capacidades individuales, por ello realizar una exhaustiva evaluación de la condición física es imprescindible en las personas con FM (Couto et al., 2022). Del mismo modo los síntomas de la enfermedad y la intensidad de los mismos de cada persona son los que deben determinar el inicio del ejercicio y el ritmo de progresión de cualquier tipo de ejercicio.

4.2 Evaluación de la condición física en personas con fibromialgia

Flexibilidad

Miembro superior: La flexibilidad de la parte superior del cuerpo se evalúa mediante pruebas como el *“back scratch test”*. Esta prueba mide la amplitud de movimiento de los hombros, evaluando la capacidad de pasar los brazos por

encima y por debajo de los hombros opuestos, y de tocar o superponer los dedos de las manos por detrás de la espalda (Carbonell-Baeza et al., 2011). Un resultado negativo indica los centímetros que faltan para que la persona logre superponer las manos, mientras que un resultado positivo refleja los centímetros en que las manos se superponen. Esta prueba ha demostrado ser válida y confiable en mujeres con FM (ICC = 0,96) (Carbonell-Baeza et al., 2015).

Miembro inferior: La flexibilidad de la parte inferior del cuerpo se mide mediante la prueba “*chair sit and reach test*” (Keith et al., 2014). En esta prueba, la persona se sienta con una pierna estirada y se inclina hacia adelante, deslizando las manos por la pierna extendida en un esfuerzo por tocar o pasar los dedos de los pies. Se registra la cantidad de centímetros necesarios para alcanzar el dedo del pie (puntuación negativa) o para sobrepasarlo (puntuación positiva). Esta prueba es válida y fiable en mujeres con FM (ICC = 0,94) (Carbonell-Baeza et al., 2015).

Fuerza

Miembro superior: La fuerza de la parte superior del cuerpo se evalúa mediante la medición de la fuerza de agarre con un dinamómetro. Esta prueba ha demostrado ser válida y fiable en personas con FM (ICC = 0,95) (Carbonell-Baeza et al., 2015). Hay varias consideraciones importantes a tener en cuenta al realizar la prueba: la posición de agarre del dinamómetro debe ajustarse al tamaño de la mano (Ruiz-Ruiz et al., 2002), y la fuerza debe ser normalizada de acuerdo al peso corporal de cada persona (Denche-Zamorano, Pastor-Cisneros, et al., 2024).

Miembro inferior: La fuerza de la parte inferior del cuerpo se evalúa con la prueba de 30" Sit to Stand Test. Esta prueba mide el número de veces que una persona puede levantarse completamente desde una posición sentada, con la espalda recta y los pies apoyados en el suelo, en un periodo de 30 segundos, sin utilizar los brazos para impulsarse (Carbonell-Baeza et al., 2011; Denche-Zamorano, Pastor-Cisneros, et al., 2024).

Equilibrio

Diversas pruebas se han utilizado en personas con FM para evaluar el equilibrio. Entre ellas se encuentra el Functional Reach, una prueba que mide la diferencia entre la longitud del brazo de la persona evaluada y su alcance máximo hacia adelante, utilizando un soporte fijo (Duncan et al., 1990). Otra prueba que evalúa el equilibrio estático es blind flamingo test, que mide la capacidad de la persona para mantener el equilibrio en una sola pierna durante 30 segundos (Carbonell-Baeza et al., 2011).

Además de los registros objetivos del equilibrio, es fundamental evaluar la percepción que tiene cada persona sobre su propio equilibrio y qué tareas se siente capaz de realizar con base en esa confianza. Para este propósito, se puede utilizar la versión validada al español de la Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas (Montilla-Ibáñez et al., 2017).

Movilidad funcional

Se evalúa mediante la prueba de Time Up and Go (TUG). Durante esta prueba, se observa y cronometra el tiempo que las personas evaluadas necesitan para levantarse de una silla (aproximadamente 46 cm de altura), caminar 3 metros, girar alrededor de un cono, volver al punto de inicio y sentarse de nuevo. Es una prueba sencilla y se ha utilizado para detectar el riesgo de caídas en esta población (Denche-Zamorano, Pastor-Cisneros, et al., 2024). Además, ha demostrado ser una herramienta válida y fiable en mujeres con FM (ICC = 0,93) (Barry et al., 2014).

Resistencia cardiorrespiratoria

Se evalúa habitualmente mediante la Prueba de marcha de 6 minutos. Consiste en caminar al ritmo sostenido más rápido posible durante 6 minutos alrededor de un rectángulo con un perímetro de 45,7 metros (Rikli & Jones, 1999). Se registran los metros recorridos por la persona evaluada. Esta prueba también ha sido validada en mujeres con FM (ICC = 0,92) (Carbonell-Baeza et al., 2015).

Además, es esencial tener registros de medidas de autopercepción, como se mencionó anteriormente. La Escala Internacional de Condición Física (IFIS) (Ortega et al., 2011) permite conocer la condición física autopercebida de la persona con FM. En este caso, se dispone de la versión española de la IFIS, validada en mujeres con FM (Álvarez-Gallardo et al., 2016). La IFIS pregunta a los participantes sobre su percepción de su condición física general, aptitud cardiorrespiratoria, fuerza muscular, velocidad-agilidad y flexibilidad.

Otros aspectos fundamentales para una correcta planificación del ejercicio en esta población incluyen valorar otros aspectos como la composición corporal y los síntomas relacionados con la patología, tales como el dolor (intensidad del dolor y el dolor a la presión) (Dansie & Turk, 2013), aspectos cognitivos y psicológicos, como la depresión, la ansiedad, la fatiga o los trastornos del sueño.

Asimismo, es imprescindible valorar que impacto supone o tiene la enfermedad en el día a día de las personas con FM. Para evaluar el impacto de la enfermedad, se utiliza el Cuestionario del Impacto de la Fibromialgia (FIQ), validado en español (Monterde et al., 2004). El FIQ es una herramienta multidimensional que mide cómo la FM afecta la capacidad funcional y la calidad de vida de las personas que la padecen. El FIQ pregunta a los participantes sobre su capacidad para realizar tareas cotidianas durante la última semana, los días en los que se sintieron bien, y los días en los que no pudieron trabajar o realizar tareas domésticas debido a los síntomas de la FM. También pregunta acerca de los principales síntomas experimentados. Los resultados del FIQ varían entre 0 y 100, donde 0 representa una capacidad funcional y calidad de vida máximas, y 100 representa el peor estado posible (Denche-Zamorano, Pastor-Cisneros, et al., 2024).

Recientemente ha sido creado el Revised Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQR) es una versión actualizada del cuestionario FIQ original. Este cuestionario

revisado fue desarrollado para mejorar la precisión y sensibilidad en la evaluación del impacto de la fibromialgia. El FIQR es más sencillo de completar y cubre una gama más amplia de síntomas y dificultades experimentadas por los pacientes. La versión revisada no solo amplía el rango de síntomas específicos, como la sensibilidad a estímulos externos y el malestar matutino, sino que también mejora la simplicidad en la puntuación y la interpretación de resultados, haciendo que sea más accesible y útil para médicos y pacientes. Así, el FIQR responde a la necesidad de una herramienta más comprensiva y sensible a la diversidad de síntomas y dificultades funcionales que la fibromialgia implica, facilitando un monitoreo más efectivo del tratamiento y de la evolución de la enfermedad (Bennett, R.M. et al. 2009).

4.3 Planificación de la actividad física en personas con fibromialgia

En términos generales, antes de iniciar con el entrenamiento es necesario realizar acciones que limiten la rigidez, aumentado la temperatura, reduciendo la viscosidad y aumentando la oxigenación de la musculatura implicada en la actividad. Combinar o alternar ejercicios de resistencia, fuerza, flexibilidad, equilibrio y agilidad, incluyendo ejercicios de transferencia y reeducación. Es necesario ampliar los tiempos de recuperación, adecuándolos a las capacidades de las personas y atendiendo a los síntomas. Evitar las contracciones excéntricas, evitando provocar un mayor daño muscular. Además de evitar ejercicios y posturas que generen dolor Incluir actividades grupales, supervisadas y con apoyo social que ayuden a generar una mayor adherencia al programa de entrenamiento, aunque sin olvidar que es importante adecuar todas las actividades a los gustos o tratar de dar opciones agradables para la participante dentro de las posibilidades que mejor puedan atender sus necesidades (Han et al., 2024; Masquelier & D'haeyere, 2021; Sousa et al., 2023; Thompson et al., 2013; Zhang et al., 2022).

4.4 Tipos de actividades en personas con fibromialgia

Con todo ello, un programa de actividad física en personas con FM debería contener:

Actividad física aeróbica

Comenzando con actividad física aeróbica de baja intensidad, tratar de progresar hacia actividades de intensidad moderada o vigorosa. Sería recomendable incluir actividades como caminar, nadar, montar en bicicleta, ciclismo indoor, actividad física con soporte musical, incluyendo bailes u otras actividades colectivas. Dentro de las posibilidades, especialmente en fases iniciales, sería recomendable evitar actividad de fuertes impactos y movimientos excéntricos.

Progresando de forma lenta, con incrementos inferiores al 5-10% del volumen de trabajo intersemanal o intercesiones, sería recomendable realizar 3 o más días a la semana con sesiones de entre 30-60 minutos al día.

Actividad física de fuerza

El trabajo de fuerza es necesario y recomendable para todo tipo de poblaciones. En personas con FM se recomienda iniciar el trabajo de fuerza con ejercicios que se realicen con el propio peso de la persona e ir aumentando la resistencia con bandas elásticas de distinta tensión y autocargas de bajo peso relativo. Es recomendable evitar el entrenamiento excéntrico, especialmente si es forzado, con cargas superiores a la fuerza de la participante. El programa de entrenamiento de la fuerza de comenzarse con intensidades muy baja o bajas y progresar hasta intensidades moderadas. Una vez introducidas autocargas u otros ejercicios con cargas, iniciar con pesos que se encuentren alrededor del 40% de la capacidad de la participante y progresar lentamente hasta cargas del 80%. Es especialmente recomendable priorizar la ejecución técnica correcta al aumento de intensidad, realizando ejecuciones con velocidades lentas y recuperaciones largas. Este tipo de actividades deberían incluirse entre 2-3 veces por semana (Han et al., 2024; Thompson et al., 2013). La tabla 2 muestra un resumen de la planificación del ejercicio en función del tipo de este (aeróbico, fuerza o flexibilidad) en las personas con FM.

Tabla 2. Tipos de ejercicio, frecuencia, intensidad y progresión para las personas con Fibromialgia

	Aeróbico	Fuerza	Flexibilidad
Frecuencia	3 o más días a la semana entre 30-60 minutos al día	2-3 veces por semana	A diario
Intensidad	Baja intensidad, progresar hacia intensidad moderada o vigorosa	Muy bajas o bajas, progresar hasta intensidades moderadas	Suave
Tipos	Caminar, nadar, montar en bicicleta, ciclismo indoor, actividad física con soporte musical	Autopeso e aumentar la resistencia con bandas elásticas de distinta tensión y autocargas	Estiramientos suaves, Estiramientos asistidos
Progresión	5-10% del volumen de trabajo intersemanal o intercesiones	Iniciar con pesos del 40% de la capacidad de la persona y progresar lentamente hasta cargas del 80%	Bandas elásticas

Otras actividades físicas

Dadas las características de las personas con FM, hay otras actividades que deben tenerse en cuenta en la prescripción y planificación del entrenamiento (Thompson et al., 2013). Entre ellas es recomendable incluir:

- Sesiones de flexibilidad: Este trabajo debería llevarse a cabo a diario, sesiones de estiramientos suaves, estiramientos asistidos, utilizando bandas elásticas, integrados en actividades colectivas u otras actividades. Independientemente de la naturaleza y condición de las actividades elegidas para las sesiones de flexibilidad, estas siempre deben realizarse en rangos de movimiento sin dolor y evitando estiramientos balísticos o forzados.
- Ejercicios combinados: Incluir ejercicio físico que atienda aspectos cognitivos, emocionales y sociales. El trabajo de cuerpo y mente.
- Ejercicios de coordinación y agilidad.

En ese sentido, en los últimos años muchos estudios han evaluado los efectos de actividades físicas alternativas, tales como: yoga, taichí, AF en la naturaleza, AF en el medio acuático, entrenamiento vibratorio, actividad física en entornos de realidad aumentada y realidad virtual o exergames (Denche-Zamorano et al., 2023; Thompson et al., 2013; Zhang et al., 2022).

5. Conclusiones

Las personas con FM presentan un estilo de vida caracterizado por un elevado comportamiento sedentario y un bajo nivel de actividad física de cualquier intensidad. Por norma general su nivel de condición física está deteriorado en todas las cualidades físicas, capacidad cardiorrespiratoria, fuerza, flexibilidad y agilidad. La prevalencia de sobrepeso y obesidad es elevada en esta población, teniendo tanto un exceso de peso como una baja condición física un efecto negativo sobre los principales síntomas de esta enfermedad. Es por ello que urge modificar su estilo de vida para poder mejorar su estado de salud y la calidad de vida. En este sentido, la práctica de actividad física y ejercicio físico se considera una de las principales medidas no farmacológicas para abordar el manejo de la FM.

Entre los tipos de actividad física o ejercicio recomendado para las personas con FM, se incluyen la realización de actividades aeróbicas unas 3 veces por semana de baja intensidad progresando hacia intensidades moderadas o vigorosas, sesiones de fuerza entre 2 y 3 veces a la semana que incluyan ejercicios con el propio peso y aumentar la resistencia con bandas elásticas de distinta tensión y trabajo de flexibilidad con estiramientos suaves y asistidos. Además, resulta imprescindible que cuando las personas con FM no puedan seguir las recomendaciones de

ejercicio físico planteadas, los profesionales ajusten la prescripción según las capacidades individuales. Por eso, es esencial una evaluación exhaustiva de la condición física.

6. Referencias bibliográficas

- Alvarez, M. C., Albuquerque, M. L. L., Neiva, H. P., Cid, L., Rodrigues, F., Teixeira, D. S., Matos, R., Antunes, R., Morales-Sánchez, V., & Monteiro, D. (2022). Exploring the Relationship between Fibromyalgia-Related Fatigue, Physical Activity, and Quality of Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4870–4870. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19084870>
- Alvarez-Gallardo, I. C. I. C., Carbonell-Baeza, A., Segura-Jimenez, V., Soriano-Maldonado, A., Intemann, T., Aparicio, V. A. V. A., Estevez-Lopez, F., Camiletti-Moiron, D., Herrador-Colmenero, M., Ruiz, J. R., Delgado-Fernandez, M., Ortega, F. B., Segura-Jimenez, V., Carbonell-Baeza, A., Estevez-Lopez, F., McVeigh, J. G., Delgado-Fernandez, M., Ortega, F. B., Camiletti-Moiron, D., ... Ortega, F. B. (2016). Physical fitness reference standards in fibromyalgia: The al-Andalus project. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 34(5), 1731–1739. <https://doi.org/10.1002/acr.22610>
- Álvarez-Gallardo, I. C., Soriano-Maldonado, A., Segura-Jiménez, V., Carbonell-Baeza, A., Estévez-López, F., McVeigh, J. G., Delgado-Fernández, M., & Ortega, F. B. (2016). International Fitness Scale (IFIS): Construct Validity and Reliability in Women With Fibromyalgia: The al-Ándalus Project. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(3), 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.08.416>
- Álvarez-Gallardo, I. C., Soriano-Maldonado, A., Segura-Jiménez, V., Estévez-López, F., Camiletti-Moirón, D., Aparicio, V. A., Herrador-Colmenero, M., Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Delgado-Fernández, M., & Carbonell-Baeza, A. (2019). High Levels of Physical Fitness Are Associated with Better Health-Related Quality of Life in Women with Fibromyalgia: The al-Ándalus Project. *Physical Therapy*, 99(11). <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz113>
- Amanat, S., Ghahri, S., Dianatinasab, A., Fararouei, M., & Dianatinasab, M. (2020). Exercise and Type 2 Diabetes. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1228, 91–105. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_6
- Andrade, A., Dominski, F. H., & Siczekowska, S. M. (2020). What we already know about the effects of exercise in patients with fibromyalgia: An umbrella review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 50(6), 1465–1480. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.02.003>
- Antonia Parra-Rizo, M., Sanchís-Soler, G., Herdeiro, T., & Roque, F. (2021). Physical Activity and the Improvement of Autonomy, Functional Ability, Subjective Health, and Social Relationships in Women over the Age of 60. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(13), 6926–6926. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18136926>
- Arocha Rodulfo, J. I. (2019). Sedentary lifestyle a disease from XXI century. *Clinica e Investigacion En Arteriosclerosis*, 31(5), 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2019.04.004>
- Bairapareddy, K. C., Kamchek, M. M. S., Itani, R. J., Mohamed, M., Zahran, H. A. E. A., Alaparathi, G. K., Tamim, M., Anche, P., & Chandrashekar, B. (2021). Low Physical Activity Levels Are Linked to Early Hypertension Risk in College-Going Young Adults. *Healthcare*, 9(10), 1258–1258. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE9101258>
- Barry, E., Galvin, R., Keogh, C., Horgan, F., & Fahey, T. (2014). Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 14(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-14-14>
- Bennett, R. M., Friend, R., Jones, K. D., Ward, R., Han, B. K., & Ross, R. L. (2009). The Revised Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQR): Validation and Psychometric Properties. *Arthritis Research & Therapy*, 11(4), R120. <https://doi.org/10.1186/ar2783>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/BJSports-2020-102955>
- Cabo-Meseguer, A., Cerdá-Olmedo, G., & Trillo-Mata, J. L. (2017). Fibromyalgia: Prevalence, epidemiologic profiles and economic costs. *Medicina Clínica*, 149(10), 441–448. <https://doi.org/10.1016/J.MEDCLI.2017.06.008>

- Carbonell-Baeza, A., Álvarez-Gallardo, I. C., Segura-Jiménez, V., Castro-Piñero, J., Ruiz, J. R., Delgado-Fernández, M., & Aparicio, V. A. (2015). Reliability and Feasibility of Physical Fitness Tests in Female Fibromyalgia Patients. *International Journal of Sports Medicine*, 36(2), 157–162. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1390497>
- Carbonell-Baeza, A., Aparicio, V. A., Sjöström, M., Ruiz, J. R., & Delgado-Fernández, M. (2011). Pain and Functional Capacity in Female Fibromyalgia Patients. *Pain Medicine*, 12(11), 1667–1675. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2011.01239.x>
- Caristia, S., Campani, D., Cannici, C., Frontera, E., Giarda, G., Pisterzi, S., Terranova, L., Payedimarrì, A. B., Faggiano, F., & Dal Molin, A. (2021). Physical exercise and fall prevention: A systematic review and meta-analysis of experimental studies included in Cochrane reviews. *Geriatric Nursing*, 42(6), 1275–1286. <https://doi.org/10.1016/J.GERINURSE.2021.06.001>
- Codella, R., & Chirico, A. (2023). Physical Inactivity and Depression: The Gloomy Dual with Rising Costs in a Large-Scale Emergency. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1603–1603. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20021603>
- Collado-Mateo, D., Adsuar, J. C., Dominguez-Muñoz, F. J., Olivares, P. R., & Gusi, N. (2017). Impact of Fibromyalgia in the Sit-to-Stand-to-Sit Performance Compared With Healthy Controls. *PM&R*, 9(6), 588–595. <https://doi.org/10.1016/J.PMRJ.2016.10.006>
- Collado-Mateo, D., Dominguez-Muñoz, F. J., Adsuar, J. C., Merellano-Navarro, E., & Gusi, N. (2017). Exergames for women with fibromyalgia: A randomised controlled trial to evaluate the effects on mobility skills, balance and fear of falling. *PeerJ*, 2017(4), e3211–e3211. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.3211/SUPP-2>
- Couto, N., Monteiro, D., Cid, L., & Bento, T. (2022). Effect of different types of exercise in adult subjects with fibromyalgia: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Scientific Reports*, 12(1), 10391. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14213-x>
- Daniela, M., Catalina, L., Ilie, O., Paula, M., Daniel-Andrei, I., & Ioana, B. (2022). Effects of Exercise Training on the Autonomic Nervous System with a Focus on Anti-Inflammatory and Antioxidants Effects. *Antioxidants*, 11(2), 350. <https://doi.org/10.3390/antiox11020350>
- Dansie, E. J., & Turk, D. C. (2013). Assessment of patients with chronic pain. *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 111(1), 19. <https://doi.org/10.1093/bja/aet124>
- De la Corte-Rodríguez, H., Roman-Belmonte, J. M., Resino-Luis, C., Madrid-Gonzalez, J., & Rodriguez-Merchan, E. C. (2024). The Role of Physical Exercise in Chronic Musculoskeletal Pain: Best Medicine—A Narrative Review. *Healthcare*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/healthcare12020242>
- Denche-Zamorano, Á., Barrios-Fernandez, S., Gómez-Galán, R., Franco-García, J. M., Carlos-Vivas, J., Mendoza-Muñoz, M., Rojo-Ramos, J., Vega-Muñoz, A., Contreras-Barraza, N., Gianikellis, K., & Muñoz-Bermejo, L. (2022). Associations between Physical Activity Level and Mental Health in the Spanish Population: A Cross-Sectional Study. *Healthcare*, 10(8), 1442–1442. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE10081442>
- Denche-Zamorano, Á., Barrios-Fernandez, S., Mendoza-Muñoz, M., Carlos-Vivas, J., Vega-Muñoz, A., Collado-Mateo, D., Olivares, P. R., & Adsuar, J. C. (2023). Fibromyalgia, Pain, and Physical Activity: A Bibliometric Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1335–1335. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20021335>
- Denche-Zamorano, Á., Franco-García, J. M., Pastor-Cisneros, R., Salas-Gómez, D., Collado-Mateo, D., Olivares, P. R., & Adsuar, J. C. (2022). Relationships between Physical Activity Level and Pain in the Spanish Population: A Cross-Sectional Study. *Journal of Personalized Medicine*, 12(10), 1591–1591. <https://doi.org/10.3390/JPM12101591/S1>
- Denche-Zamorano, Á., Pastor-Cisneros, R., Tomas-Carus, P., Adsuar-Sala, J. C., Salas-Gómez, D., & Parraca, J. A. (2024). Relationship of Pain, Depression, Fatigue, and Sleep Problems with Functional Capacity, Balance, and Fear of Falling in Women with Fibromyalgia: Cross-Sectional Study. *Nursing Reports*, 14(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/nursrep14040207>
- Denche-Zamorano, Á., Pereira-Payo, D., Collado-Mateo, D., Adsuar-Sala, J. C., Tomas-Carus, P., & Parraca, J. A. (2024). Physical Function, Self-Perceived Physical Fitness, Falls, Quality of Life and Degree of Disability According to Fear and Risk of Falling in Women with Fibromyalgia. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(3), 174–174. <https://doi.org/10.3390/JFMK9030174/S1>
- Denche-Zamorano, Á., Salas-Gómez, D., Franco-García, J. M., Adsuar, J. C., Parraca, J. A., & Collado-Mateo, D. (2024). Associations between Physical Activity Frequency in Leisure Time and Subjective Cognitive Limitations in Middle-Aged Spanish Adults: A Cross-Sectional Study. *Healthcare*, 12(11), 1056–1056. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12111056/S1>

- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*, 45(6), M192-197. <https://doi.org/10.1093/geronj/45.6.m192>
- Enlander, D., Nijs, J., Rousset, N., Van Oosterwijck, J., De Koning, M., Ickmans, K., Struyf, F., Meeus, M., & Lundberg, M. (2013). Fear of movement and avoidance behaviour toward physical activity in chronic-fatigue syndrome and fibromyalgia: State of the art and implications for clinical practice. *Clin Rheumatol*, 32(7), 1113. <https://doi.org/10.1007/s10067-013-2277-4>
- Franco-García, J. M., Castillo-Paredes, A., Rodríguez-Redondo, Y., Carlos-Vivas, J., García-Carrillo, R. M., & Denche-Zamorano, Á. (2024). Greater physical activity levels are associated with lower prevalence of tumors and risk of cancer in Spanish population: A cross-sectional study. *Heliyon*, 10(7), e29191-e29191. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29191>
- Gavilán-Carrera, B., Segura-Jiménez, V., Acosta-Manzano, P., Borges-Cosic, M., Álvarez-Gallardo, I. C., & Delgado-Fernández, M. (2020). Patterns of Sedentary Time and Quality of Life in Women With Fibromyalgia: Cross-Sectional Study From the al-Ándalus Project. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(3). <https://doi.org/10.2196/14538>
- Gray, C. L., Messer, L. C., Rappazzo, K. M., Jagai, J. S., Grabich, S. C., & Lobdell, D. T. (2018). The association between physical inactivity and obesity is modified by five domains of environmental quality in U.S. adults: A cross-sectional study. *PLOS ONE*, 13(8), e0203301-e0203301. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0203301>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (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. Global Health*, 6(10), e1077-e1086. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Han, T., Xi, R., Wang, J., Yan, H., & Li, L. (2024). Adherence to ACSM exercise guidelines and its influence on Fibromyalgia treatment outcomes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1413038>
- Jaleel, G., Shaphe, M. A., Khan, A. R., Malhotra, D., Khan, H., Parveen, S., Qasheesh, M., Beg, R. A., Chahal, A., Ahmad, F., & Ahmad, M. F. (2022). Effect of Exercises on Central and Endocrine System for Pain Modulation in Primary Dysmenorrhea. *Journal of Lifestyle Medicine*, 12(1), 15-25. <https://doi.org/10.15280/jlm.2022.12.1.15>
- Jiang, Y. S., Wang, M., Liu, S., Ya, X., Duan, G. T., & Wang, Z. P. (2022). The association between sedentary behavior and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 10, 1019551-1019551. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2022.1019551/BIBTEX>
- Jones, K. D., Burckhardt, C. S., Clark, S. R., Bennett, R. M., & Potempa, K. M. (2002). A randomized controlled trial of muscle strengthening versus flexibility training in fibromyalgia. *The Journal of Rheumatology*, 29(5), 1041-1048.
- Jurado-Priego, L. N., Cueto-Ureña, C., Ramírez-Expósito, M. J., & Martínez-Martos, J. M. (2024). Fibromyalgia: A Review of the Pathophysiological Mechanisms and Multidisciplinary Treatment Strategies. *Biomedicines*, 12(7), 1543-1543. <https://doi.org/10.3390/BIOMEDICINES12071543>
- Keith, N. R., Clark, D. O., Stump, T. E., Miller, D. K., & Callahan, C. M. (2014). Validity and Reliability of the Self-Reported Physical Fitness (SRFit) Survey. *Journal of Physical Activity and Health*, 11(4), 853-859. <https://doi.org/10.1123/jpah.2012-0264>
- Kett, A. R., & Sichtung, F. (2020). Sedentary behaviour at work increases muscle stiffness of the back: Why roller massage has potential as an active break intervention. *Applied Ergonomics*, 82, 102947-102947. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2019.102947>
- Koohsari, M. J., Nakaya, T., McCormack, G. R., Shibata, A., Ishii, K., & Oka, K. (2021). Changes in workers' sedentary and physical activity behaviors in response to the COVID-19 pandemic and their relationships with fatigue: Longitudinal online study. *JMIR Public Health and Surveillance*, 7(3), e26293-e26293. <https://doi.org/10.2196/26293>
- Koohsari, M. J., Yasunaga, A., McCormack, G. R., Shibata, A., Ishii, K., Liao, Y., Nagai, Y., & Oka, K. (2023). Sedentary behaviour and sleep quality. *Scientific Reports*, 13(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27882-z>
- Lippi, G., Henry, B. M., & Sanchis-Gomar, F. (2020). Physical inactivity and cardiovascular disease at the time of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(9), 906-908. <https://doi.org/10.1177/2047487320916823>

- Mansoubi, M., Pearson, N., Cledes, S. A., Biddle, S. J. H., Bodicoat, D. H., Tolfrey, K., Edwardson, C. L., & Yates, T. (2015). Energy expenditure during common sitting and standing tasks: Examining the 1.5 MET definition of sedentary behaviour. *BMC Public Health*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S12889-015-1851-X/TABLES/3>
- Masquelier, E., & D'haeyere, J. (2021). Physical activity in the treatment of fibromyalgia. *Joint Bone Spine*, 88(5), 105202–105202. <https://doi.org/10.1016/J.JBSPIN.2021.105202>
- Mayer, S., Spickschen, J., Stein, K. V., Crevenna, R., Dorner, T. E., & Simon, J. (2019). The societal costs of chronic pain and its determinants: The case of Austria. *PLOS ONE*, 14(3), e0213889–e0213889. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0213889>
- McDowell, C. P., Dishman, R. K., Gordon, B. R., & Herring, M. P. (2019). Physical Activity and Anxiety: A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 57(4), 545–556. <https://doi.org/10.1016/J.AMEPRE.2019.05.012/ATTACHMENT/157A41C5-A2E3-4CDE-B53B-09A15B84FBFF/MMC1.PDF>
- Mellow, M. L., Crozier, A. J., Dumuid, D., Wade, A. T., Goldsworthy, M. R., Dorrian, J., & Smith, A. E. (2022). How are combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep related to cognitive function in older adults? A systematic review. *Experimental Gerontology*, 159, 111698–111698. <https://doi.org/10.1016/J.EXGER.2022.111698>
- Minihan, A. K., Patel, A. V., Flanders, W. D., Sauer, A. G., Jemal, A., & Islami, F. (2022). Proportion of Cancer Cases Attributable to Physical Inactivity by US State, 2013-2016. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(3), 417–423. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002801>
- Monterde, S., Salvat, I., Montull, S., & Fernández-Ballart, J. (2004). Validación de la versión española del Fibromyalgia Impact Questionnaire. *Rev. esp. Reumatol.*, 507–513.
- Montilla-Ibáñez, A., Martínez-Amat, A., Lomas-Vega, R., Cruz-Díaz, D., Torre-Cruz, M. J. D. la Casuso-Pérez, R., & Hita-Contreras, F. (2017). The Activities-specific Balance Confidence scale: Reliability and validity in Spanish patients with vestibular disorders. *Disability and Rehabilitation*, 39(7), 697–703. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1161087>
- Olanrewaju, O., Stockwell, S., Stubbs, B., & Smith, L. (2020). Sedentary behaviours, cognitive function, and possible mechanisms in older adults: A systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(6), 969–984. <https://doi.org/10.1007/S40520-019-01457-3/FIGURES/3>
- O'Neill, A., O'Sullivan, K., & McCreesh, K. (2021). Lower levels of physical activity are associated with pain progression in older adults, a longitudinal study. *European Journal of Pain*, 25(7), 1462–1471. <https://doi.org/10.1002/ejp.1759>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., España-Romero, V., Vicente-Rodríguez, G., Martínez-Gómez, D., Manios, Y., Béghin, L., Molnar, D., Widhalm, K., Moreno, L. A., Sjöström, M., Castillo, M. J., & on behalf of the HELENA study group. (2011). The International Fitness Scale (IFIS): Usefulness of self-reported fitness in youth. *International Journal of Epidemiology*, 40(3), 701–711. <https://doi.org/10.1093/ije/dyr039>
- Pearce, M., Garcia, L., Abbas, A., Strain, T., Schuch, F. B., Golubic, R., Kelly, P., Khan, S., Utukuri, M., Laird, Y., Mok, A., Smith, A., Tainio, M., Brage, S., & Woodcock, J. (2022). Association Between Physical Activity and Risk of Depression: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*, 79(6), 550–559. <https://doi.org/10.1001/JAMAPSYCHIATRY.2022.0609>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(2), 129–161. <https://doi.org/10.1123/japa.7.2.129>
- Ruiz-Ruiz, J., Mesa, J. L. M., Gutiérrez, A., & Castillo, M. J. (2002). Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *The Journal of Hand Surgery*, 27(5), 897–901. <https://doi.org/10.1053/jhsu.2002.34315>
- Ruschak, I., Montesó-Curto, P., Rosselló, L., Aguilar Martín, C., Sánchez-Montesó, L., & Toussaint, L. (2023). Fibromyalgia Syndrome Pain in Men and Women: A Scoping Review. *Healthcare*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE11020223>
- Sansano-Nadal, O., Giné-Garriga, M., Rodríguez-Roca, B., Guerra-Balic, M., Ferri, K., Wilson, J. J., Caserotti, P., Olsen, P. Ø., Blackburn, N. E., Rothenbacher, D., Dallmeier, D., Roqué-Fíguls, M., McIntosh, E., & Martín-Borràs, C. (2021). Association of Self-Reported and Device-Measured Sedentary Behaviour and Physical Activity with Health-Related Quality of Life among European Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13252–13252. <https://doi.org/10.3390/IJERPH182413252>
- Sañudo, B., Galiano, D., Carrasco, L., & de Hoyo, M. (2010). Evidencias para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con fibromialgia. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3(4), 159–169.

- Segura-Jiménez, V., Álvarez-Gallardo, I. C., Carbonell-Baeza, A., Aparicio, V. A., Ortega, F. B., Casimiro, A. J., & Delgado-Fernández, M. (2015). Fibromyalgia has a larger impact on physical health than on psychological health, yet both are markedly affected: The al-Ándalus project. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 44(5). <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2014.09.010>
- Segura-Jiménez, V., Álvarez-Gallardo, I. C., Estévez-López, F., Soriano-Maldonado, A., Delgado-Fernández, M., Ortega, F. B., Aparicio, V. A., Carbonell-Baeza, A., Mota, J., Silva, P., & Ruiz, J. R. (2015). Differences in sedentary time and physical activity between female patients with fibromyalgia and healthy controls: The al-Ándalus project. *Arthritis & Rheumatology*, 67(11), 3047–3057. <https://doi.org/10.1002/art.39252>
- Segura-Jimenez, V., Aparicio, V. A., Alvarez-Gallardo, I. C., Carbonell-Baeza, A., Tornero-Quinones, I., & Delgado-Fernandez, M. (2015). Does body composition differ between fibromyalgia patients and controls? The al-Andalus project. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 33(1 Suppl 88), S25-32.
- Segura-Jiménez, V., Borges-Cosic, M., Soriano-Maldonado, A., Estévez-López, F., Álvarez-Gallardo, I. C., Herrador-Colmenero, M., Delgado-Fernández, M., & Ruiz, J. R. (2017). Association of sedentary time and physical activity with pain, fatigue, and impact of fibromyalgia: The al-Ándalus study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(1), 83–92. <https://doi.org/10.1111/SMS.12630>
- Segura-Jiménez, V., Castro-Piñero, J., Soriano-Maldonado, A., Álvarez-Gallardo, I. C., Estévez-López, F., Delgado-Fernández, M., & Carbonell-Baeza, A. (2016). The association of total and central body fat with pain, fatigue and the impact of fibromyalgia in women; Role of physical fitness. *European Journal of Pain*, 20(5). <https://doi.org/10.1002/ejp.807>
- Silva, F. M., Duarte-Mendes, P., Rusenhack, M. C., Furmann, M., Nobre, P. R., Fachada, M. Â., Soares, C. M., Teixeira, A., & Ferreira, J. P. (2020). Objectively Measured Sedentary Behavior and Physical Fitness in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, 17(22), 8660–8660. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17228660>
- Soriano-Maldonado, A., Artero, E. G., Segura-Jimenez, V., Aparicio, V. A., Estevez-Lopez, F., Alvarez-Gallardo, I. C., Munguia-Izquierdo, D., Casimiro-Andujar, A. J., Delgado-Fernandez, M., & Ortega, F. B. (2016). Association of physical fitness and fatness with cognitive function in women with fibromyalgia. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1731–1739. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1136069>
- Soriano-Maldonado, A., Estevez-Lopez, F., Segura-Jimenez, V., Aparicio, V. A., Alvarez-Gallardo, I. C., Herrador-Colmenero, M., Ruiz, J. R., Henriksen, M., Amris, K., & Delgado-Fernandez, M. (2016). Association of Physical Fitness with Depression in Women with Fibromyalgia. *Pain Medicine*, 17(8), 1542–1552. <https://doi.org/10.1093/pm/pnv036>
- Soriano-Maldonado, A., Henriksen, M., Segura-Jimenez, V., Aparicio, V. A., Carbonell-Baeza, A., Delgado-Fernandez, M., Amris, K., & Ruiz, J. R. (2015). Association of Physical Fitness With Fibromyalgia Severity in Women: The al-Andalus Project. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1599–1605. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.03.015>
- Soriano-Maldonado, A., Ruiz, J. R., Aparicio, V. A., Estévez-López, F., Segura-Jiménez, V., Álvarez-Gallardo, I. C., Carbonell-Baeza, A., Delgado-Fernández, M., & Ortega, F. B. (2015). Association of physical fitness with pain in women with fibromyalgia: The al-Ándalus project. *Arthritis Care and Research*, 67(11). <https://doi.org/10.1002/acr.22610>
- Spartano, N. L., Lyass, A., Larson, M. G., Tran, T., Andersson, C., Blease, S. J., Eslinger, D. W., Vasan, R. S., & Murabito, J. M. (2019). Objective physical activity and physical performance in middle-aged and older adults. *Experimental Gerontology*, 119, 203–211. <https://doi.org/10.1016/J.EXGER.2019.02.003>
- Thompson, P. D., Arena, R., Riebe, D., & Pescatello, L. S. (2013). ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 215–217. <https://doi.org/10.1249/JSR.0B013E31829A68CF>
- Tomás-Carús, P., Gusi, N., Leal, A., García, Y., & Ortega-Alonso, A. (2007). The Fibromyalgia Treatment With Physical Exercise in Warm Water Reduces the Impact of the Disease on Female Patients' Physical and Mental Health. *Reumatología Clínica*, 3(1), 33–37. [https://doi.org/10.1016/S2173-5743\(07\)70206-X](https://doi.org/10.1016/S2173-5743(07)70206-X)
- Van der Ploeg, H. P., & Hillsdon, M. (2017). Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S12966-017-0601-0/METRICS>
- Vancampfort, D., Van Damme, T., Brunner, E., McGrath, R. L., Hemmings, L., Guimaraes, M. E., & Schuch, F. (2024). Dropout From Exercise Interventions in Adults With Fibromyalgia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 105(3), 571–579. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.06.002>

- Wender, C. L. A., Manninen, M., & O'Connor, P. J. (2022). The Effect of Chronic Exercise on Energy and Fatigue States: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Frontiers in Psychology*, *13*, 907637–907637. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.907637/BIBTEX>
- Werneck, A. O., Araujo, R. H. O., Oyeyemi, A. L., & Silva, D. R. (2023). Social isolation is associated with higher leisure-time sedentary behavior and lower physical activity practice: A multi-country analysis of data from 79 countries from the Global School-Based Student Health Survey. *Preventive Medicine*, *175*, 107677–107677. <https://doi.org/10.1016/J.YPMED.2023.107677>
- Wolf, S., Seiffer, B., Zeibig, J. M., Welkerling, J., Brokmeier, L., Atrott, B., Ehling, T., & Schuch, F. B. (2021). Is Physical Activity Associated with Less Depression and Anxiety During the COVID-19 Pandemic? A Rapid Systematic Review. *Sports Medicine*, *51*(8), 1771–1783. <https://doi.org/10.1007/S40279-021-01468-Z/TABLES/4>
- Wolfe, F., Clauw, D. J., Fitzcharles, M. A., Goldenberg, D. L., Häuser, W., Katz, R. L., Mease, P. J., Russell, A. S., Russell, I. J., & Walitt, B. (2016). 2016 Revisions to the 2010/2011 fibromyalgia diagnostic criteria. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, *46*(3), 319–329. <https://doi.org/10.1016/J.SEMARTHRT.2016.08.012>
- Wolfe, F., Clauw, D. J., Fitzcharles, M. A., Goldenberg, D. L., Katz, R. S., Mease, P., Russell, A. S., Russell, I. J., Winfield, J. B., & Yunus, M. B. (2010). The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, *62*(5), 600–610. <https://doi.org/10.1002/acr.20140>
- Xie, Y., Liu, S., Chen, X. J., Yu, H. H., Yang, Y., & Wang, W. (2021). Effects of Exercise on Sleep Quality and Insomnia in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Psychiatry*, *12*, 664499–664499. <https://doi.org/10.3389/FPSYT.2021.664499/BIBTEX>
- Yugar, L. B. T., Yugar-Toledo, J. C., Dinamarco, N., Sedenho-Prado, L. G., Moreno, B. V. D., Rubio, T. de A., Fattori, A., Rodrigues, B., Vilela-Martin, J. F., & Moreno, H. (2023). The Role of Heart Rate Variability (HRV) in Different Hypertensive Syndromes. *Diagnostics*, *13*(4), 785. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13040785>
- Zetterman, T., Markkula, R., Miettinen, T., & Kalso, E. (2023). Heart rate variability responses to cognitive stress in fibromyalgia are characterised by inadequate autonomous system stress responses: A clinical trial. *Scientific Reports*, *13*(1), 700. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27581-9>
- Zhang, K. D., Wang, L. Y., Zhang, Z. H., Zhang, D. X., Lin, X. W., Meng, T., & Qi, F. (2022). Effect of Exercise Interventions on Health-Related Quality of Life in Patients with Fibromyalgia Syndrome: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Journal of Pain Research*, *15*, 3639–3656. <https://doi.org/10.2147/JPR.S384215>

7. Agradecimientos

Queremos expresar nuestra más sincera gratitud a todos quienes, de forma directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este trabajo. Agradecemos especialmente a los pacientes que a lo largo de los años han permitido estudiar un poco más la enfermedad y avanzar en el conocimiento, fundamental para el desarrollo de investigaciones para minimizar el sufrimiento de los pacientes y aumentar su calidad de vida.

Bloque 3. - Enfermedades metabólicas

Síndrome metabólico

Javier Arturo Hall Lopez^{1,2} - javier@nmhu.edu

Paulina Yesica Ochoa Martínez² - pochoa@uabc.edu.mx

Mario Alberto Villarreal Ángeles³ - mario.villarreal@ujed.mx

Julio Alejandro Gómez Figueroa⁴ - julgoomez@uv.mx

Pedro Julián Flores Moreno⁵ - pedrojulian_flores@uicol.mx

Lenin Tlamatini Barajas Pineda⁵ - lenin_barajas@uicol.mx

¹Department of Exercise and Sports Sciences. New Mexico Highlands University.

²Facultad de Deportes. Universidad Autónoma de Baja California.

³Facultad de Ciencias de la Cultura Física y Deporte. Universidad Juárez del Estado de Durango.

⁴Facultad de Educación Física, Deporte y Recreación. Universidad Veracruzana.

⁵Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Colima.

Resumen

El síndrome metabólico (MetSyn) es un conglomerado de condiciones que aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y otros problemas de salud. Se caracteriza por la presencia de obesidad central, dislipidemia, resistencia a la insulina y presión arterial elevada. A medida que la prevalencia del síndrome metabólico ha aumentado, también, el profesional de las ciencias de la actividad física y deporte para entender esta patología y diseñar programas de ejercicio adaptado y exclusivos para esta población, por lo que en este capítulo de libro se describen, una serie de recomendaciones para coadyuvar en su prevención y tratamiento.

Palabras clave: Ejercicio físico; dislipidemia; obesidad central; resistencia a la insulina; presión arterial elevada; síndrome metabólico.

1. Introducción

El síndrome metabólico, es una condición médica crónica común que de manera abreviada se conoce como MetSyn, y se define como un conjunto de factores de riesgo específicos que aumentan la incidencia de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Johnson, 2019). La patogénesis del síndrome metabólico continúa estudiándose este grupo de factores de riesgo aumentan el riesgo a futuras enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, enfermedad vascular periférica, diabetes y mortalidad cardiovascular en general (Smith, & Doe, 2020).

Es importante identificar de manera temprana el MetSyn en las personas, porque ayuda para iniciar el tratamiento correspondiente y reducir el conglomerado de factores de riesgo y la posibilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes (Johnson, 2019).

De acuerdo con The National Heart, Lung, and Blood Institute (2022), en las últimas décadas, el MetSyn al ser buscado en referencias bibliográficas se puede identificar

también como Síndrome dismetabólico, hipertrigliceridemia de la cintura, Síndrome de resistencia a la insulina, Síndrome X. En la actualidad el nombre de la patología más reconocido es Síndrome Metabólico, pero lo más importante independientemente del nombre, son los criterios diagnósticos por los cuales se define la patología.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000), estima que alrededor del 25% de la población adulta presenta MetSyn, la prevalencia varía según la región y la población, en algunos casos esta cifra puede ser más alta en ciertos grupos, especialmente en países con alta incidencia de obesidad y diabetes tipo 2, por lo que es importante consultar los informes y estudios específicos de la OMS y otras organizaciones de salud para obtener datos más precisos y actualizados, ya que la prevalencia puede variar con el tiempo en diferentes contextos geográficos.

2. Fisiopatología del Síndrome Metabólico (MetSyn)

De acuerdo con el National Cholesterol Education Program (2001), la fisiopatología del MetSyn tiene diferentes variaciones entre personas, porque de manera consensuada organizaciones de salud líderes en la prevención, control y tratamiento de esta enfermedad, que establecen criterios para categorizar a una persona con MetSyn al presentar tres o más de los siguientes factores de riesgo:

- Obesidad Central
- Dislipidemia
- Resistencia a la Insulina
- Presión Arterial Elevada

Los mecanismos patológicos son diversos porque el desarrollo del MetSyn, están establecidos por criterios de las siguientes tres organizaciones:

- Las directrices del Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP, 2001) para la terapia de reducción de lípidos para reducir la enfermedad cardíaca coronaria.
- Federación Internacional de Diabetes (FID, 2016).
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000).

A continuación, analizaremos cada uno de los factores de riesgo asociados al MetSyn y describiremos los criterios definidos por el NCEP/ ATP III, la FID y la OMS.

2.1 Obesidad Central

Empezaremos con la obesidad central, valorada mediante el perímetro de cintura. Según el Panel Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Tratamiento de la Obesidad, el perímetro de la cintura para hombres debe ser superior a 102 cm (40

pulgadas) y para mujeres, superior a 88 cm (35 pulgadas). La Federación Internacional de Diabetes tiene criterios ligeramente diferentes: para hombres, más de 94 cm, y para mujeres, más de 80 cm. Se puede observar los valores de referencia para este parámetro con más detalle en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de obesidad central, como factor de riesgo para MetSyn.

	NCEP/ATP III	FDI	OMS
Hombres	≥102 cm (≥40 in)	≥94 cm (≥ 37 in)	Índice cintura cadera (≥0,90) y/o índice de masa corporal (IMC) ≥30
Mujeres	≥88 cm (≥35 in)	≥80 cm (≥ 31.5 in)	Índice cintura cadera (≥0,85) y/o índice de masa corporal (IMC) ≥30

NOTA: Criterios basados en el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP) para la terapia de reducción de lípidos para reducir la enfermedad cardíaca coronaria, la Federación Internacional de Diabetes (FID) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.2 Dislipidemia

Otro criterio de esta patología es la dislipidemia que se describe en la Tabla 2. De acuerdo con este parámetro, el HDL debe ser inferior a 40 mg/dL en hombres y menos de 50 mg/dL en mujeres. La Organización Mundial de la Salud es aún más estricta, considerando niveles de HDL inferiores a 40 mg/dL para hombres y menos de 39 mg/dL para mujeres. Para los triglicéridos, todas las organizaciones coinciden en que deben estar por encima de 150 mg/dL.

Tabla 2. Criterios de Dislipidemia, como factor de riesgo para MetSyn.

	NCEP/ATP III	FDI	OMS
HDL	Hombres ≤ 40 mg dL Mujeres ≤ 50 mg dL		Hombres ≤ 35 mg dL Mujeres ≤ 39 mg dL
Triglicéridos	≥150 mg dL o persona en tratamiento farmacológico para niveles altos de triglicéridos		

NOTA: Criterios basados en el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP) para la terapia de reducción de lípidos para reducir la enfermedad cardíaca coronaria, la Federación Internacional de Diabetes (FID) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.3 Resistencia a la Insulina

La Tabla 3 corresponde a la resistencia a la insulina. Si al analizarla si el nivel de glucosa en sangre es mayor de 100 mg/dL en ayunas o estás recibiendo tratamiento para diabetes tipo 2, esto es relevante como criterio.

Tabla 3. Criterios de Resistencia a la Insulina, como factor de riesgo para MetSyn

NCEP/ATP III	FDI	OMS
≥ 100 mg dL o en tratamiento farmacológico para glucosa elevada	≥ 100 mg dL o diagnóstico previo de diabetes mellitus tipo 2	Múltiples evaluaciones relacionadas

NOTA: Criterios basados en el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP) para la terapia de reducción de lípidos para reducir la enfermedad cardíaca coronaria, la Federación Internacional de Diabetes (FID) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.4 Presión Arterial Elevada

En cuanto a la presión arterial elevada por hipertensión, se puede observar la Tabla 4, donde se considera hipertensión cuando la presión sistólica es superior a 130 mmHg y la diastólica a 85 mmHg, según el Panel Nacional de Educación sobre el Colesterol y la Federación Internacional. La Organización Mundial de la Salud establece un criterio menos estricto, considerando presión sistólica superior a 140 mmHg y diastólica a 90 mmHg.

Tabla 4. Criterios de Presión Arterial Elevada, como factor de riesgo para MetSyn

NCEP/ATP III	FDI	OMS
≥ 130 o ≥85 mm Hg o en tratamiento farmacológico para la hipertensión.	≥ 130 o ≥85 mm Hg o en tratamiento farmacológico para la hipertensión o con diagnóstico de hipertensión.	En tratamiento farmacológico para la hipertensión, y/o con presión arterial sistólica ≥ 140 o ≥ 90 mm Hg,

NOTA: Criterios basados en el Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP) para la terapia de reducción de lípidos para reducir la enfermedad cardíaca coronaria, la Federación Internacional de Diabetes (FID) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad en el MetSyn.

Al prescribir ejercicio a personas con MetSyn, es importante seguir las pautas del American College of Sports Medicine (ACSM, 2017) en cuanto a frecuencia, intensidad y tipo de ejercicio, debido a que estas personas enfrentan diversos desafíos de salud, es esencial adaptar la prescripción a sus factores de riesgo específicos. Se sugiere que los individuos con MetSyn alcancen entre 250 y 300 minutos de ejercicio a la semana para fomentar la pérdida de peso. Para lograr una reducción del peso corporal y del perímetro de la cintura, es necesario aumentar gradualmente la intensidad y la duración del ejercicio, comenzando siempre con niveles bajos.

El objetivo mínimo para el ejercicio aeróbico en personas con MetSyn, es acumular 30 minutos de actividad de intensidad moderada al menos cinco días a la semana. Es importante variar los tipos de ejercicio, especialmente al trabajar con pacientes que presentan comorbilidades. Para principiantes, se pueden realizar sesiones de ejercicio más cortas, de 10 minutos, y repetirlas varias veces al día hasta alcanzar el total recomendado (Hall López, & Ochoa Martínez, 2011; Drenjančević, Kovačić, & Babić, 2020).

La combinación de ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza es esencial para reducir los factores de riesgo asociados. Se recomienda que el entrenamiento de fuerza se realice de dos a tres veces por semana, adaptándose a las capacidades individuales. Otra modalidad que se puede incorporar son los ejercicios de flexibilidad y equilibrio, que son importantes para la movilidad y la prevención de caídas (Kelley, & Kelley, 2009; Choi, & Lee, 2019).

Es crucial que los progresos sean graduales y que se consulte con el paciente sobre cualquier medicamento que esté tomando, ya que esto puede influir en su respuesta al ejercicio. Ayudarles a desarrollar un plan que puedan seguir es fundamental, ya que este proceso es un compromiso a largo plazo que debe integrarse en su estilo de vida (Kramer, & Nascimento, 2018; Thomas, & Tavares, 2018; Ochoa-Martínez et al 2019).

En base a las directrices del American College of Sports Medicine (ACSM, 2017), la colaboración multidisciplinaria y trabajar en conjunto con otros profesionales de la salud, como nutricionistas y médicos, para proporcionar un enfoque integral, es esencial para resultados positivos en la disminución de los factores de riesgo, así como la educación sobre estilo de vida, que se pueda complementar principalmente con una alimentación equilibrada y el ejercicio. La motivación y apoyo psicológico, como fomentar la motivación intrínseca y brinda apoyo emocional a personas con MetSyn y puede estar relacionado con la salud mental, por lo que es importante abordar este aspecto (Choi, & Lee, 2019).

Un abordaje importante, es determinar qué factor de riesgo abordar primero, lo cual puede ser complicado debido a la variedad de factores presentes. Para apoyar a los profesionales del ejercicio existe un algoritmo útil para el diseño de programas de ejercicio físico en personas con MetSyn, este instrumento se denomina P3Ex que significa *“Physical Activity Promotion Program for Persons with Chronic Conditions and Disabilities”* (Programa de Promoción de Actividad Física para Personas con Condiciones Crónicas y Discapacidades), que fue desarrollado por la Dra. Linda Pescate, es un programa diseñado para mejorar la salud y el bienestar a través de la actividad física, que se centra en la evaluación y personalización de planes de ejercicio, teniendo en cuenta las necesidades individuales de cada persona, especialmente aquellas con condiciones de salud específicas (Pascante, 2023).

El enfoque del P3Ex incluye:

- **Evaluación Personalizada:** Analiza las capacidades físicas y la salud general del individuo.
- **Intervención Basada en Evidencia:** Utiliza métodos y estrategias respaldados por investigaciones científicas.
- **Enfoque Integral:** Considera aspectos emocionales, sociales y físicos para crear un plan de ejercicio que se adapte a las necesidades del individuo.

Finalmente, el objetivo es fomentar un estilo de vida activo y saludable, mejorando la calidad de vida a través del ejercicio seguro y efectivo. Este programa se centra en promover la actividad física adaptada para mejorar la salud y el bienestar de personas con diversas condiciones de salud, y el profesional en ciencias de la actividad física puede adecuar esta herramienta a los objetivos del programa de ejercicio para personas con MetSyn (Pascante, 2022).

4. Conclusiones

Al prescribir ejercicio a personas que presentan MetSyn, se requiere un enfoque integral y personalizado, algunas recomendaciones para profesionales de las ciencias del ejercicio está en contar con autorización o aval médico para trabajar con esta población, realizar una evaluación que incluya, utilizar la herramienta P3Ex, analizar el historial de salud, los factores de riesgo asociados al MetSyn, y nivel de actividad física actual, así como evaluar medidas antropométricas que incluya el perímetro de cintura y valoración de la composición corporal; Crear un plan de ejercicio personalizado y adaptado a las capacidades de la persona con MetSyn, que el programa de ejercicio sea realista y sostenible, enfocado en disminuir primeramente el factor de riesgo de MetSyn, que presente mayor gravedad. Incorpora ejercicios cardiovasculares de bajo a moderado impacto que motiven y den satisfacción a la persona, la duración del ejercicio para ser efectiva y que coadyuve a la pérdida de peso, se sugiere entre 250 y 300 minutos a la semana, para una mayor efectividad que el programa de entrenamiento incluya la modalidad de resistencia a la fuerza 2 a 3 veces por semana, enfocándose en ejercicios que trabajen grandes grupos musculares. La progresión del ejercicio en una persona con MetSyn requiere ser evaluada regularmente y ajustarse según sea necesario. Y como precaución se necesita considerar cualquier otra limitación de salud para adaptarse al programa de ejercicios.

5. Referencias bibliográficas

- American College of Sports Medicine. (2017). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (10th ed.). Wolters Kluwer.
- American College of Sports Medicine. (2017). ACSM's exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance (6th ed.). Wolters Kluwer.

- Choi, H., & Lee, S. (2019). Exercise intervention in metabolic syndrome. In S. R. B. Prasad (Ed.), *Exercise medicine* (pp. 123-135). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90981-1_10
- Drenjančević, I., Kovačić, M., & Babić, I. (2020). The role of physical activity in the management of metabolic syndrome: A review. *Journal of Physical Activity & Health*, 17(3), 290-298. <https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0316>
- Hall López, M. J. A., & Ochoa Martínez, M. P. Y. (2011). Prescripción de ejercicio en el síndrome metabólico. *Revista Española De Educación Física Y Deportes*, (395), 99. <https://doi.org/10.55166/reefd.v0i395.215>
- International Diabetes Federation. (2016). IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Retrieved from <https://www.idf.org>
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2009). Exercise and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Physical Activity & Health*, 6(6), 757-765. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.6.757>
- Kramer, A. B., & Nascimento, M. A. (2018). Effects of exercise training on the metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 39(1), 8-17. <https://doi.org/10.1055/s-0043-124891>
- National Cholesterol Education Program. (2001). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (ATP III). Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood Institute. Retrieved from <https://www.nhlbi.nih.gov>
- National Heart, Lung, and Blood Institute. (2022). The metabolic syndrome: A report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). <https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/atp3full.pdf>
- Ochoa-Martínez, P. Y., Hall-López, J. A., Piña Díaz, D., Zarate Trujillo, D. A., & Teixeira, A. M. (2019). Effects of three months of water-based exercise training on metabolic syndrome components in older women (Efecto de tres meses de entrenamiento con ejercicios acuáticos sobre componentes del síndrome metabólico en adultas mayores). *Retos*, 35, 181-184. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.62041>
- Pascante, L. (2023). Physical Activity Promotion Program for Persons with Chronic Conditions and Disabilities (P3Ex). National Center on Health, Physical Activity and Disability. <https://www.exampleurl.com>
- Pascante, L. (2022). The impact of physical activity on chronic disease management. *Journal of Health Promotion*, 10(2), 45-58. <https://doi.org/10.1234/jhp.2022.0002>
- Smith, J. A., & Doe, R. B. (2020). Understanding metabolic syndrome: A comprehensive overview. *Journal of Health Research*, 15(3), 123-135. <https://doi.org/10.1234/jhr.2020.0153>
- Thomas, J. G., & Tavares, A. (Eds.). (2018). *Exercise and metabolic syndrome*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812221-3.00001-6>
- World Health Organization. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva: World Health Organization. Retrieved from https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/

6. Agradecimientos

Se agradece la valiosa colaboración de los autores, que son integrantes de la Red Americana de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (Raicimh), quienes, con su experiencia pudieron enriquecer intelectualmente el capítulo.

Sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica

Dra. Nidia Rodríguez-Sánchez¹ - nidia.rodriguezsanchez@stir.ac.uk
Dra. Inmaculada Tornero Quiñones² - inmaculada.tornero@dempc.es
Dr. José Rolando Flores Lázaro³ - rolomd@hotmail.com

¹Physiology, Exercise and Nutrition Research Group, Faculty of Health Sciences and Sport, University of Stirling.

²Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte. Universidad de Huelva.

³Dirección de Medicina del Deporte, Universidad Nacional Autónoma de México.

Resumen

La obesidad, el sobrepeso y la obesidad sarcopénica representan problemas críticos de salud pública que afectan especialmente a los adultos mayores, quienes son más vulnerables a las complicaciones de estas condiciones. Según la OMS, más de 1900 millones de adultos tienen sobrepeso, y de ellos, 650 millones presentan obesidad. En los adultos mayores, el envejecimiento natural del cuerpo conlleva una disminución del metabolismo y una pérdida progresiva de masa muscular, factores que contribuyen a la acumulación de grasa y al desarrollo de la obesidad sarcopénica. Esta condición, que combina exceso de grasa y pérdida muscular, limita la movilidad, aumenta el riesgo de caídas y fracturas, y disminuye la independencia funcional, incrementando así los costos de atención a largo plazo. La actividad física regular es una estrategia esencial para mejorar la salud de los adultos mayores con sobrepeso, obesidad u obesidad sarcopénica. Estudios demuestran que el ejercicio, tanto aeróbico como de fuerza, reduce el riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Además, mejora la fuerza muscular, el equilibrio y la calidad de vida en general, incluso sin una pérdida de peso significativa. La actividad física también tiene beneficios psicológicos, ya que disminuye los síntomas de ansiedad y depresión, frecuentes en esta población. La prescripción de ejercicio para adultos mayores debe ser personalizada, abarcando reducción de sedentarismo, aumento de actividad cotidiana, y una combinación de ejercicios aeróbicos, de fuerza, equilibrio y coordinación, adaptados a sus capacidades y preferencias. Esta intervención integral contribuye significativamente al bienestar físico y mental de los adultos mayores, favoreciendo su autonomía y calidad de vida, además de reducir la carga económica de la obesidad en los sistemas de salud.

Palabras clave: Obesidad; sobrepeso; sarcopenia; actividad física; adultos mayores; salud pública.

1. Introducción

La obesidad, el sobrepeso y la obesidad sarcopénica son problemas de salud pública que han alcanzado niveles alarmantes a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 1900 millones de adultos tienen sobrepeso, y de estos, más de 650 millones padecen obesidad. Estas cifras han ido en aumento durante las últimas décadas, con un impacto particularmente fuerte en los adultos mayores, quienes son más susceptibles a las complicaciones asociadas con estas condiciones. Se estima que entre el 20% y el 30% de los adultos mayores de 60 años tienen obesidad, lo que incrementa significativamente

su riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (World Health Organization, 2022).

El envejecimiento del cuerpo genera cambios naturales, como una reducción del metabolismo y una pérdida progresiva de masa muscular. Estas modificaciones no solo facilitan la acumulación de grasa, sino que también agravan el impacto de la obesidad en la salud de los adultos mayores. Una condición emergente en esta población es la obesidad sarcopénica, una combinación de exceso de grasa y pérdida de masa muscular, que afecta entre el 4% y el 11% de los adultos mayores a nivel mundial, dependiendo de la región y los criterios de diagnóstico utilizados (Gao et al., 2021). Esta combinación de factores resulta en un mayor riesgo de caídas, fracturas y pérdida de independencia funcional.

Las repercusiones económicas de estas condiciones son también significativas. Los sistemas de salud de todo el mundo enfrentan una presión creciente para atender las enfermedades relacionadas con la obesidad y el sobrepeso, como la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. Se estima que el costo de tratar la obesidad en países desarrollados oscila entre el 2% y el 7% del gasto total en salud, con una cifra aún mayor cuando se incluyen las comorbilidades asociadas (Tremmel et al., 2017). En Estados Unidos, los costos relacionados con la obesidad superan los 190 mil millones de dólares al año, lo que representa aproximadamente el 21% del gasto total en salud (Hruby & Hu, 2015). Además, el impacto de la obesidad sarcopénica en la movilidad y la capacidad funcional de los adultos mayores contribuye a un aumento en los costos de atención a largo plazo, así como en los índices de dependencia en la vejez.

2. Fisiopatología del sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica

El sobrepeso y la obesidad, además de ser condiciones comunes, implican alteraciones fisiopatológicas complejas que afectan múltiples sistemas del cuerpo. Para clasificar y evaluar la gravedad de la obesidad, se ha implementado el Edmonton Obesity Staging System (EOSS), que considera tanto el índice de masa corporal (IMC) como la presencia de complicaciones físicas, psicológicas y funcionales. A diferencia del IMC, que solo mide el peso en relación con la altura, el EOSS evalúa las etapas de la obesidad de acuerdo a su impacto en la salud, clasificándolas en cinco etapas (de 0 a 4). Esta escala proporciona una evaluación más completa de los riesgos para la salud relacionados con la obesidad y permite una planificación de tratamiento más específica (Padwal et al., 2011; Sharma & Kushner, 2009).

El sobrepeso, definido por un IMC entre 25 y 29.9 kg/m², está asociado con una acumulación de grasa, especialmente en el abdomen, que puede provocar inflamación crónica de bajo grado. La obesidad, definida como un IMC de 30 kg/m² o más, presenta un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas, pues esta

grasa visceral libera sustancias proinflamatorias como citoquinas. Estas citoquinas contribuyen al desarrollo de resistencia a la insulina, lo que provoca que el cuerpo tenga dificultades para regular los niveles de glucosa en la sangre, aumentando así el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Preda et al., 2023).

En los adultos mayores, el impacto de la obesidad es aún más preocupante debido a los cambios naturales del envejecimiento. El metabolismo se desacelera, lo que facilita la acumulación de grasa y reduce la capacidad del cuerpo para metabolizarla eficientemente. Además, la grasa no solo se acumula bajo la piel, sino también alrededor de órganos vitales, como el hígado y el corazón, lo que compromete su funcionamiento. La resistencia a la insulina también se agrava debido a la disfunción en la secreción y acción de hormonas como la leptina, que regula el apetito. En personas con obesidad, la leptina puede no funcionar adecuadamente, lo que conduce a un apetito descontrolado y al aumento continuo de peso (Busebee et al., 2023).

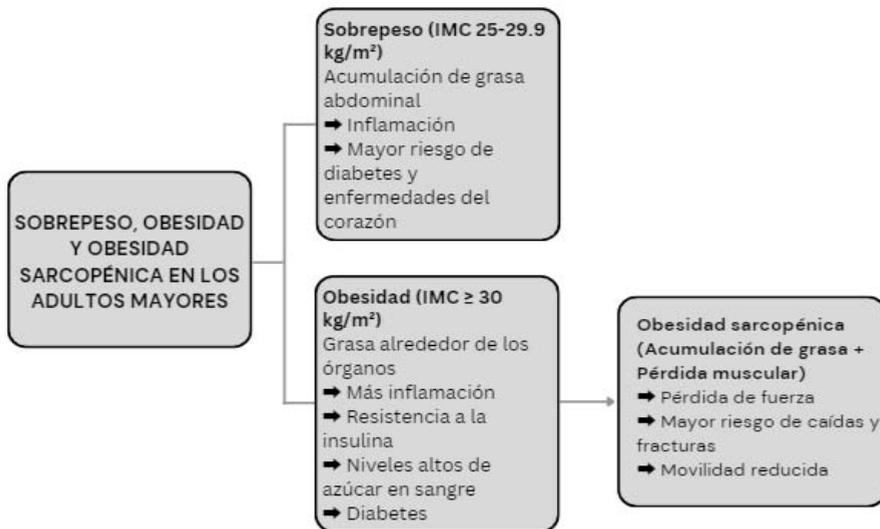


Ilustración 1. Fisiopatología del sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica en adultos mayores. (IMC: índice de masa corporal).

La obesidad sarcopénica es una condición más compleja, en la cual el exceso de grasa se combina con la pérdida de masa muscular, exacerbando los riesgos de salud asociados con la obesidad. En los adultos mayores, esta pérdida de músculo, conocida como sarcopenia, ocurre de forma natural, pero cuando se combina con la obesidad, los efectos son particularmente graves. La obesidad sarcopénica no

solo aumenta el riesgo de enfermedades metabólicas, sino que también disminuye la movilidad y la fuerza, lo que incrementa el riesgo de caídas y fracturas (Cruz-Jentoft et al., 2019).

La disfunción mitocondrial es un elemento central en la fisiopatología de la obesidad sarcopénica. Las mitocondrias, que son las encargadas de producir energía en las células, tienen un rendimiento menor en personas con obesidad sarcopénica. Esto afecta la capacidad del músculo para regenerarse y mantenerse funcional, lo que a su vez contribuye a la pérdida de fuerza y a la acumulación de grasa dentro de los músculos. Esta combinación no solo agrava la debilidad muscular, sino que también acelera el proceso de pérdida muscular (Axelrod et al., 2023). Además, la inflamación crónica derivada del exceso de grasa abdominal contribuye a la degradación de las proteínas musculares, lo que perpetúa el ciclo de pérdida de masa muscular y acumulación de grasa (Wei et al., 2023).

El deterioro de la masa muscular y la acumulación de grasa no solo limitan la movilidad y la independencia de los adultos mayores, sino que también aumentan los costos de atención médica a largo plazo. Las personas que padecen obesidad sarcopénica enfrentan una mayor probabilidad de hospitalización, mayor tiempo de recuperación y una dependencia creciente de cuidados externos, lo que eleva considerablemente los costos de salud pública.

La obesidad, el sobrepeso y la obesidad sarcopénica representan desafíos interrelacionados que afectan de manera significativa la salud de los adultos mayores y los sistemas de salud a nivel mundial. La combinación de inflamación crónica, resistencia a la insulina y pérdida de masa muscular aumenta el riesgo de discapacidades y enfermedades crónicas, lo que resalta la necesidad de estrategias de prevención y tratamiento que aborden tanto el exceso de grasa como el deterioro muscular. La creciente prevalencia de estas condiciones subraya la urgencia de implementar intervenciones que mejoren la calidad de vida de las personas afectadas y reduzcan el impacto económico en los sistemas de salud.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en el sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica

Para los adultos mayores con sobrepeso, obesidad o con obesidad sarcopénica, la actividad física regular proporciona beneficios significativos. La inactividad y la acumulación de grasa son factores de riesgo importantes para desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertensión y otras complicaciones de salud, que aumentan con la edad (Valenzuela et al., 2023; Seravalle & Grassi, 2024). Las personas mayores con estas condiciones pueden experimentar una reducción en su calidad de vida y un mayor riesgo de dependencia funcional, pero la actividad física tiene el potencial de mejorar muchos aspectos de su salud y bienestar.

La actividad física regular va más allá de su impacto en el peso corporal. Estudios demuestran que el ejercicio reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, depresión y ansiedad, además de mejorar la calidad de vida. En adultos mayores, la actividad física optimiza el funcionamiento cardiovascular y respiratorio al reducir la presión arterial, elevar los niveles de colesterol HDL, disminuir el colesterol LDL y mejorar la función cardiorrespiratoria, incluso sin pérdida de peso significativa (Al-Mallah et al., 2016; Hambrecht & Gielen, 2005). Según el American College of Sports Medicine (ACSM 2023), una pérdida de peso moderada de entre el 5% y el 10% del peso corporal puede reducir la presión arterial, mejorar los lípidos en sangre y regular la glucosa, factores clave para la salud cardiometabólica en adultos mayores.

La combinación de ejercicios de fuerza y aeróbicos es particularmente beneficiosa para este grupo de población. El entrenamiento de fuerza, que implica actividades como el levantamiento de pesas o ejercicios utilizando el peso corporal, contribuye a mantener o mejorar la masa muscular y la fuerza, lo cual es crucial para reducir el riesgo de sarcopenia. La sarcopenia, o pérdida de masa muscular, es común en la vejez y se ve exacerbada por la obesidad, dificultando la movilidad y aumentando el riesgo de caídas y fracturas. En cambio, la combinación de ejercicios de fuerza y aeróbicos no solo promueve la pérdida de grasa visceral, sino que también contribuye a mejorar la salud general y a mantener la autonomía funcional (Bellicha et al., 2021; Van Baak et al., 2021).

Uno de los efectos más destacados de la actividad física en personas mayores es la mejora en el control de la glucosa en sangre, que resulta especialmente importante para reducir el riesgo de diabetes tipo 2. La resistencia a la insulina, una condición en la cual el cuerpo no responde bien a la insulina, es común en adultos mayores con sobrepeso y obesidad y constituye el primer indicador de riesgo para la diabetes. Estudios indican que el ejercicio aeróbico y de fuerza puede mejorar los niveles de glucosa y la hemoglobina glucosilada, reducir la resistencia a la insulina y disminuir los marcadores inflamatorios (Colberg et al., 2010). Estos beneficios son mayores cuando se combinan ejercicios de fuerza y aeróbicos, ya que se potencia la capacidad del cuerpo para utilizar la glucosa de manera eficiente (Colberg et al., 2010).

Además de los beneficios físicos, la actividad física también tiene un efecto positivo en la salud mental de los adultos mayores con sobrepeso y obesidad. Estas condiciones suelen estar acompañadas de síntomas de depresión y ansiedad, los cuales pueden reducirse mediante la práctica de ejercicio. La actividad física, especialmente cuando combina entrenamiento aeróbico y de fuerza, ha demostrado mejorar la calidad de vida mental y física, promoviendo un bienestar general (Carraça et al., 2021). De hecho, el ejercicio regular en personas mayores se asocia con una mejora en la percepción de calidad de vida y una reducción de los síntomas de estrés y ansiedad (Baillot et al., 2018).

Un estilo de vida físicamente activo no solo contribuye a reducir la grasa corporal y mejorar la salud cardiometabólica, sino que también ayuda a prevenir la obesidad sarcopénica. Se ha observado que un mayor nivel de actividad física se asocia con un riesgo reducido de obesidad sarcopénica, mientras que una vida sedentaria incrementa este riesgo (Aggio et al. 2016). La combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza es especialmente útil para reducir los marcadores de fragilidad y sarcopenia en los adultos mayores, en particular cuando se acompaña de intervenciones dietéticas y estrategias para la pérdida de peso saludable (Bray et al., 2018).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para sobrepeso, obesidad y obesidad sarcopénica

La prescripción de actividad física debe ser un traje a la medida del paciente, centrado no en el resultado que se quiere obtener sino en las condiciones individuales de la persona, logística de vida, horarios, acceso a equipo o implementos para hacer ejercicio, practicidad, gustos y preferencias así como experiencias previas sin descuidar su estado de salud actual (comorbilidades cardiovasculares, metabólicas, musculoesqueléticas) que pueden poner en riesgo de un evento adverso durante la práctica de la actividad física (Boulé NG, Prud'homme D 2020, ACSM 2022)



Ilustración 2. Continuo actividad física y salud

Debe de abarcar el concepto de movimiento durante todo el día y no solo la sesión de ejercicio en un solo momento del día que para un paciente representa tiempo, logística de traslado, baño, ambiente no agradable, experiencias negativas previas, etc. Es un proceso secuencial progresivo en 4 aspectos que inicia con a) la reducción de las conductas sedentarias, b) aumento del nivel de actividad física del paciente, c) la introducción de dosis de ejercicio progresivas y flexibles hasta alcanzar metas recomendables (150-420 minutos semana de una combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza muscular) con la necesidad de incluir ejercicios de coordinación y equilibrio en el adulto mayor y d) la condición física tanto cardiorrespiratoria y de fuerza muscular con el fin de dar el máximo beneficio en la calidad de vida y pronóstico de salud del paciente que vive con obesidad. Recordar que aún sin pérdida de peso se pueden lograr mejorías en composición corporal, salud cardiovascular y metabólica, salud mental, reducción del riesgo de caída y discapacidad con mejoría de la funcionalidad, así como efecto sinérgico con el resto del tratamiento multidisciplinario de la obesidad (fármacos, nutrición, psicología, etc. (Boulé NG, Prud'homme D 2020; ACSM 2022; Dogra S 2022; Gaesser GA 2021; Butragueño J 2024).

Conductas sedentarias

El tiempo acumulado en conductas sedentarias, definidas como toda actividad de un individuo despierto acostado o recostado que tengan un gasto calórico inferior a 1.5 unidades metabólicas (METs), incrementa el riesgo de morbimortalidad por causas cardiovasculares y metabólicas, deterioran el estado musculoesquelético y psicológico en forma independiente del resto de las componentes del estilo de vida, por lo tanto la 1er evaluación del nivel de actividad física de un paciente comienza investigando cuanto tiempo pasa en el día sentado o recostado despierto, esto incluye comer, leer, trabajar en un escritorio, ver tv, traslado en automóvil o transporte, etc. (Katzmarzyk, P. T 2019; Dogra, S 2022).

Las pausas activas representan estrategias simples que probablemente no solo contrarresten el deterioro fisiológico de las conductas sedentarias, sino que mejoren variables cardiovasculares y metabólicas, estas actividades no necesitan características específicas como el control de la intensidad o necesidad de equipo deportivo especializado para que funcionen, pueden ser actividades simples como caminar a cualquier velocidad, pararse de puntas, hacer sentadillas, etc., aunque no hay un consenso definido se deben realizar por lo menos cada 30 a 60 minutos de conducta sedentaria y por una duración de 2 a 3 minutos (interrumpir la conducta sedentaria cada 30 a 60 minutos por alguna actividad física que dura de 2 a 3 minutos), esta estrategia puede ser la primer intervención de introducción a la actividad física como herramienta de tratamiento para un paciente con enfermedades crónicas por la accesibilidad y facilidad de realizarlas. (Katzmarzyk, P. T 2019, Dogra, S 2022). Establecer una lista de actividades a realizar durante

esas pausas activas puede facilitar la organización de la conducta del paciente lo que favorece su adherencia (ver tabla 1).

Tabla 1.- Ejemplo de actividades a utilizar como pausa activa

Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
Modalidad	Pausa activa	Pausa activa	Pulso de ejercicio	Pausa activa	Pausa activa	Pulso de ejercicio	Pausa activa	Pausa activa
Actividad	Llamada	Agua Colación	10 ´ baile	Cami nata	Preparar servir comida	2 series Fuerza	Agua	Colación

Aumentar el nivel de actividad física del paciente

Esto puede lograrse con el aumento de pasos al día con actividades cotidianas de corta duración y dentro de la logística de vida del individuo, ejemplo; subir escaleras en vez del elevador, realizar paseos con mascotas, caminar 10 minutos después de los alimentos principales, pararse a buscar el café o las copias en vez de que un asistente lo haga. Esto tiene relevancia tanto conductual al introducir el hábito de movimiento frecuente con metas específicas a cumplir en cantidad de pasos al día que pueden cuantificarse, así como de mejoría cardiometabólica, por cada 2000 pasaos de aumento del estado basal del sujeto se reduce un 10% su riesgo de mortalidad por causas cardiovasculares, se puede reducir hasta 4 mm/Hg la presión arterial, la meta a considerar sería alcanzar un mínimo de 7000 a 10,000 pasos/día (Banach, 2023; Igarashi, 2018).

Ejercicio frecuente

La parte de la actividad física que se estructura y se planifica con el objetivo de mantener o mejorar algún componente de la condición física o de la salud le llamamos ejercicio. Prescribirlo es un proceso similar a la prescripción de un fármaco en el sentido que se necesita dosificar para obtener el máximo beneficio con el menor de los riesgos. Por esta razón siempre es deseable que el paciente con obesidad realice una evaluación médica previo al inicio de un plan de ejercicio para determinar en primera instancia su estado de salud, comorbilidades, necesidades previas (rehabilitación de lesiones musculares o articulares, mejor control metabólico o cardiovascular, niveles de glucosa o presión arterial como ejemplos), disponibilidad de tiempo, acceso a equipo o implementos para realizar ejercicio (gimnasio, aparatos de pesos integrados, pesos libres, bandas elásticas, bicicletas, caminadoras, etc), gustos y preferencias, experiencias previas, etc, Con el fin de elaborar un plan individualizado que brinde primero seguridad, accesibilidad, flexibilidad para aumentar el porcentaje de adherencia y en segundo plano que sea efectivo para sus objetivos. (Boulé, Prud'homme, 2020; ACSM 2022)

Afortunadamente aún en presencia de comorbilidades cardiovasculares que coloquen al paciente como de alto riesgo de evento cardiovascular durante un esfuerzo físico si la prescripción de la intensidad se gradúa en ligera o moderada no se requieren evaluaciones cardiovasculares especializadas antes de iniciar con el plan, sin embargo todo paciente con alto riesgo cardiovascular y/o que además pretenda realizar actividades físicas consideradas de intensidad vigorosa requiere referirse con un médico especialista para realizar una evaluación cardiovascular previo al inicio del plan (Pellicia A 2020)



Ilustración 3. Metas del ejercicio en pacientes con obesidad

Existen diversos tipos de ejercicio dentro de los cuales los dos que se utilizan con más frecuencia dado que son los que cambian el pronóstico de la enfermedad, auxilian en el control de las comorbilidades y hacen sinergia con el resto del tratamiento multidisciplinario son: el ejercicio aeróbico y de fuerza muscular, teniendo en consideración al adulto mayor se ocupan además modalidades de estos ejercicios que estimulen la coordinación, el equilibrio y la salud ósea. (U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018.

Las actividades aeróbicas o cardiovasculares tratan de movimientos corporales dinámicos, cíclicos, rítmicos, continuos o intermitentes, que involucran a los principales grupos musculares del cuerpo, y que prevalece el sistema aeróbico como la principal fuente de producción de energía; caminata, natación, bicicleta y bailar (tipo) como ejemplos. Se realizan con una frecuencia (días/semana) mínima de 3 e ideal de 5-6 días semana sin dejar pasar > 48 horas sin alguna sesión de ejercicio, pueden realizarse en periodos intermitentes durante el día (10 minutos después de cada comida, por ejemplo) o en un solo momento (30 minutos de caminata en la mañana o en una clase de baile por la tarde), para acumular un tiempo mínimo de 150 minutos semana a un ideal de 200 a 420 minutos semana), se recomienda una intensidad (grado de exigencia con la que se realiza la actividad, ¿Qué tan fuerte la realizo?) moderada, la persona debe ser capaz de hablar claramente al menos frases cortas como el nombre completo o la hora del día, si es capaz de silbar y cantar se encuentra en un nivel ligero (necesario aumentar el ritmo o nivel) pero cuando entrecorta las palabras o no puede completar frases ya se encuentra en un nivel vigoroso (recomendable recudir el ritmo o nivel a moderado sobre todo en pacientes que no han pasado por una evaluación médica completa). (Boulé NG, Prud'homme D 2020; ACSM 2022; Dogra S 2022; Gaesser GA 2022; Webster A 2008).

Actividades de fuerza o fortalecimiento muscular: Se trata de movimientos enfocados a grupos musculares primarios del cuerpo (muslo, pantorrilla, abdomen, pecho, hombros, bíceps, tríceps, espalda alta y baja) las cuales se deben de realizar un mínimo (frecuencia) de 2 y un ideal de 3 días a la semana por cada grupo muscular primario, no se cuentan los días que se realizó ejercicio de fuerza sino las veces a la semana que se pudo completar la lista de músculos primarios del cuerpo, estas actividades se realizan en contra de una resistencia externa al grupo muscular que se está ejercitando (tipo: bandas elásticas, pesos libres como mancuernas, barras, máquinas de gimnasio o con el propio peso del paciente), esta resistencia externa debe de provocar fatiga muscular local (intensidad), se debe percibir un esfuerzo moderado en el grupo muscular utilizado de dificultad para alcanzar las ultimas series sin que exista dolor o ardor ni se imposible realizar una repetición más, esto no es necesario ni deseable, se puede percibir que la velocidad

de ejecución se hace más lenta y se provoca un temblor ligero sin dolor ni ardor. No existe un tiempo específico a realizar en este tipo de actividades en cambio se llevan a cabo en series (2-4, pudiendo iniciar con 1 sola serie por cada ejercicio), y repeticiones (8 a 12 o 12 a 15 en caso del adulto mayor) por cada ejercicio, con intervalos de descanso entre cada ejercicio o serie (2-3 minutos). Al igual que las actividades aeróbicas se pueden hacer en fracciones durante el día, como parte de pausa activa ejemplo 1 serie por la mañana y 1 por la tarde para completar las series programadas. Estas actividades pueden ser las de mayor prioridad en el inicio del tratamiento en caso del adulto mayor y en caso de la obesidad sarcopénica en donde la deficiencia primaria es en la calidad y cantidad de la masa muscular y la funcionalidad. Además, se agregan actividades que estimulen la coordinación y el equilibrio para reducir el riesgo de caídas y mejorar la funcionalidad, actividades como pararse de puntas sin apoyo, caminata punta talón o actividades estructuradas como el Taichí (Boulé NG, Prud'homme D 2020, ACSM 2022, Dogra S 2022, Gaesser GA 2022, Petro JL 2024)

5. Conclusiones

La obesidad, el sobrepeso y la obesidad sarcopénica representan serios problemas de salud pública que afectan a muchos adultos mayores, quienes son particularmente vulnerables a las complicaciones asociadas a estas condiciones debido a los cambios fisiológicos propios del envejecimiento, como la pérdida de masa muscular y la desaceleración del metabolismo. Estas condiciones no solo incrementan el riesgo de enfermedades crónicas, como diabetes tipo 2 e hipertensión, sino que también pueden afectar la independencia y calidad de vida. En particular, la obesidad sarcopénica, que combina un exceso de grasa con pérdida muscular, agrava los riesgos de caídas y problemas de movilidad, aumentando los costos y necesidades de atención a largo plazo. La actividad física emerge como una herramienta clave para mitigar estos efectos, brindando beneficios en la salud física, composición corporal y bienestar mental.

Recomendaciones y consejos

- Incentivar la reducción del tiempo sedentario: Es esencial interrumpir las conductas sedentarias con pausas activas cada 30-60 minutos. Estas pausas pueden incluir caminatas breves, estiramientos o ejercicios ligeros como sentadillas, para mejorar la circulación y la salud cardiovascular.
- Incorporar ejercicios aeróbicos y de fuerza: Se recomienda realizar tanto ejercicios aeróbicos (caminar, nadar, bailar) como de fuerza (levantamiento de pesas, bandas elásticas) para mantener la salud muscular y cardiovascular. Una meta mínima de 150 minutos semanales es ideal, siempre ajustando la intensidad según las capacidades individuales.

- Fortalecer el equilibrio y la coordinación: Actividades como el TaiChí o ejercicios de equilibrio (por ejemplo, pararse de puntas) ayudan a reducir el riesgo de caídas y mejorar la estabilidad, promoviendo la independencia en las actividades diarias.
- Adaptar el ejercicio a las necesidades personales: La actividad física debe diseñarse por un profesional del ejercicio físico según las condiciones individuales, preferencias, y el equipo disponible. La progresión gradual y la flexibilidad en los planes de ejercicio favorecen la adherencia y un impacto positivo en la salud.
- Consultar con profesionales de salud: Antes de iniciar un nuevo programa de ejercicio, es recomendable que las personas con obesidad o sarcopenia busquen apoyo médico y profesional para personalizar el régimen a sus necesidades y garantizar un enfoque seguro y efectivo.
- Adoptar estos hábitos de actividad física regular en la vida cotidiana de los adultos mayores puede mejorar sustancialmente su calidad de vida y reducir la carga en los sistemas de salud.

6. Referencias bibliográficas

- Aggio, D. A., Sartini, C., Papacosta, O., Lennon, L. T., Ash, S., Whincup, P. H., Wannamethee, S. G., & Jefferis, B. J. (2016). Cross-sectional associations of objectively measured physical activity and sedentary time with sarcopenia and sarcopenic obesity in older men. *Preventive medicine*, 91, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.040>
- Al-Mallah, M. H., Juraschek, S. P., Whelton, S., Dardari, Z. A., Ehrman, J. K., Michos, E. D., Blumenthal, R. S., Nasir, K., Qureshi, W. T., Brawner, C. A., Keteyian, S. J., & Blaha, M. J. (2016). Sex Differences in Cardiorespiratory Fitness and All-Cause Mortality: The Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *Mayo Clinic proceedings*, 91(6), 755–762. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.04.002>
- American College of Sport Medicine (2023). ACSM's exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.
- Axelrod, C. L., Dantas, W. S., & Kirwan, J. P. (2023). Sarcopenic obesity: Emerging mechanisms and therapeutic potential. *Metabolism*, 146, 155639. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155639>
- Baillet, A., Saunders, S., Brunet, J., Romain, A. J., Trottier, A., & Bernard, P. (2018). A systematic review and meta-analysis of the effect of exercise on psychosocial outcomes in adults with obesity: A call for more research. *Mental Health and Physical Activity*, 14, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.12.004>
- Banach, M., Lewek, J., Surma, S., Penson, P. E., Sahebkar, A., Martin, S. S., Bajraktari, G., Henein, M. Y., Reiner, Ž., Bielecka-Dąbrowa, A., & Bytyçi, I. (2023). The association between daily step count and all-cause and cardiovascular mortality: A meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 30(18), 1975–1985.
- Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., & Oppert, J. M. (2021). Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13256. <https://doi.org/10.1111/obr.13256>
- Boulé, N. G., & Prud'homme, D. (2020). Canadian Adult Obesity Clinical Practice Guidelines: Physical Activity in Obesity Management. Obesity Canada. Available from <https://obesitycanada.ca/guidelines/physicalactivity>
- Bray, G. A., Heisel, W. E., Afshin, A., Jensen, M. D., Dietz, W. H., Long, M., Kushner, R. F., Daniels, S. R., Wadden, T. A., Tsai, A. G., Hu, F. B., Jakicic, J. M., Ryan, D. H., Wolfe, B. M., & Inge, T. H. (2018). The Science of Obesity Management: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocrine reviews*, 39(2), 79–132. <https://doi.org/10.1210/er.2017-00253>

- Busebee, B., Ghun, W., Cifuentes, L., & Acosta, A. (2023). Obesity: A review of pathophysiology and classification. *Mayo Clinic Proceedings*, 98(12), 1842–1857. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2023.05.026>
- Butragueño, J., & Ruiz, J. R. (2024). Metabolic alliance: pharmacotherapy and exercise management of obesity. *Nature Reviews Endocrinology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41574-024-01006-7>
- Carraça, E. V., Encantado, J., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., van Baak, M., Dicker, D., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of exercise training on psychological outcomes in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13261. <https://doi.org/10.1111/obr.13261>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., Chasan-Taber, L., Albright, A. L., Braun, B., American College of Sports Medicine, & American Diabetes Association (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*, 33(12), e147–e167. <https://doi.org/10.2337/dc10-9990>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... & Vellas, B. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Dogra, S., Copeland, J. L., Altenburg, T. M., Heyland, D. K., Owen, N., & Dunstan, D. W. (2022). Start with reducing sedentary behavior: A stepwise approach to physical activity counseling in clinical practice. *Patient Education and Counseling*, 105(6), 1353–1361. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2021.09.019>
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., Smith, B. K., & American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459–471. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- Gaesser, G. A., & Angadi, S. S. (2021). Obesity treatment: Weight loss versus increasing fitness and physical activity for reducing health risks. *iScience*, 24(10), 102995. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102995>
- Gao, Q., Mei, F., Shang, Y., Hu, K., Chen, F., Zhao, L., et al. (2021). Global prevalence of sarcopenic obesity in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 40, 4633–4641. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.06.009>
- Hruby, A., & Hu, F. B. (2015). The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*, 33(7), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s40273-014-0243-x>
- Igarashi, Y., Akazawa, N., & Maeda, S. (2018). The required step count for a reduction in blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Human Hypertension*, 32(12), 814–824. <https://doi.org/10.1038/s41371-018-0100-z>
- Katzmarzyk, P. T., Powell, K. E., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Piercy, K., Tennant, B., & 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2019). Sedentary behavior and health: Update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(6), 1227–1241. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001935>
- Ligouri, G., et al. (2022). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Padwal, R., Pajewski, N. M., Allison, D. B., & Sharma, A. M. (2011). Using the Edmonton obesity staging system to predict mortality in a population-representative cohort of people with overweight and obesity. *CMAJ*, 183(14), E1059–E1066. <https://doi.org/10.1503/cmaj.110387>
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J. P., Corrado, D., Drezner, J. A., Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, M. F., Prescott, E., Roos-Hesselink, J. W., Stuart, A. G., & Rakhit, D. (2020). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 42(1), 17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
- Petridou, A., Siopi, A., & Mougios, V. (2019). Exercise in the management of obesity. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 92, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.10.009>
- Petro, J. L., Ferrari, G., Cardozo, L. A., Vargas-Molina, S., Carbone, L., Kreider, R. B., & Bonilla, D. A. (2024). Validity of rating of perceived exertion scales in relation to movement velocity and exercise intensity during resistance-exercise: A systematic review. *Sports Health*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/19417381241260412>

- Preda, A., Carbone, F., Tirandi, A., & Montecucco, F. (2023). Obesity phenotypes and cardiovascular risk: From pathophysiology to clinical management. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 24, 901-919. <https://doi.org/10.1007/s11154-023-09813-5>
- Seravalle, G., Grassi, G. (2024). Obesity and Hypertension. In: Ahmad, S.I. (eds) *Obesity*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62491-9_5
- Sharma, A. M., & Kushner, R. F. (2009). A proposed clinical staging system for obesity. *International Journal of Obesity*, 33(3), 289-295. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.2>
- Tremmel, M., Gerdtham, U. G., Nilsson, P. M., & Saha, S. (2017). Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4), 435. <https://doi.org/10.3390/ijerph14040435>
- U.S. Department of Health and Human Services. (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans (2nd ed.)*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Valenzuela, P.L., Carrera-Bastos, P., Castillo-García, A. et al. Obesity and the risk of cardiometabolic diseases. *Nat Rev Cardiol* 20, 475–494 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41569-023-00847-5>
- Van Baak, M. A., Pramono, A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of different types of regular exercise on physical fitness in adults with overweight or obesity: Systematic review and meta-analyses. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13239. <https://doi.org/10.1111/obr.13239>
- Webster, A. L., & Aznar-Lain, S. (2008). Intensity of physical activity and the talk test. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 12(1), 13-17.
- Wei, S., Nguyen, T. T., Zhang, Y., Ryu, D., & Gariani, K. (2023). Sarcopenic obesity: Epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1185221. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1185221>

Beneficios de la actividad física en el tratamiento de la dislipidemia: Estrategias para prevenir complicaciones cardiovasculares

Andrea Carmen Guimarães¹ - andreaguimaraes@ufsj.edu.br

Brisa D'Louar Costa Maia² - brisdalouar@ufsj.edu.br

Gabriela Maritsa Carvalho² - gabrielamaritsac13@aluno.ufsj.edu.br

Beatriz Paranhos Reis¹ - biaparanhos120101@aluno.ufsj.edu.br

Ana Luísa Ferreira de Paiva² - analuisa_paiva@aluno.ufsj.edu.br

Bruna Sthefani Santos Guimarães² - bguima23@aluno.ufsj.edu.br

¹Universidade Federal de São João del-Rei, campus Tancredo Neves.

²Universidade Federal de São João del-Rei, campus Dom Bosco.

Resumen

La dislipidemia se define como una condición metabólica caracterizada por cambios en los niveles de lípidos plasmáticos, como un aumento del colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL), los triglicéridos o una reducción del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL). Estos cambios aumentan significativamente el riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la aterosclerosis. La dislipidemia puede verse influenciada por factores genéticos, sin embargo, el estilo de vida juega un papel fundamental en su desarrollo, siendo las dietas inadecuadas y el sedentarismo determinantes importantes. La prevalencia global de dislipidemia ha aumentado, lo que refuerza la necesidad de estrategias efectivas para su manejo y prevención, con énfasis en el ejercicio físico como intervención central. La práctica constante de actividad física, especialmente ejercicios aeróbicos y de resistencia, es ampliamente reconocida por su papel beneficioso en la modulación del perfil lipídico, favoreciendo la reducción de los niveles de triglicéridos y LDL, además de aumentar los niveles de HDL. El ejercicio físico también es eficaz para regular la inflamación sistémica y mejorar la función endotelial, además de promover una mayor sensibilidad a la insulina y una mejor composición corporal, aspectos que contribuyen a la prevención y control de la aterosclerosis. Las guías actuales prescriben ejercicio físico entre 150 y 300 minutos semanales de actividad aeróbica de intensidad moderada o entre 75 y 150 minutos de intensidad vigorosa, acompañado de ejercicios de resistencia realizados al menos dos veces por semana. La actividad física se presenta como una estrategia eficaz, accesible y de bajo coste para reducir la incidencia de eventos cardiovasculares. Personalizar los programas de ejercicio es esencial para maximizar los beneficios terapéuticos y garantizar el cumplimiento por parte de las personas con dislipidemia, contribuyendo a la promoción de un estilo de vida más saludable y reduciendo el riesgo cardiovascular.

Palabras clave: Hiperlipemia; Ejercicio Físico; Estilo de Vida Saludable; Salud Poblacional; Enfermedad Crónica.

1. Introducción

La dislipidemia es una condición metabólica compleja caracterizada por cambios en los niveles de lípidos plasmáticos, como un aumento en el colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL), triglicéridos y/o una reducción en las

lipoproteínas de alta densidad (HDL). Se reconoce ampliamente que estos cambios son uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, incluida la aterosclerosis, una afección en la que la acumulación de lípidos y la respuesta inflamatoria en las arterias provocan obstrucción y deterioro del flujo sanguíneo (Teixeira et al., 2014). Esto puede provocar, por ejemplo, un infarto agudo de miocardio y un accidente cerebrovascular (Faludi et al., 2017). Desde esta perspectiva, se sabe que los trastornos lipídicos suelen estar asociados a factores genéticos.

Ante esta realidad, el impacto de la dislipidemia en la salud pública es alarmante, ya que está directamente relacionada con la principal causa de morbilidad y mortalidad en el mundo: las enfermedades cardiovasculares, por lo que las intervenciones para su prevención y tratamiento son una prioridad en la salud pública (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). En este sentido, la evidencia epidemiológica indica que la dislipidemia es un problema global creciente en las últimas décadas, tal y como destaca la Organización Mundial de la Salud (OMS) impulsada por el aumento de hábitos sedentarios y dietas ricas en grasas saturadas, grasas trans y carbohidratos refinados (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006). Por lo tanto, son urgentes abordajes efectivos para el manejo y prevención de la dislipidemia, y el ejercicio físico regular emerge como una estrategia central para este propósito.

Entre las intervenciones no farmacológicas, el ejercicio físico regular es ampliamente reconocido por su papel beneficioso en la modulación del perfil lipídico y la reducción del riesgo cardiovascular. Por lo tanto, varias guías internacionales recomiendan la actividad física continua, no solo como una forma de mejorar los niveles de colesterol y triglicéridos, sino también para promover adaptaciones beneficiosas en múltiples sistemas del cuerpo. Estas adaptaciones incluyen reducir la inflamación sistémica, mejorar la función endotelial, aumentar la sensibilidad a la insulina y controlar el peso corporal (Soares et al., 2018; Tian & Meng, 2019), mejoras que son particularmente relevantes para la prevención y el control de la aterosclerosis.

Desde esta perspectiva, el efecto positivo del ejercicio físico sobre el perfil lipídico está mediado por varios mecanismos. El entrenamiento aeróbico, por ejemplo, se asocia con una mejora de la capacidad de transporte inverso del colesterol, proceso en el que el HDL elimina el colesterol acumulado en las arterias y lo transporta al hígado, donde se metaboliza y excreta (Tian & Meng, 2019). Además, se ha demostrado que los ejercicios de resistencia contribuyen a la reducción de la grasa visceral y al aumento de la masa muscular, lo que también ayuda a controlar los niveles de triglicéridos y LDL (Faludi et al., 2017). Combinados, estos efectos proporcionan una estrategia no farmacológica eficaz para reducir el riesgo de eventos cardiovasculares en personas con dislipidemia.

Además de los beneficios directos en la modulación de los niveles de lípidos, la actividad física tiene un impacto significativo en los procesos inflamatorios e inmunológicos. Esto se debe a que la dislipidemia a menudo se asocia con una inflamación crónica de bajo grado, lo que contribuye a la progresión de las lesiones ateroscleróticas. Así, el ejercicio regular modula la respuesta inmune, reduciendo la liberación de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-6 (IL-6), y aumentando la producción de citoquinas antiinflamatorias, como la interleucina-10 (IL-10), que ayudan a suprimir la inflamación (Soares et al., 2018; Pedersen & Saltin, 2015). Esto no sólo ralentiza la progresión de la aterosclerosis, sino que también mejora la calidad de vida de las personas al reducir los síntomas asociados con la dislipidemia.

Guías internacionales, como las de la Organización Mundial de la Salud, la Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y la Asociación Médica Coreana, recomiendan el ejercicio físico como estrategia central en el manejo de la dislipidemia. Sugieren una combinación de actividades aeróbicas y ejercicios de resistencia, con intensidad y frecuencia específicas, para maximizar los beneficios (Mach et al., 2019; Rhee et al., 2019). En general, se recomienda realizar de 150 a 300 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada por semana, o de 75 a 150 minutos de intensidad vigorosa, junto con ejercicios de resistencia muscular al menos dos veces por semana para obtener beneficios adicionales (Faludi et al., 2017; Pearson et al., 2021). Estas recomendaciones están respaldadas por la evidencia de que, incluso en sesiones cortas pero constantes, el ejercicio puede proporcionar mejoras significativas en el perfil lipídico y reducir las posibilidades de desarrollar enfermedades cardiovasculares (Costa et al., 2020).

En este capítulo se discutirán en detalle los efectos de la actividad física en el tratamiento y control de la dislipidemia, abarcando aspectos fisiológicos, cardiovasculares, metabólicos e inflamatorios. Además, se presentarán pautas prácticas para la prescripción de ejercicio, basadas en evidencia científica que pueden ayudar a optimizar los resultados terapéuticos y preventivos. Al final, se espera que este capítulo ofrezca una visión integral y fundamentada de la importancia del ejercicio físico como intervención esencial y de bajo costo para el manejo de la dislipidemia, promoviendo un enfoque integrado para reducir el riesgo cardiovascular.

2. Fisiopatología de la dislipidemia

La fisiopatología de la dislipidemia implica un cambio complejo en el metabolismo de los lípidos, que tiene un impacto directo sobre los niveles séricos de colesterol y triglicéridos y genera consecuencias clínicas. El desequilibrio en el transporte de lípidos, especialmente el aumento de LDL y la reducción de HDL, conduce a la acumulación de colesterol en las paredes arteriales, lo que resulta en una respuesta inflamatoria crónica y la formación de placas ateroscleróticas. Para

comprender la fisiopatología implicada en este proceso es necesario conocer los aspectos bioquímicos de las protagonistas de este cambio, las lipoproteínas.

2.1 Lipoproteínas: estructura y función

Las lipoproteínas son partículas complejas compuestas de lípidos, como triacilgliceroles, colesterol y fosfolípidos, además de proteínas llamadas apolipoproteínas. Se diferencian entre sí por su densidad, diámetro, composición lipídica, tipo y cantidad de apolipoproteínas, así como por sus funciones en el metabolismo de los lípidos. Las principales clases de lipoproteínas incluyen quilomicrones, VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad), IDL (lipoproteínas de densidad intermedia), LDL (lipoproteínas de baja densidad) y HDL (lipoproteínas de alta densidad), cada una de las cuales desempeña funciones específicas en el transporte y transporte de lípidos y metabolismo en el cuerpo.

La importancia fisiológica de las lipoproteínas radica en su papel esencial en la solubilización y transporte de lípidos en los fluidos corporales, permitiendo que estos compuestos hidrofóbicos realicen sus funciones biológicas. Los fosfolípidos, por ejemplo, son fundamentales para la estructuración de las membranas celulares, asegurando la integridad y funcionalidad de las células. El colesterol es crucial en la producción de hormonas esteroides, ácidos biliares y vitamina D, siendo esencial para el mantenimiento de los procesos metabólicos y homeostáticos. Los triglicéridos actúan como una importante reserva energética, almacenados principalmente en el tejido adiposo y utilizados durante los periodos de mayor demanda energética.

2.2 Metabolismo de los lípidos

Los principales órganos implicados en el metabolismo de los lípidos son el intestino, el hígado, el tejido muscular y el tejido adiposo. Las fuentes de lípidos de los alimentos, compuestas predominantemente de triacilgliceroles (TAG), se absorben en el intestino y se incorporan a los quilomicrones. Estas partículas transportan TAG a través del sistema linfático y, posteriormente, a través del torrente sanguíneo. Los quilomicrones liberan TAG en el tejido muscular, donde se utilizan como fuente de energía, y en el tejido adiposo, donde se almacenan como reserva de energía.

El hígado desempeña un papel central en el metabolismo de los lípidos, procesando los quilomicrones restantes, regulando el equilibrio de lípidos en el cuerpo y sintetizando triglicéridos a partir de los carbohidratos de la dieta. Las dietas ricas en carbohidratos estimulan la producción hepática de triglicéridos, lo que puede contribuir a la acumulación de lípidos en la sangre y aumentar el riesgo de hiperlipidemia. El exceso de estas moléculas lipídicas en el tejido hepático es transportado, a través de VLDL, al tejido muscular y adiposo que almacena estas moléculas.

Después de entregar triacilglicerolos (TAG) a los tejidos de almacenamiento, las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) pueden seguir dos caminos: regresar al hígado o continuar entregando TAG a los tejidos periféricos. A medida que las VLDL continúan perdiendo triacilglicerolos, se produce un aumento proporcional en la concentración de colesterol dentro de la partícula, ya que los tejidos no consumen el colesterol de la misma manera que los TAG. Este proceso conduce a la conversión gradual de VLDL en IDL (lipoproteína de densidad intermedia) y finalmente en LDL (lipoproteína de baja densidad), que contiene una mayor cantidad de colesterol.

El LDL, ahora rico en colesterol, tiene la función de transportarlo a los tejidos que lo necesitan, principalmente tejido muscular y tejido sexual (gónadas), o regresar al hígado, que lo recibirá del receptor B-100. El equilibrio de este proceso es fundamental para la homeostasis de los lípidos, y una producción exacerbada de estas moléculas o disfunciones en este receptor pueden provocar la acumulación de LDL en la circulación, contribuyendo a la formación de placas ateroscleróticas y enfermedades cardiovasculares.

El HDL (lipoproteína de alta densidad), producido en el hígado, desempeña un papel crucial en la vía opuesta del transporte del colesterol. Su función principal es recoger el exceso de colesterol libre presente en otras lipoproteínas, como las VLDL, y en los tejidos periféricos, devolviéndolo al hígado para su excreción o reutilización. Este proceso contribuye a reducir la cantidad de colesterol disponible para la formación de LDL, reduciendo así los niveles circulantes de LDL.

Además, el HDL puede transportar colesterol directamente a los tejidos consumidores, como el tejido muscular y las glándulas productoras de hormonas esteroides. Debido a esta capacidad de eliminar el colesterol de las paredes arteriales y de la sangre, el HDL se considera un factor protector frente a la acumulación de colesterol y, en consecuencia, frente al desarrollo de aterosclerosis y enfermedades cardiovasculares.

2.3. Aterogénesis y LDL oxidada

La formación de placas ateroscleróticas es un proceso central en la fisiopatología de la dislipidemia, especialmente cuando los niveles de LDL están elevados. La aterogénesis se desencadena por la oxidación del LDL (LDLox), que se produce cuando el LDL interactúa con los radicales libres en la sangre, lo que hace que sea más probable que se deposite en las paredes arteriales. La LDL oxidada es altamente aterogénica e inicia una cascada de eventos inflamatorios en el endotelio vascular, la capa interna de los vasos sanguíneos (Faludi et al., 2017).

El endotelio responde a la presencia de LDL oxidada liberando moléculas de adhesión, como VCAM-1 e ICAM-1, que reclutan monocitos del torrente sanguíneo al sitio de inflamación. Estos monocitos se transforman en macrófagos y fagocitan

las LDL oxidadas, transformándose en células espumosas, que se acumulan en las paredes arteriales, formando la base de las placas ateroscleróticas (Teixeira et al., 2014). Con el tiempo, estas placas pueden calcificarse y endurecerse, provocando una obstrucción parcial o completa de las arterias, aumentando el riesgo de eventos cardiovasculares, como ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares.

2.4. Inflamación crónica de bajo grado

La inflamación crónica de bajo grado es un componente clave en la fisiopatología de la dislipidemia y la aterosclerosis. La acumulación de LDL oxidada en las paredes arteriales promueve la activación de macrófagos y otras células inflamatorias, lo que lleva a la liberación de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), la interleucina-6 (IL-6) y interleucina-1 β (IL-1 β) (Teixeira et al., 2014).

Esta inflamación continua debilita las paredes arteriales y contribuye a la inestabilidad de las placas ateroscleróticas, aumentando el riesgo de rotura. Cuando una placa aterosclerótica se rompe, expone el núcleo lipídico altamente trombogénico al torrente sanguíneo, lo que puede conducir a la formación de un coágulo (trombo) que ocluye la arteria, lo que resulta en eventos agudos como un ataque cardíaco o un derrame cerebral (Faludi et al., 2017). Además, la inflamación crónica afecta negativamente la función endotelial, reduciendo la producción de óxido nítrico (NO), una molécula esencial para la vasodilatación, contribuyendo al aumento de la rigidez arterial y la presión arterial (Tian & Meng, 2019).

2.5. Disfunción endotelial

La disfunción endotelial es uno de los primeros eventos que ocurren en la aterosclerosis y se asocia directamente con la dislipidemia. El endotelio sano es responsable de regular el tono vascular, la permeabilidad capilar y el equilibrio entre sustancias pro y anticoagulantes. Sin embargo, en condiciones de dislipidemia, especialmente con niveles elevados de LDL y triglicéridos, el endotelio vascular está continuamente expuesto a un ambiente inflamatorio y de estrés oxidativo (Teixeira et al., 2014).

La biodisponibilidad reducida del óxido nítrico (NO), debido a la disfunción endotelial, contribuye a la vasoconstricción, al aumento de la resistencia vascular periférica y a la presión arterial elevada. Este ciclo de disfunción endotelial e inflamación crónica empeora la aterosclerosis y el riesgo de enfermedad cardiovascular (Soares et al., 2018).

2.6 Papel de los factores genéticos y ambientales

La dislipidemia se puede dividir en dos tipos principales: primaria, que es de origen genético, y secundaria, que es causada por factores ambientales y de comportamiento. La forma primaria más común es el hipercolesterolemia familiar, una condición genética autosómica dominante que afecta el receptor de LDL, lo que resulta en niveles elevados de LDL en sangre desde la infancia. Las personas con esta afección tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar aterosclerosis temprana y, en consecuencia, eventos cardiovasculares (Faludi et al., 2017).

Por otro lado, la dislipidemia secundaria suele ser el resultado de factores modificables, como una dieta inadecuada, la inactividad física, el consumo excesivo de alcohol y el tabaquismo. Las dietas ricas en grasas saturadas y trans se asocian con un aumento de LDL y triglicéridos, mientras que las dietas ricas en ácidos grasos omega-3, que se encuentran en el pescado y las semillas, se asocian con niveles reducidos de triglicéridos (Teixeira et al., 2014). La inactividad física, a su vez, se correlaciona con niveles más altos de LDL y niveles más bajos de HDL, lo que empeora el riesgo de complicaciones cardiovasculares (Tian y Meng, 2019).

La fisiopatología de la dislipidemia es compleja e implica no sólo una disfunción en el metabolismo de los lípidos, sino también el impacto de otros sistemas metabólicos, como el sistema inmunológico y el control glucémico. La resistencia a la insulina, a menudo asociada con la obesidad y el sedentarismo, contribuye a una mayor producción hepática de VLDL, elevando los niveles de triglicéridos y exacerbando la dislipidemia (Soares et al., 2018).

3. Beneficios de la actividad física en la dislipidemia

La dislipidemia, caracterizada por anomalías en los niveles de lípidos plasmáticos, es un importante factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la aterosclerosis, el infarto agudo de miocardio (IAM) y el accidente cerebrovascular. En esta condición se producen aumentos en las concentraciones de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL), triglicéridos y/o reducción de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Faludi et al., 2017).

Las investigaciones realizadas en las últimas décadas han señalado que el ejercicio físico regular es una de las estrategias no farmacológicas más efectivas para el manejo y prevención de la dislipidemia, ofreciendo efectos tanto preventivos como terapéuticos en el contexto de esta patología (Soares et al., 2018; Tian y Meng., 2019). La actividad física juega un papel clave en la salud de las personas, con beneficios como mejorar la distensibilidad arterial, la conductancia de los vasos, reducir la presión arterial, reducir los niveles de grasa corporal, ajustar los niveles glucémicos, mejorar el perfil lipídico y la modulación autonómica con mejora del equilibrio simpátovagal (Soares et al., 2018; Tian y Meng., 2019).

Por ello, este apartado pretende abordar los beneficios de la actividad física en la dislipidemia, con el fin de analizar el papel de la práctica física en la influencia positiva de los mecanismos patológicos asociados a la enfermedad, mejorando la función cardiovascular, metabólica, inmunológica y previniendo el avance de la enfermedad. síntomas de patología.

3.1 Efectos de la actividad física sobre los mecanismos patológicos de la dislipidemia

El endotelio, que recubre los vasos sanguíneos, desempeña funciones importantes en la homeostasis vascular, como la producción de sustancias vasodilatadoras, como el óxido nítrico (NO), y vasoconstrictoras, como la endotelina-1 (ET-1) (Teixeira et al., 2014). La disfunción endotelial, caracterizada por el desequilibrio entre vasodilatación y vasoconstricción, se asocia con aterosclerosis y eventos cardiovasculares (Teixeira et al., 2014). Los cambios lipídicos observados en la dislipidemia tienen un impacto directo en la salud cardiovascular, ya que promueven el depósito de lípidos en las paredes de las arterias, lo que conduce al desarrollo de placas de ateroma (Teixeira et al., 2014). Estas placas aumentan la rigidez arterial y la resistencia vascular, lo que contribuye a la hipertensión y otros trastornos cardiovasculares (Manresa-Rocamora et al. 2022). Sin embargo, la actividad física actúa directamente como una herramienta no farmacológica fundamental para controlar la dislipidemia al influir en los procesos metabólicos que regulan los niveles de lípidos en sangre (Tian & Meng., 2019).

El ejercicio físico regular, especialmente las actividades aeróbicas, se asocia con la reducción de los niveles de LDL y triglicéridos plasmáticos al aumentar la oxidación de ácidos grasos (Tian & Meng., 2019). Estos beneficios son fundamentales en el tratamiento y prevención de la dislipidemia, ya que la reducción de triglicéridos y LDL ayuda a reducir los factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares (Faludi et al., 2017). Además, el aumento de la oxidación de los ácidos grasos mejora la eficiencia del uso de las grasas como fuente de energía, lo que contribuye a la reducción de las reservas de lípidos en la sangre (Soares et al., 2018).

Otro efecto importante del ejercicio, tanto aeróbico como de resistencia, es el aumento de las concentraciones de HDL, el “*colesterol bueno*”, que tiene la función de eliminar el exceso de colesterol de las paredes arteriales y transportarlo de regreso al hígado para su excreción (Tian & Meng., 2019; Franczyk et al., 2023). Este mecanismo es fundamental en la prevención de la aterosclerosis, ya que la acumulación de colesterol en las arterias es uno de los principales factores que conducen a la formación de placas que obstruyen el flujo sanguíneo (Teixeira et al., 2014).

Estos efectos se producen, en parte, debido al aumento de la lipólisis intravascular, que promueve el uso de lípidos como fuente de energía durante el ejercicio (Tian &

Meng., 2019). El ejercicio también favorece una mayor sensibilidad a la insulina, factor crucial para controlar el metabolismo de los ácidos grasos y reducir la síntesis hepática de lipoproteínas, como las VLDL, encargadas de transportar los triglicéridos en sangre (Soares et al., 2018). Este proceso da como resultado concentraciones más bajas de triglicéridos circulantes, lo cual es particularmente importante en el tratamiento de la dislipidemia (Faludi et al., 2017)

La mejora en el perfil lipídico también se produce debido al aumento de la expresión de enzimas como la lipoproteína lipasa (LPL), que juega un papel esencial en la degradación de los triglicéridos y la captación de ácidos grasos por los músculos (Tian & Meng., 2019). Esta regulación metabólica, inducida por el ejercicio, reduce la concentración de lipoproteínas aterogénicas, como LDL y VLDL, reduciendo el riesgo de formación de placas ateroscleróticas (Teixeira et al., 2014). Con la reducción de estas lipoproteínas, el ejercicio físico se convierte en un factor protector frente a enfermedades cardiovasculares asociadas a la dislipidemia, como infartos y accidentes cerebrovasculares (Manresa-Rocamora et al., 2022).

Por tanto, el ejercicio físico regular, al actuar sobre múltiples mecanismos metabólicos, no sólo mejora el perfil lipídico, sino que también ofrece una protección integral frente a los efectos nocivos de la dislipidemia, contribuyendo a la prevención de complicaciones graves en el sistema cardiovascular (Pedersen & Saltin, 2015).

3.2 Impacto cardiovascular y metabólico de la actividad física

Además de mejorar el perfil lipídico, la actividad física regular contribuye significativamente a la salud y a la prevención de eventos cardiovasculares al reducir la inflamación sistémica y mejorar la función endotelial, ambos factores críticos en la prevención de la aterosclerosis (Soares et al., 2018). El ejercicio continuado estimula la producción de óxido nítrico, una molécula esencial para la vasodilatación, que promueve un mayor flujo sanguíneo y reduce la resistencia vascular periférica (Manresa-Rocamora et al., 2022; Tian & Meng., 2019). El entrenamiento aeróbico, en particular, está relacionado con una mejora en el perfil lipídico y la capacidad de transporte inverso del colesterol, un mecanismo en el que el HDL elimina el colesterol de las arterias y lo transporta al hígado para su excreción (Tian & Meng., 2019; Soares et al., 2018).

El ejercicio también tiene un efecto antiinflamatorio, ya que reduce la liberación de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-6 (IL-6), que a menudo están elevadas en personas con dislipidemia y aterosclerosis (Teixeira et al., 2014; Tian & Meng., 2019). La reducción de marcadores inflamatorios, como la proteína C reactiva, después de programas regulares de ejercicio se evidencia en varios estudios, reforzando el papel preventivo de los eventos cardiovasculares relacionados con la actividad física en individuos con dislipidemia (Manresa-Rocamora et al., 2022).

Además de los efectos directos sobre el perfil lipídico, el ejercicio físico regular influye en otros factores de riesgo metabólicos que suelen asociarse a la dislipidemia, como la glucemia y la presión arterial. Estos factores están interconectados con la salud cardiovascular y están modulados por el ejercicio, lo que ayuda a reducir el riesgo general de complicaciones metabólicas y cardiovasculares.

El ejercicio físico tiene un profundo impacto en la regulación de la glucemia (niveles de azúcar en sangre), lo cual es de particular importancia para personas con dislipidemia y resistencia a la insulina, como suele ser el caso en personas con síndrome metabólico o diabetes tipo 2 (Faludi et al., 2017). La resistencia a la insulina es un estado en el que las células del cuerpo no responden adecuadamente a la insulina, lo que provoca niveles elevados de glucosa en sangre. Este proceso estimula al hígado a producir más VLDL, que transporta los triglicéridos a la sangre, exacerbando la dislipidemia (Soares et al., 2018).

El ejercicio aeróbico y el entrenamiento de resistencia mejoran la sensibilidad a la insulina en los tejidos musculares y grasos, facilitando la absorción de glucosa por las células. Con una mayor sensibilidad a la insulina, hay un mejor uso de la glucosa, reduciendo así los niveles de glucosa en sangre (Tian & Meng, 2019). Este control glucémico no sólo previene las complicaciones de la diabetes, sino que también tiene un impacto directo en el metabolismo lipídico, ya que la reducción de los niveles circulantes de glucosa e insulina disminuye la producción hepática de triglicéridos, mejorando el perfil lipídico general.

Además, regular el metabolismo de la glucosa mediante el ejercicio ayuda a prevenir la glicación de lipoproteínas, un proceso en el que las moléculas de glucosa se unen a las lipoproteínas, especialmente al LDL. Este proceso puede empeorar la disfunción endotelial y acelerar la progresión de la aterosclerosis, ya que es más probable que la LDL glucosilada se oxide y se deposite en las paredes arteriales (Pedersen & Saltin, 2015).

La presión arterial alta es otro factor de riesgo comúnmente asociado con la dislipidemia, especialmente en personas con síndrome metabólico. La hipertensión está relacionada con la disfunción endotelial, la inflamación crónica y el aumento de la rigidez arterial, todos ellos factores que exacerbaban el riesgo cardiovascular en personas con dislipidemia (Teixeira et al., 2014).

El ejercicio físico, especialmente el aeróbico, mejora la función endotelial al estimular la producción de óxido nítrico (NO), molécula que promueve la vasodilatación y reduce la resistencia vascular periférica (Tian & Meng, 2019). Con una mayor disponibilidad de NO, las arterias se vuelven más flexibles, lo que ayuda a reducir la presión arterial sistólica y diastólica, aliviando la tensión en las paredes arteriales y previniendo la formación de placas ateroscleróticas.

Los estudios demuestran que los programas de ejercicio regulares pueden reducir los niveles de presión arterial en reposo en personas con hipertensión, promoviendo una mejora general de la salud cardiovascular. Para las personas con dislipidemia, reducir la presión arterial es particularmente beneficioso ya que ayuda a mitigar la rigidez arterial causada por la deposición de lípidos, previniendo complicaciones graves como el infarto de miocardio y el accidente cerebrovascular (Soares et al., 2018).

3.3 Papel preventivo y terapéutico del ejercicio físico en la dislipidemia

El ejercicio físico tiene importantes efectos preventivos, especialmente cuando se adopta como parte de un estilo de vida saludable desde una edad temprana. La literatura destaca que los individuos que mantienen altos niveles de actividad física a lo largo de su vida tienen una menor incidencia de dislipidemia y otras comorbilidades metabólicas (Soares et al., 2018).

En el contexto terapéutico, el ejercicio regular ayuda a controlar los niveles de lípidos en individuos que ya presentan cambios derivados de la dislipidemia, además de contribuir a reducir la necesidad de medicamentos hipolipemiantes, como las estatinas (Faludi et al., 2017). Los estudios muestran que los programas de entrenamiento aeróbico y de resistencia pueden mejorar el perfil lipídico incluso en personas que usan estatinas, potenciando los efectos de estos medicamentos (Franczyk et al., 2023). Además de esto, practicar ejercicios de resistencia muscular, además de aumentar la masa muscular y el gasto energético, también contribuye a reducir los niveles de grasa visceral, lo que resulta beneficioso para controlar los niveles de triglicéridos y LDL (Tian & Meng, 2019).

La adherencia a programas de ejercicio estructurados, especialmente aquellos que combinan ejercicios aeróbicos y de resistencia, ofrece resultados consistentes en la reducción de la progresión de los síntomas clínicos de la dislipidemia. Según estudios, los programas de entrenamiento de intensidad moderada a alta pueden reducir significativamente los niveles de LDL y triglicéridos, además de mejorar la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes (Soares et al., 2018).

Además de los efectos directos sobre el metabolismo de los lípidos, el ejercicio físico mejora la capacidad cardiorrespiratoria y la función vascular. Esto ocurre mediante la reducción de la resistencia vascular periférica, el aumento del gasto cardíaco y una mejor perfusión tisular, contribuyendo a una mejor oxigenación de los tejidos y un control más eficaz de los niveles de lípidos en sangre (Soares et al., 2018).

3.4 Efectos de la actividad física sobre la función inmune e inflamatoria

La dislipidemia se asocia con disfunción inmune y aumento de la inflamación crónica de bajo grado, lo que contribuye al desarrollo de enfermedades

cardiovasculares. En este sentido, el ejercicio físico regular tiene un papel modulador, mejorando la respuesta inmune y reduciendo los marcadores inflamatorios. La práctica de actividad física puede inducir la producción de citoquinas antiinflamatorias, como la interleucina-10 (IL-10), que suprime la inflamación y protege contra los efectos adversos de la dislipidemia (Soares et al., 2018; Teixeira et al., 2014).

Además, la actividad física modula la activación de los macrófagos y otros componentes del sistema inmunológico, limitando la progresión de las lesiones ateroscleróticas, un factor crítico en la progresión de la dislipidemia hacia complicaciones más graves (Pedersen & Saltin, 2009). De esta forma, el ejercicio actúa no sólo para prevenir, sino también para mitigar la respuesta inflamatoria en individuos ya afectados por la enfermedad.

La actividad física regular ofrece beneficios amplios y significativos en el tratamiento de la dislipidemia. Estos beneficios se observan tanto en el perfil lipídico como en parámetros cardiovasculares, metabólicos e inmunológicos. Como terapia adyuvante, el ejercicio físico puede reducir la progresión de los síntomas clínicos de la dislipidemia y prevenir complicaciones asociadas, como la aterosclerosis y la cardiopatía isquémica (Faludi et al., 2017). Por lo tanto, se debe fomentar la implementación de programas de ejercicio adecuados en todos los individuos con dislipidemia, con énfasis en la personalización de las actividades para maximizar los resultados.

4. Prescripción y planificación del ejercicio físico en la dislipidemia

Entre las recomendaciones para el control y tratamiento de la dislipidemia, las principales están asociadas al cambio de un estilo de vida sedentario a uno más activo y saludable, que incluye cambios en los hábitos alimentarios, con dietas que reduzcan la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos, grasas trans, ácidos y grasas saturadas, además, la participación en programas de ejercicio físico es fundamental para todos los individuos, para las personas con dislipidemia, la reducción del colesterol y los triglicéridos evitará la aparición de enfermedades cardiovasculares (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006).

La literatura aún es muy amplia en relación a las posibilidades de las prácticas físicas, por lo que es un factor limitante para llegar a un consenso sobre qué práctica recomendar, pero varios estudios comprueban la aplicación de actividades, intensidades y duraciones específicas, a continuación, haremos un resumen de recomendaciones y pautas sugeridas para el control y tratamiento de dicho trastorno.

Las Directrices sobre Actividad Física y Comportamiento Sedentario de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan que los adultos practiquen ejercicio aeróbico de intensidad moderada entre 150 y 300 minutos por semana, o

de 75 a 150 minutos de intensidad vigorosa por semana, con la posibilidad de realizar una combinación de ambas intensidades. Para obtener beneficios adicionales, se recomienda practicar actividades de fortalecimiento muscular a intensidad moderada o vigorosa al menos dos veces por semana. Y como se mencionó anteriormente, lograr un estilo de vida cada vez más activo generará varios beneficios para la salud, y el tiempo dedicado a hacer ejercicio se incrementará progresivamente según la condición física (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

Según el documento Actualización de la Guía Brasileña sobre Dislipidemias y Prevención de la Aterosclerosis (Faludi et al., 2017), se recomienda realizar sesiones de 60 minutos de duración, con una frecuencia de tres a cinco veces por semana, con un protocolo sugerido que contiene alrededor de 5 minutos de secuencias de calentamiento y estiramiento, de 30 a 40 minutos de ejercicios aeróbicos y de 15 a 20 minutos de ejercicios de resistencia muscular. La intensidad del ejercicio aeróbico debe estar entre el umbral aeróbico y el punto de compensación respiratoria o entre el 60 al 80% de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}), mientras que los ejercicios de resistencia deben tener una intensidad menor o igual al 50% de la fuerza de contracción voluntaria. máximo.

La Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y la Sociedad Europea de Aterosclerosis (SEA) celebran congresos y son responsables de redactar, actualizar y publicar directrices sobre estudios y recomendaciones cardiológicas, y estas directrices están traducidas a varios idiomas. El último comunicado de la SEC sobre dislipidemia fue en 2019, y traducido al español, siendo la recomendación alentar a las personas con dislipidemia a practicar ejercicio físico regular de intensidad moderada durante al menos 30 minutos al día, en casos de personas con sobrepeso y obesidad, regulación dietética, combinado con ejercicio es muy importante, ya que son factores responsables del desarrollo de dislipidemia (Mach et al., 2019).

La Asociación Médica Coreana publicó una guía que afirma que no existe una prescripción específica con respecto al ejercicio para controlar la dislipidemia, pero que las recomendaciones y prescripciones son generalmente similares a las indicadas para prevenir enfermedades cardiovasculares. Inicialmente se recomienda realizar al menos 150 minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada por semana, a realizar de 4 a 6 días a la semana, utilizando entre el 55 y el 75% de la FC_{máx}. El ejercicio se puede organizar en 5 a 10 minutos de estiramiento y calentamiento. arriba, de 30 a 60 minutos de ejercicio aeróbico, finalizando con 5 a 10 minutos de caminata ligera y estiramientos. Si bien se recomienda el ejercicio de resistencia dos veces por semana, se recomienda realizar de 8 a 10 ejercicios que involucren grandes grupos musculares, al menos una serie de entre 8 y 12 repeticiones (Rhee et al., 2019).

Las Directrices de la Sociedad Canadiense de Cardiología para el manejo de la dislipidemia para la prevención de enfermedades cardiovasculares en adultos recomiendan ejercicio físico regular, con 150 minutos de actividad moderada a vigorosa, además de dos sesiones semanales de ejercicio de resistencia muscular, estando indicado limitar el comportamiento sedentario. un factor adicional para mejorar la calidad de vida (Pearson et al., 2021). Además, la guía canadiense afirma que la rehabilitación cardíaca es beneficiosa para mejorar la salud cardiovascular en pacientes que presentan un cuadro clínico de aterosclerosis, que puede ser causado por dislipidemia, hecho que se corrobora con un análisis retrospectivo en una base de datos de rehabilitación cardiopulmonar y metabólica. programa realizado en Brasil, en el que individuos que realizaron un programa que contenía ejercicios aeróbicos, resistencia muscular y estiramientos dos veces por semana con una duración de una hora lograron después de 10 meses una reducción de los niveles de colesterol total, LDL, triglicéridos y aumento de los valores de HDL. (Soares, Amaral, Cardozo y Duarte, 2021).

La revisión sistemática realizada por Bezerra, Kanegusuku, Prado, Dias y Júnior (2013) tuvo como objetivo evaluar los efectos agudos y crónicos de los ejercicios aeróbicos y de fuerza sobre el perfil lipídico de los practicantes de las modalidades, la mayoría de los estudios evaluaron el entrenamiento aeróbico. Los autores observaron resultados positivos en la práctica del cicloergómetro, caminata o carrera, con una frecuencia semanal de 3 a 5 veces por semana, duración de 25 a 60 minutos por sesión e intensidad entre 60 a 75% de la FC_{máx}, en algunos casos fue demostrado que son necesarias sesiones de mayor duración, en torno a 120 minutos, detectándose una reducción del LDL y un aumento o mantenimiento del HDL, observándose una falta de estudios sobre los beneficios de los ejercicios de fuerza.

El estudio realizado por Costa et al. (2020) evaluaron los efectos agudos de una sesión de entrenamiento aeróbico acuático sobre los niveles de lípidos en sangre en mujeres con dislipidemia. El estudio evaluó a las mismas voluntarias en una primera sesión mientras todavía se consideraban sedentarias y después de 12 semanas de entrenamiento. La sesión acuática de 45 minutos se dividió en 8 minutos de calentamiento, 30 minutos de ejercicios aeróbicos y 7 minutos de relajación, la intensidad se basó en la Escala de Borg, realizándose seis series de 3 minutos de esfuerzo 13 consideradas “*un poco difíciles*”, intercalados con 2 minutos de esfuerzo 9 considerados “*muy ligeros*”. Al recolectar muestras de sangre antes y después de la primera y segunda sesión, se encontró que una sola sesión con bajo volumen y baja intensidad fue suficiente para modificar positivamente el perfil lipídico de mujeres sedentarias y activas con dislipidemia.

Debido a las guías, estudios y revisiones presentadas, podemos concluir que las medidas no farmacológicas más recomendadas para prevenir y tratar la dislipemia son el ejercicio físico regular y una dieta equilibrada. Como se mencionó al

principio, las posibilidades son muy amplias, los ejercicios aeróbicos son los más comentados en toda la literatura, con una realización mínima de 150 minutos semanales, además de varias referencias que indican la efectividad de realizar de 3 a 6 sesiones semanales de 60 minutos de ejercicio aeróbico, de intensidad moderada a vigorosa, e incluso 30 minutos diarios.

Faltan muchos estudios más profundos sobre los ejercicios de resistencia muscular, el parámetro más citado es al menos 2 sesiones semanales, que pueden combinar estiramientos, calentamiento, aeróbicos y algunas series de ejercicios para grandes grupos musculares en un solo entrenamiento. los cuales son bien realizados por un profesional de la educación física, ya que es una práctica no medicinal y de bajo costo que ayudará, entre muchos otros factores, en el proceso de pérdida de peso, reducción del LDL, prevención de enfermedades cardiovasculares y consecuente mejora de la salud. la calidad de vida.

Además, trajimos estudios con prácticas fuera de las habitualmente recomendadas, rehabilitación cardíaca y ejercicio acuático, para demostrar que otras actividades también pueden ser beneficiosas y recomendadas. Cada paciente debe ser evaluado individualmente por un médico, nutricionista y profesional de educación física, para que así sea. también se respetan sus preferencias, posibilitando así un mayor interés y participación, evitando evitar prácticas físicas, dietas o medicamentos con los que no se sienten cómodos o no pueden adaptarse.

5. Conclusiones

La dislipidemia representa un desafío importante para la salud pública, ya que está estrechamente relacionada con una mayor morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares. En este sentido, el creciente interés en enfoques no farmacológicos para el manejo de esta afección refleja la urgente necesidad de intervenciones que sean efectivas, accesibles y sostenibles. En este contexto, ha ganado protagonismo la adopción de enfoques no farmacológicos, como el ejercicio físico, ya que tiene múltiples beneficios metabólicos y cardiovasculares. Así, la práctica de actividades emerge como una estrategia central para la prevención y control de la dislipidemia.

Los efectos positivos del ejercicio a la hora de modular el perfil lipídico y reducir la inflamación están bien documentados en la literatura científica. Desde esta perspectiva, el entrenamiento aeróbico y de resistencia no sólo mejora los niveles de colesterol y triglicéridos, sino que también favorece la salud endotelial, la sensibilidad a la insulina y la composición corporal, que son adaptaciones cruciales para reducir el riesgo de eventos cardiovasculares, especialmente en individuos predispuestos a trastornos lipídicos. Por lo tanto, se debe fomentar la actividad física regular no sólo como una forma de intervención clínica, sino también como un componente integral de un estilo de vida saludable.

Además, guías internacionales, como las de la Organización Mundial de la Salud y la Sociedad Europea de Cardiología, corroboran la importancia de la actividad física en la prevención y tratamiento de la dislipidemia con la recomendación de seguir un programa que incluya al menos 150 minutos de actividad moderada. Ejercicio físico aeróbico por semana, complementado con ejercicios de resistencia. Este enfoque no sólo beneficia los niveles de lípidos, sino que también contribuye a una mejora significativa en la calidad de vida de las personas, reduciendo los síntomas asociados con la dislipidemia.

Teniendo en cuenta estos hallazgos, se recomienda implementar programas de promoción de la actividad física que consideren las particularidades de cada individuo, promoviendo la adherencia y la continuidad de la práctica. Además, es fundamental que los profesionales sanitarios estén formados para prescribir ejercicios de forma segura y eficaz, personalizando la orientación según las necesidades y limitaciones de los pacientes y derivando a estos a educadores físico deportivos. Finalmente, se deben difundir ampliamente campañas de concientización sobre la importancia de la actividad física y sus impactos positivos en la salud cardiovascular, con el objetivo de reducir la prevalencia de dislipidemia y, en consecuencia, el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Por tanto, el ejercicio físico representa una intervención esencial y de bajo coste para el manejo de la dislipidemia, reforzando la importancia de un enfoque integrado, personalizado, supervisado por profesionales de la salud y del ejercicio físico colegiados, que combine una dieta equilibrada, actividad física y cambios generales en el estilo de vida para promover un estilo de vida saludable y reduciendo el riesgo cardiovascular.

6. Referencias bibliográficas

- Bezerra, AIL, Kanegusuku, H., Prado, WL, Dias, RMR y Júnior, CGC (2013, julio). Efecto del ejercicio físico aeróbico y de fuerza sobre el perfil lipídico de sus practicantes: una revisión sistemática. *Revista Brasileña de Actividad Física y Salud*, 18 (4), 399-411. <https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/3162>
- Costa, RR, et al. (2020). Los efectos beneficiosos de una sesión de ejercicio aeróbico en el agua sobre los lípidos en sangre de mujeres con dislipidemia son independientes de su estado de entrenamiento. *Clínicas*, 1-7. <https://www.scielo.br/j/clin/a/kjYTNcymMWGY3WD6m5G86mC/abstract/?lang=es>
- Faludi, AA, et al. (2017, agosto). Actualización de la Guía Brasileña sobre dislipidemia y prevención de la aterosclerosis - 2017. *Sociedade Brasileira de Cardiologia*, 109 (1), 1-76. <https://abccardiol.org/article/atuizacao-da-diretriz-brasileira-de-dislipidemias-e-prevencao-daaterosclerose-2017/>
- Franczyk, B., Gluba-Brzózka, A., Ciałkowska-Rysz, A., Ławiński, J. y Rysz, J. (2023). El impacto del ejercicio aeróbico en la cantidad y calidad del HDL: una revisión narrativa. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 24 (5), 4653. <https://doi.org/10.3390/ijms24054653>
- Mach, F., et al. (2020). ESC/EAS 2019 Guía sobre el tratamiento de las dislipemias: modificación de lípidos para reducir el riesgo cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 73 (5), 4-70. <https://www.revespcardiol.org/es-guia-esceas--sobre-el-tratamiento-de-las-articulo-S0300893220300403-pdf>
- Manresa-Rocamora, A., Lopes, S., Fernández, A., Martins, J., Climent, V., Sarabia Marín, JM, & Ribeiro, F. (2022). Efectos de la rehabilitación cardíaca basada en ejercicios sobre los biomarcadores inflamatorios en pacientes con enfermedad cardiovascular: una revisión sistemática con metanálisis. *TMR Terapia sin medicamentos*, 5, 21. <https://doi.org/10.53388/TMRND20221108021>

- Pearson, GJ, et al. (2021). Directrices de 2021 de la Sociedad Canadiense de Cardiología para el tratamiento de la dislipidemia para la prevención de enfermedades cardiovasculares en adultos. *Revista Canadiense de Cardiología*, 37, 1129-1150. [https://onlinecjc.ca/article/S0828-282X\(21\)00165-3/fulltext](https://onlinecjc.ca/article/S0828-282X(21)00165-3/fulltext)
- Pedersen, BK y Saltin, B. (2015). Ejercicio como medicina: evidencia para prescribir ejercicio como terapia en 26 enfermedades crónicas diferentes. *Revista escandinava de medicina y ciencia en el deporte*, 25 (suplemento 3), 1-72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Rhee, EJ, et al. (2019, julio). (2018). Directrices para el manejo de la dislipidemia. *Revista Coreana de Medicina Interna*, 34 (4), 723-771. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6610190/>
- Soares, TS, Amaral, LVR, Cardozo, DC y Duarte, ER (2018, octubre-diciembre). Efecto del ejercicio físico sobre la dislipidemia. *Revista de Atención a la Salud*, 16 (58), 12-16. https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/view/5312
- Teixeira, BC, Lopes, AL, Macedo, RCO, Correa, CS, Ramis, TR, Ribeiro, JL y Reischak-Oliveira, A. (2014). Marcadores inflamatorios, función endotelial y riesgo cardiovascular. *Diario Vascular Brasileiro*, 13 (2), 108-115. <https://doi.org/10.1590/jvb.2014.054>
- Tian, D. y Meng, J. (2019). Ejercicio para la prevención y alivio de enfermedades cardiovasculares: pronósticos, mecanismos y enfoques. *Medicina oxidativa y longevidad celular*, 2019 , 3756750. <https://doi.org/10.1155/2019/3756750>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Directrices para el tratamiento de la dislipidemia en pacientes con diabetes mellitus: guía de referencia rápida. Oficina Regional para el Mediterráneo Oriental. <https://iris.who.int/handle/10665/119809>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamiento sedentario. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>

Prescripción de ejercicio físico en personas con diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2

Francisco Álvarez-Barbosa¹ - falvarez5@us.es

Borja del Pozo Cruz² - borja.delpozo@universidadeuropea.es

Jesús del Pozo-Cruz¹ - jpozo2@us.es

¹Epidemiology of Physical Activity and Fitness Across the Lifespan (EPAFit) Research Group, Faculty of Education, Department of Physical Education and Sports, University of Seville.

²Epidemiology of Physical Activity and Fitness Across the Lifespan (EPAFit) Research Group, Facultad de Medicina, Salud y Ciencias del Deporte, Universidad Europea de Madrid, c/Tajo, s/n. 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid, España.

Resumen

La diabetes mellitus es un grupo de trastornos metabólicos caracterizados por niveles elevados de glucosa en sangre. Existen dos tipos principales: tipo 1, causada por la destrucción autoinmune de las células productoras de insulina, y tipo 2, asociada a resistencia a la insulina y a una producción insuficiente de esta hormona. La fisiopatología de la diabetes involucra un complejo interplay de factores genéticos y ambientales. La diabetes tipo 1 es una enfermedad autoinmune, mientras que la tipo 2 está fuertemente vinculada a la obesidad y al sedentarismo. Ambas formas de diabetes pueden conducir a complicaciones graves si no se controlan adecuadamente, como enfermedades cardiovasculares, neuropatía y nefropatía.

El ejercicio físico desempeña un papel crucial en el manejo de la diabetes. En personas con diabetes tipo 2, el ejercicio mejora la sensibilidad a la insulina, ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre y reduce el riesgo de complicaciones cardiovasculares. Aunque los beneficios del ejercicio en la diabetes tipo 1 son menos claros, la actividad física sigue siendo recomendada para mejorar la calidad de vida y el bienestar general. La prescripción del ejercicio debe ser individualizada y considerar factores como el tipo de diabetes, la edad, el nivel de condición física y la presencia de complicaciones. Las recomendaciones generales incluyen al menos 150 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada por semana y entrenamiento de fuerza al menos dos veces por semana.

En resumen, la diabetes mellitus es una enfermedad crónica que puede ser manejada de manera efectiva a través de una combinación de medicamentos, cambios en el estilo de vida y ejercicio regular. El ejercicio no solo ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre, sino que también mejora la calidad de vida y reduce el riesgo de complicaciones a largo plazo.

Palabras clave: Diabetes tipo 1; Diabetes tipo 2; Fisiopatología; Ejercicio físico; Control glucémico.

1. Introducción

La diabetes mellitus es un conjunto de trastornos que afectan el metabolismo de los carbohidratos, en los cuales la glucosa no se utiliza adecuadamente como fuente de energía y se produce en exceso debido a procesos inapropiados de gluconeogénesis y glucogenólisis, lo que resulta en hiperglucemia (Sacks et al., 2023). El diagnóstico de diabetes se realiza mediante la detección de niveles

elevados de glucosa en el plasma venoso o un aumento de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) en la sangre. Tradicionalmente, la diabetes se clasifica en varias categorías clínicas, como la diabetes tipo 1, tipo 2, diabetes gestacional y otros tipos específicos relacionados con causas como factores genéticos, trastornos pancreáticos exocrinos y ciertos medicamentos (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024).

La diabetes tipo 1, que representa entre el 5 % y el 10 % de los casos de diabetes, se origina por la destrucción autoinmune de las células β pancreáticas. Entre los marcadores autoinmunes se encuentran los autoanticuerpos contra las células de los islotes pancreáticos y los autoanticuerpos dirigidos a la descarboxilasa de ácido glutámico (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024). Las investigaciones sugieren que, para el año 2040, el número estimado de personas afectadas por diabetes tipo 1 estará entre 13.5 y 17.4 millones. Es relevante destacar que los países de ingresos bajos y medios-bajos enfrentarán el mayor aumento proporcional en el impacto total de esta enfermedad (Gregory et al., 2022).

La diabetes tipo 2 representa entre el 90 y el 95% de todos los casos de diabetes. Esta forma incluye a personas que, en general, tienen una deficiencia relativa de insulina (en lugar de una deficiencia absoluta) y presentan resistencia periférica a la insulina, es decir, una respuesta biológica reducida a la insulina. La diabetes mellitus tipo II es una de las condiciones de salud a largo plazo más comunes en el mundo, afectando a 1 de cada 11 adultos, y es responsable del 11% de las muertes anualmente (Sun et al., 2022). El aumento en la prevalencia de la diabetes se ha atribuido principalmente al envejecimiento de las poblaciones. Sin embargo, la disminución de la mortalidad entre las personas con diabetes debido a la mejora en la atención médica, junto con el incremento en la incidencia de diabetes en algunos países como resultado del aumento en la prevalencia de factores de riesgo, especialmente la obesidad, también son factores importantes que contribuyen a la mayor prevalencia (Magliano et al., 2019; Sun et al., 2022).

Existen varias causas posibles de la diabetes tipo 2; aunque las etiologías específicas no se conocen, no ocurre destrucción autoinmune de las células beta, y las personas afectadas no presentan otras causas conocidas de diabetes. La mayoría de quienes tienen diabetes tipo 2 presentan sobrepeso u obesidad, lo cual contribuye a cierto grado de resistencia a la insulina (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024). La coexistencia de diabetes y otras comorbilidades asociadas se asocia con efectos multiplicativos en los resultados clínicos adversos, como las complicaciones cardiovasculares, aumentando significativamente el riesgo de mortalidad, la duración de la estancia hospitalaria y los costos de atención médica (Sharma et al., 2021; Zheng et al., 2018).

Esta situación subraya la urgente necesidad de mejorar las estrategias de prevención, diagnóstico y tratamiento de la diabetes para reducir sus consecuencias y mejorar la calidad de vida de los afectados. Los tratamientos incluyen enfoques farmacológicos, como el uso de insulina y otros medicamentos que ayudan a controlar los niveles de glucosa en sangre y a reducir la resistencia a la insulina. Además, el manejo nutricional desempeña un papel crucial en el tratamiento, ya que una alimentación equilibrada y adaptada a las necesidades de cada persona puede mejorar significativamente el control de la diabetes y prevenir complicaciones a largo plazo. Por otro lado, las políticas de salud pública buscan promover la actividad física, mejorar el acceso a alimentos saludables y educar a la población sobre la importancia de hábitos de vida que puedan reducir el riesgo de desarrollar esta enfermedad (Samson et al., 2023).

2. Fisiopatología de la Diabetes

La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica caracterizada por una deficiencia en la acción de la insulina, que puede deberse a una alteración en la función endocrina del páncreas o a una pérdida de sensibilidad de los tejidos a esta hormona. El páncreas, a través de sus islotes pancreáticos, contiene cuatro tipos de células: β , α , δ y PP o F, encargadas de sintetizar y liberar hormonas clave como la insulina, el glucagón, la somatostatina y el polipéptido pancreático, respectivamente. En la diabetes, los niveles de glucosa en sangre se elevan a concentraciones que resultan perjudiciales para el organismo, afectando a numerosos sistemas fisiológicos. Este exceso de glucosa en sangre puede causar complicaciones graves como daño en el tejido nervioso (neuropatía), alteraciones en la retina (retinopatía) y en los riñones (nefropatía), extendiéndose el impacto de la enfermedad a prácticamente todo el organismo (Cervantes-Villagrana & Presno-Bernal, 2013).

La fisiopatología de la diabetes es compleja y multifacética, afectando no solo aspectos físicos, como el metabolismo de la glucosa y la función pancreática, sino también generando impactos psicológicos y sociales. Las alteraciones cognitivas, el estrés asociado al manejo continuo de la enfermedad y las limitaciones en las actividades diarias pueden afectar la salud mental y la vida social de los pacientes. En relación con los síntomas psicológicos, la diabetes puede generar alteraciones cognitivas que ralentizan el procesamiento de la información, la atención, la memoria y la concentración. Estas dificultades pueden afectar de manera notable la motivación hacia el tratamiento, el cumplimiento de las indicaciones médicas y las habilidades de autocuidado. Además, las limitaciones en las actividades cotidianas, los riesgos inherentes al tratamiento y la percepción de una falta de control sobre la enfermedad pueden impactar negativamente en la calidad de vida de los pacientes (Popa-Velea et al., 2016).

Es fundamental analizar por separado la fisiopatología de la diabetes tipo 1 y la tipo 2, ya que, aunque ambas enfermedades comparten algunos aspectos, como la presencia de hiperglucemia y el riesgo de complicaciones microvasculares y macrovasculares, sus mecanismos subyacentes y sus desencadenantes difieren significativamente. La diabetes tipo 1 es una enfermedad autoinmune en la que el sistema inmunológico destruye las células β del páncreas, responsables de la producción de insulina, lo que resulta en una falta total de esta hormona. En cambio, la diabetes tipo 2 se caracteriza principalmente por una resistencia a la insulina en los tejidos periféricos y una producción insuficiente de insulina relativa a las necesidades del organismo, asociada con factores genéticos y ambientales como la obesidad y el sedentarismo. Estas diferencias en su origen y progresión requieren abordajes diagnósticos y terapéuticos distintos, lo que hace imprescindible el estudio separado de cada tipo para optimizar la prevención, manejo y tratamiento de cada forma de diabetes (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024).

2.1. Diabetes mellitus Tipo I

La diabetes tipo 1 autoinmune representa entre el 5 % y el 10 % de los casos de diabetes y se origina debido a la destrucción autoinmune de las células β del páncreas. Los marcadores autoinmunes incluyen autoanticuerpos contra las células de los islotes pancreáticos y autoanticuerpos dirigidos a la descarboxilasa del ácido glutámico, así como a la insulina, las fosfatasa de tirosina antígeno del islote 2 (IA-2) y IA-2 β , y al transportador de zinc 8 (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024). En la diabetes tipo 1 y tipo 2, tanto los factores genéticos como los ambientales pueden llevar a una pérdida progresiva de la masa y/o función de las células β , lo que se manifiesta clínicamente como hiperglucemia. Una vez que ocurre la hiperglucemia, las personas con cualquier forma de diabetes están en riesgo de desarrollar las mismas complicaciones crónicas, aunque los índices de progresión pueden variar (Skyler et al., 2017). Hay que tener en cuenta que la diabetes tipo 1 implica una carga significativa de tratamiento y requiere terapia de insulina de por vida.

El estadio 1 de la diabetes tipo 1 se define por la presencia de dos o más autoanticuerpos y niveles normales de glucosa en sangre (normoglucemia). En este estadio, el riesgo de desarrollar diabetes tipo 1 sintomática en un plazo de 5 años es aproximadamente del 44 %, aunque este riesgo varía considerablemente según el número, el título y la especificidad de los autoanticuerpos, así como la edad de seroconversión y el riesgo genético. El estadio 2 incluye a individuos con múltiples autoanticuerpos contra los islotes pancreáticos y disglucemia. En el estadio 2, el riesgo de desarrollar diabetes tipo 1 sintomática es de alrededor del 60 % en un plazo de 2 años y de aproximadamente el 75 % dentro de los 5 años (Insel et al., 2015). Las personas con diabetes tipo 1 suelen presentar síntomas agudos de

diabetes y niveles de glucosa en sangre marcadamente elevados, y entre el 25 % y el 50 % de los casos se diagnostican con cetoacidosis diabética, una condición potencialmente mortal (Jensen et al., 2021).

2.2. Diabetes mellitus Tipo II

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad crónica que se caracteriza por grados variables de secreción inadecuada de insulina y resistencia a esta hormona, lo que conduce a una mayor producción de glucosa en el organismo. Este desequilibrio causa una hiperglucemia crónica que, a su vez, provoca un deterioro metabólico progresivo (Codella et al., 2018). Se ha observado que la resistencia a la insulina tiene efectos adversos tanto en la función muscular como en la vascular (Assar et al., 2019). Esto significa que las personas con DM2 experimentan un deterioro en la capacidad de sus músculos para utilizar la glucosa y en la salud de sus vasos sanguíneos. Este deterioro es un factor clave en la aparición de complicaciones vasculares, tanto microvasculares como macrovasculares, que son comunes entre quienes padecen esta enfermedad (Bonora et al., 2020). Las complicaciones microvasculares afectan a los pequeños vasos sanguíneos y pueden causar problemas como retinopatía, nefropatía y neuropatía. Las complicaciones macrovasculares, por otro lado, afectan a los grandes vasos y aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares como infartos y accidentes cerebrovasculares. Entre las complicaciones asociadas con la diabetes se incluyen la nefropatía, la retinopatía, la neuropatía, así como enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. En términos de salud cardiovascular, el riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en personas con diabetes es de 2 a 4 veces mayor en comparación con quienes no padecen esta enfermedad (Deshpande et al., 2008).

Estas alteraciones metabólicas no solo tienen un impacto directo en la calidad de vida de las personas con DM2, al reducir su capacidad funcional y su bienestar general, sino que también se asocian con un incremento en la morbilidad y mortalidad (Nanayakkara et al., 2021). La combinación de complicaciones vasculares y efectos negativos sobre el metabolismo general incrementa el riesgo de sufrir otras enfermedades, incluidas las relacionadas con el deterioro cognitivo ya que la sintomatología que padecen los pacientes con esta enfermedad se asocia con un menor rendimiento en múltiples áreas de la función cognitiva y con alteraciones estructurales en el cerebro. Dada la creciente epidemia de diabetes y el envejecimiento de la población, se espera que las complicaciones neurológicas de esta enfermedad aumenten, convirtiéndose en un reto importante para la salud pública en el futuro (Damanik & Yunir, 2021). Por ello, las manifestaciones del deterioro cognitivo y los diversos marcadores metabólicos y neurorradiológicos que indican esta condición patológica es fundamental para una gestión adecuada de esta complicación potencialmente incapacitante de la diabetes tipo 2.

En líneas generales, para el tratamiento de la diabetes se han desarrollado diversos tratamientos, entre los que destacan los tratamientos farmacológicos efectivos para el control glucémico demostrado ser eficaz en la reducción de los niveles de HbA1c, que es un indicador clave del control de la glucosa a largo plazo (Brož et al., 2019). Sin embargo, estos fármacos pueden producir ciertos efectos secundarios que afectan a la tolerancia y la adherencia a los tratamientos. Por esta razón, es fundamental complementar el tratamiento farmacológico con modificaciones en el estilo de vida, incluyendo terapias educativas, control dietético y actividad física, las cuales han mostrado ser muy efectivas en el manejo de la diabetes tipo 2 (Shiferaw et al., 2021). La actividad física, en particular, no solo se ha demostrado como una estrategia eficaz para mejorar el control glucémico, sino que también destaca como una opción rentable, lo que la convierte en una alternativa accesible y sostenible en el manejo de esta enfermedad (Coyle et al., 2012). El ejercicio ayuda a aumentar la sensibilidad a la insulina, reducir la grasa corporal y mejorar la salud cardiovascular, aspectos que son clave para prevenir complicaciones y mejorar la calidad de vida en personas con diabetes tipo II.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad Diabetes.

3.1 Diabetes Tipo I

La actividad física es un término amplio que abarca cualquier movimiento que incrementa el gasto energético y constituye una parte esencial del plan de manejo de la diabetes. El ejercicio, en cambio, es una forma específica de actividad física que se realiza de manera estructurada con el objetivo de mejorar la condición física. Ambos, tanto la actividad física general como el ejercicio planificado, juegan un papel fundamental en la salud de las personas con diabetes. Se ha demostrado que el ejercicio ayuda a mejorar los niveles de glucosa en sangre, reduce los factores de riesgo cardiovascular, contribuye a la pérdida de peso y mejora el bienestar general (King et al., 2019). Para las personas con diabetes tipo 1, la actividad física es tan importante como lo es para la población general. Sin embargo, su papel específico en la prevención de complicaciones de la diabetes y en el control de la glucosa no es tan claro como en el caso de la diabetes tipo 2.

3.2 Diabetes Tipo II

El objetivo del tratamiento para la diabetes tipo 2 es facilitar un plan de tratamiento individualizado que puede incluir educación, manejo glucémico, reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y monitoreo continuo para detectar complicaciones microvasculares, con el fin de alcanzar y mantener niveles óptimos de glucosa en sangre, lípidos y presión arterial, previniendo o retrasando las complicaciones crónicas (Kanaley et al., 2022). A la luz de la ausencia de una cura inminente, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) recomienda centrarse en la

optimización de hábitos de vida saludables para manejar los síntomas de la diabetes (ElSayed et al., 2023).

Diversos tipos de actividad física contribuyen a mejorar la salud y el control glucémico en personas con diabetes tipo 2, aunque el entrenamiento físico estructurado es el que ha sido estudiado con mayor frecuencia y profundidad. Los beneficios demostrados de la actividad física en personas con diabetes tipo 2 incluyen una mayor sensibilidad a la insulina, una mejor regulación de los niveles de glucosa después de las comidas (hiperglucemia posprandial) y una reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares. La mejora en la sensibilidad a la insulina ayuda al cuerpo a utilizar mejor la glucosa disponible, lo que reduce la cantidad de insulina necesaria para mantener niveles adecuados de glucosa en sangre. Además, la reducción de la hiperglucemia posprandial es clave para prevenir los picos de glucosa que pueden dañar los vasos sanguíneos y otros tejidos. Por otro lado, al reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, la actividad física contribuye a mejorar la salud cardiovascular, lo cual es esencial, ya que las personas con diabetes tipo 2 tienen un riesgo significativamente mayor de sufrir enfermedades del corazón (Kanaley et al., 2022).

Según las directrices de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), el nivel de HbA1c permite categorizar el estado de una persona con diabetes tipo 2 de la siguiente manera: menos del 6.5% se clasifica como “*prediabetes*”, entre 6.5% y 7% como “*diabetes tipo 2 controlada*”, entre 7% y 8% como “*diabetes tipo 2 no controlada*”, y más del 8% como “*diabetes tipo 2 severamente no controlada o descontrolada*”. Un cambio de categoría hacia niveles más bajos de HbA1c puede reflejar una mejora fisiológica significativa. Esto podría disminuir el riesgo de eventos graves de salud, como accidentes cerebrovasculares isquémicos, enfermedades coronarias y enfermedades cardiovasculares en general (Chen et al., 2015). Además, una reducción de HbA1c podría mejorar el pronóstico en personas con enfermedades metabólicas, neuropatía, nefropatía y enfermedad vascular periférica (Boye et al., 2022).

A nivel cognitivo, reducir los niveles de HbA1c también puede disminuir el riesgo de desarrollar demencia y enfermedad como el Alzheimer (Ramirez et al., 2015). Para los pacientes que presentan niveles severamente elevados de HbA1c, esta reducción podría incluso contribuir a aliviar el dolor neuropático (Herbert et al., 2013). En conjunto, estos hallazgos subrayan la importancia de un manejo riguroso y personalizado de la HbA1c en personas con T2DM, no solo para controlar la glucosa, sino también para mejorar la calidad de vida y reducir riesgos asociados con complicaciones graves en el sistema cardiovascular y el sistema nervioso.

Es por ello que el objetivo principal de los programas basados en actividad física es controlar los niveles de glucosa en sangre, por lo que adaptar las recomendaciones a las necesidades y preferencias individuales podría mejorar la adherencia al

programa de actividad física prescrito, un requisito previo para lograr la efectividad estimada. La actividad física es determinante para el mantenimiento del equilibrio calórico, favoreciendo a las personas diabéticas tanto como su nutrición o su medicación, si la requieren. Existen evidencias de mejoras en el control glucémico en personas que practican ejercicio de manera regular, así como una mejora a la sensibilidad de la insulina, mejoras en los niveles de tensión y control de peso, mejora de la sensación de bienestar y, con ellos, mejoras en la calidad de vida.

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la patología diabetes

El siguiente apartado se centrará en la diabetes tipo 2, dado que los efectos del ejercicio y la actividad física en el manejo de esta condición han sido más ampliamente estudiados y documentados. A diferencia de la diabetes tipo 1, donde la evidencia sobre los beneficios específicos del ejercicio es limitada y su papel en la prevención de complicaciones no está completamente claro, en la diabetes tipo 2 existe un consenso mayor sobre el impacto positivo de la actividad física en el control glucémico, la reducción de factores de riesgo cardiovascular y la mejora general de la salud. En la diabetes tipo I las respuestas glucémicas son diferentes según el tipo de ejercicio. Por ejemplo, el ejercicio aeróbico de intensidad leve a moderada disminuye los niveles de glucosa, mientras que el ejercicio aeróbico intenso, el ejercicio anaeróbico y los ejercicios con un perfil de carga similar al ejercicio de intervalo estabilizan o aumentan los niveles de glucosa. Lo que sí parece claro es que las personas que no hacen ejercicio de forma rutinaria pueden enfrentar un mayor riesgo de hipoglucemia (Moser et al., 2020).

Las pautas de la Organización Mundial de la Salud sobre actividad física y comportamiento sedentario, y las pautas de la ADA para el manejo de la diabetes tipo 2, recomiendan un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica y al menos dos sesiones semanales de ejercicio de resistencia para una salud óptima entre las personas con diabetes mellitus tipo 2 (Bull et al., 2020). Se ha demostrado que incrementar los minutos semanales de actividad física de intensidad moderada está asociado con un menor riesgo de hiperglucemia (Chang et al., 2021).

Diversos tipos de actividad física, que incluyen, pero no se limitan al ejercicio planificado, pueden mejorar considerablemente la salud y el control glucémico de personas de todas las edades con diabetes tipo 2, incluidas las actividades de flexibilidad y equilibrio en adultos. Las últimas Pautas de Actividad Física para americanos son aplicables a la mayoría de las personas con diabetes, incluidos los jóvenes, con algunas excepciones y modificaciones. Se recomienda que todas las personas participen en actividad física de manera regular (Kanaley et al., 2022). Existen multitud de estudios que han tratado de dar recomendaciones por tipo de actividad sobre los mejores componentes para el diseño y prescripción de ejercicio en esta población. Entre estas recomendaciones se pueden destacar:

Un reciente metaanálisis sobre el entrenamiento de fuerza en personas con diabetes recopiló información de diversos estudios y destacó varias características de la prescripción. Las rutinas de entrenamiento variaron en el número de ejercicios, que oscilaban entre 4 y 12. La mayoría de los estudios emplearon máquinas de pesas o pesas libres. En cuanto a la intensidad del entrenamiento, esta mostró una gran heterogeneidad, fluctuando entre el 30% y el 100% de una repetición máxima (1RM). Respecto a la frecuencia del entrenamiento semanal, se observó un mayor consenso, con recomendaciones que indican realizar entre 2 y 3 sesiones por semana (Jansson et al., 2022). Esto coincide con el Colegio Americano de Medicina del Deporte donde se recomienda realizar entre 8 y 10 ejercicios que involucren los principales grupos musculares. La intensidad del entrenamiento debe ser moderada, entre el 50% y el 69% de una repetición máxima (1RM), o vigorosa, entre el 70% y el 85% de 1-RM. En cuanto a la frecuencia, se sugiere entrenar de 2 a 3 días por semana, evitando sesiones en días consecutivos. Cada serie debe constar de 10 a 15 repeticiones, con un total de 1 a 3 series por tipo de ejercicio específico. Además, se debe permitir una progresión adecuada, aumentando primero la resistencia, seguido de un mayor número de series y, finalmente, incrementando la frecuencia de entrenamiento, siempre según la tolerancia del individuo (Kanaley et al., 2022).

Esta misma guía realiza recomendaciones sobre el entrenamiento aeróbico, indicando que la prescripción de ejercicio aeróbico para personas con diabetes incluye actividades como caminar, trotar, andar en bicicleta, nadar, participar en actividades acuáticas, remar, bailar e intervalos de entrenamiento. Se recomienda mantener una intensidad moderada entre el 40% y el 59% del consumo de oxígeno de reserva (VO_{2R}) o de la frecuencia cardíaca de reserva (HRR), con una percepción de esfuerzo (RPE) de 11 a 12; o una intensidad vigorosa entre el 60% y el 89% de VO_{2R} o HRR. En cuanto a la frecuencia, se sugiere realizar actividad de 3 a 7 días a la semana, evitando más de 2 días consecutivos sin ejercicio (Kanaley et al., 2022). Las intervenciones que combinan entrenamiento aeróbico y de fuerza pueden ser superiores a cualquiera de los dos modos por separado. Se ha observado una mayor reducción en la hemoglobina glicosilada en adultos con diabetes tipo 2 que realizan un programa de entrenamiento combinado en comparación con cualquiera de los tipos por separado, mostrando un impacto sobre la glucemia y la sensibilidad a la insulina (Schwingshackl et al., 2014).

A pesar de la información existente sobre prescripción de programas de ejercicio físico en diabetes, la prescripción de ejercicio en personas mayores con diabetes puede ser un desafío, principalmente debido a la falta de adherencia a los programas de actividad física. En muchos casos, la caminata se convierte en una opción viable para mantenerse activo en el día a día, ya que se adapta mejor a sus capacidades y rutinas diarias. Incluso niveles bajos de pasos, (aproximadamente 2,500 pasos al día), pueden contribuir a reducir el riesgo de mortalidad por

cualquier causa en esta población. Además, se sugiere que alcanzar aproximadamente 10,000 pasos diarios podría ser la dosis óptima para disminuir este riesgo, promoviendo así una mejor salud en personas con diabetes (del Pozo-Cruz et al., 2022).

Sin embargo, existe cierta inconsistencia en los hallazgos presentados hasta el momento, debido a la heterogeneidad en las características y complicaciones que pueden presentar las personas con diabetes tipo II, las cuales varían según su nivel de control glucémico (Vigersky & McMahon, 2019; Yapanis et al., 2022). Un estudio reciente trata de dar una solución a esta problemática proporcionando información sobre la dosis óptima de actividad física para lograr las mayores reducciones en HbA1c (%) independientemente del nivel inicial de HbA1c. Esta dosis fue establecida en 1100 METs-min/semana (Gallardo-Gómez et al., 2024). Este metaanálisis de dosis-respuesta reveló diferencias importantes entre la dosis óptima estimada de actividad física y las recomendaciones actuales. Para facilitar la interpretación clínica y la comparación de los resultados, calculamos que 1100 METs-min/semana (es decir, la dosis óptima) equivale, en promedio, a aproximadamente 244 minutos/semana de actividad física aeróbica de intensidad moderada. Este rango puede variar de ~183 a ~367 minutos/semana, dependiendo de la intensidad de la actividad, que oscila entre 3 y 6 METs-min. Esta cantidad se sitúa por encima del percentil 80 de la actividad física de intensidad moderada recomendada por semana para esta población. De manera similar, 1100 METs-min/semana equivalen, en promedio, a unos 157 minutos/semana de actividad física aeróbica de alta intensidad (asumiendo una intensidad vigorosa de 7 METs-min). Esta cifra supera el rango total de minutos/semana aconsejados para actividad física de alta intensidad en personas con diabetes.

Estos hallazgos, permiten convertir una dosis específica de actividad física (METs-min/semana) en minutos semanales para cualquier actividad clasificada en el Compendio de Actividades Físicas (Herrmann et al., 2024). Esto permite individualizar los objetivos glucémicos, considerando las necesidades y preferencias del paciente, lo que podría mejorar la adherencia al programa de actividad física (ElSayed et al., 2023). Esto se puede traducir como información clave sobre los parámetros de actividad física necesarios para implementar programas efectivos y personalizados, adaptados a las necesidades y preferencias de los pacientes, con el fin de abordar uno de los mayores desafíos de salud pública del siglo XXI.

5. Referencias bibliográficas

- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). 2. Diagnosis and classification of diabetes: Standards of care in diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl 1), S20–S42.
- Assar, M. E., Laosa, O., & Rodríguez Mañas, L. (2019). Diabetes and frailty. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 22(1), 52–57.

- Bonora, E., Trombetta, M., Dauriz, M., Travia, D., Cacciatori, V., Brangani, C., Negri, C., Perrone, F., Pichiri, I., Stoico, V., Zoppini, G., Rinaldi, E., Da Prato, G., Boselli, M. L., Santi, L., Moschetta, F., Zardini, M., & Bonadonna, R. C. (2020). Chronic complications in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: prevalence and related metabolic and clinical features: the Verona Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Study (VNDS) 9. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 8(1). <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-001549>
- Boye, K. S., Thieu, V. T., Lage, M. J., Miller, H., & Paczkowski, R. (2022). The Association Between Sustained HbA1c Control and Long-Term Complications Among Individuals with Type 2 Diabetes: A Retrospective Study. *Advances in Therapy*, 39(5), 2208–2221.
- Brož, J., Janíčková Žďárská, D., Štěpánová, R., & Kvapil, M. (2019). Addition of Basal Insulin to Oral Antidiabetic Agents in Patients with Inadequately Controlled Type 2 Diabetes Leads to Improved HbA1c Levels: Metabolic Control, Frequency of Hypoglycemia, and Insulin Titration Analysis as Results of a Prospective Observational Study (BALI Study). *Diabetes Therapy: Research, Treatment and Education of Diabetes and Related Disorders*, 10(2), 663–672.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462.
- Cervantes-Villagrana, R. D., & Presno-Bernal, J. M. (2013). Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. *Rev Endocrinol Nutr*, 21, 98–106.
- Chang, C.-H., Kuo, C.-P., Huang, C.-N., Hwang, S.-L., Liao, W.-C., & Lee, M.-C. (2021). Habitual Physical Activity and Diabetes Control in Young and Older Adults with Type II Diabetes: A Longitudinal Correlational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph18031330>
- Chen, Y.-Y., Lin, Y.-J., Chong, E., Chen, P.-C., Chao, T.-F., Chen, S.-A., & Chien, K.-L. (2015). The impact of diabetes mellitus and corresponding HbA1c levels on the future risks of cardiovascular disease and mortality: a representative cohort study in Taiwan. *PLoS One*, 10(4), e0123116.
- Codella, R., Ialacqua, M., Terruzzi, I., & Luzi, L. (2018). May the force be with you: why resistance training is essential for subjects with type 2 diabetes mellitus without complications. *Endocrine*, 62(1), 14–25.
- Damanik, J., & Yunir, E. (2021). Type 2 diabetes mellitus and cognitive impairment. *Acta Medica Indonesiana*, 53(2), 213–220.
- del Pozo-Cruz, J., Alvarez-Barbosa, F., Gallardo-Gomez, D., & del Pozo Cruz, B. (2022). Optimal Number of Steps per Day to Prevent All-Cause Mortality in People With Prediabetes and Diabetes. *Diabetes Care*, 45(9), 2156–2158.
- Deshpande, A. D., Harris-Hayes, M., & Schootman, M. (2008). Epidemiology of diabetes and diabetes-related complications. *Physical Therapy*, 88(11), 1254–1264.
- ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khuntia, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. L., Prahalad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., Stanton, R. C., ... on behalf of the American Diabetes Association. (2023). 5. Facilitating Positive Health Behaviors and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care*, 46(Supple 1), S68–S96.
- Gallardo-Gómez, D., Salazar-Martínez, E., Alfonso-Rosa, R. M., Ramos-Munell, J., Del Pozo-Cruz, J., Del Pozo Cruz, B., & Álvarez-Barbosa, F. (2024). Optimal Dose and Type of Physical Activity to Improve Glycemic Control in People Diagnosed With Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Diabetes Care*, 47(2), 295–303.
- Gregory, G. A., Robinson, T. I. G., Linklater, S. E., Wang, F., Colagiuri, S., de Beaufort, C., Donaghue, K. C., Magliano, D. J., Maniam, J., Orchard, T. J., Rai, P., Ogle, G. D., Harding, J. L., Wander, P. L., Zhang, X., Li, X., Karuranga, S., Chen, H., Sun, H., ... Ma, R. C. W. (2022). Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 10(10), 741–760.
- Herbert, M. S., Varley, A. L., Andraea, S. J., Goodin, B. R., Bradley, L. A., & Safford, M. M. (2013). Association of pain with HbA1c in a predominantly black population of community-dwelling adults with diabetes: a cross-sectional analysis. *Diabetic Medicine: A Journal of the British Diabetic Association*, 30(12), 1466–1471.
- Herrmann, S. D., Willis, E. A., Ainsworth, B. E., Barreira, T. V., Hastert, M., Kracht, C. L., Schuna, J. M., Jr, Cai, Z., Quan, M., Tudor-Locke, C., Whitt-Glover, M. C., & Jacobs, D. R., Jr. (2024). 2024 Adult Compendium of Physical Activities: A third update of the energy costs of human activities. *Journal of Sport and Health Science*, 13(1), 6–12.

- Insel, R. A., Dunne, J. L., Atkinson, M. A., Chiang, J. L., Dabelea, D., Gottlieb, P. A., Greenbaum, C. J., Herold, K. C., Krischer, J. P., Lernmark, Å., Ratner, R. E., Rewers, M. J., Schatz, D. A., Skyler, J. S., Sosenko, J. M., & Ziegler, A.-G. (2015). Staging presymptomatic type 1 diabetes: a scientific statement of JDRF, the Endocrine Society, and the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, *38*(10), 1964–1974.
- Jansson, A. K., Chan, L. X., Lubans, D. R., Duncan, M. J., & Plotnikoff, R. C. (2022). Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, *10*(2). <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002595>
- Jensen, E. T., Stafford, J. M., Saydah, S., D'Agostino, R. B., Dolan, L. M., Lawrence, J. M., Marcovina, S., Mayer-Davis, E. J., Pihoker, C., Rewers, A., & Dabelea, D. (2021). Increase in prevalence of diabetic ketoacidosis at diagnosis among youth with type 1 diabetes: The SEARCH for diabetes in Youth Study. *Diabetes Care*, *44*(7), 1573–1578.
- Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022). Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: A consensus statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *54*(2), 353–368.
- King, A. C., Whitt-Glover, M. C., Marquez, D. X., Buman, M. P., Napolitano, M. A., Jakicic, J., Fulton, J. E., Tennant, B. L., & 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE*. (2019). Physical activity promotion: Highlights from the 2018 physical activity guidelines advisory committee systematic review: Highlights from the 2018 physical activity guidelines advisory committee systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *51*(6), 1340–1353.
- Magliano, D. J., Islam, R. M., Barr, E. L. M., Gregg, E. W., Pavkov, M. E., Harding, J. L., Tabesh, M., Koye, D. N., & Shaw, J. E. (2019). Trends in incidence of total or type 2 diabetes: systematic review. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *366*, I5003.
- Moser, O., Riddell, M. C., Eckstein, M. L., Adolfsson, P., Rabasa-Lhoret, R., van den Boom, L., Gillard, P., Nørgaard, K., Oliver, N. S., Zaharieva, D. P., Battelino, T., de Beaufort, C., Bergenstal, R. M., Buckingham, B., Cengiz, E., Deeb, A., Heise, T., Heller, S., Kowalski, A. J., ... Mader, J. K. (2020). Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Pediatric Diabetes*, *21*(8), 1375–1393.
- Nanayakkara, N., Curtis, A. J., Heritier, S., Gadowski, A. M., Pavkov, M. E., Kenealy, T., Owens, D. R., Thomas, R. L., Song, S., Wong, J., Chan, J. C.-N., Luk, A. O.-Y., Penno, G., Ji, L., Mohan, V., Amutha, A., Romero-Aroca, P., Gasevic, D., Magliano, D. J., ... Zoungas, S. (2021). Impact of age at type 2 diabetes mellitus diagnosis on mortality and vascular complications: systematic review and meta-analyses. *Diabetologia*, *64*(2), 275–287.
- Popa-Velea, O., Bubulac, L., Petrescu, L., & Purcarea, R. M. (2016). Psychopathology and psychotherapeutic intervention in diabetes: particularities, challenges, and limits. *Journal of Medicine and Life*, *9*(4), 328–333.
- Ramirez, A., Wolfsgruber, S., Lange, C., Kaduszkiewicz, H., Weyerer, S., Werle, J., Pentzek, M., Fuchs, A., Riedel-Heller, S. G., Luck, T., Mösch, E., Bickel, H., Wiese, B., Prokein, J., König, H.-H., Bretschneider, C., Breteler, M. M., Maier, W., Jessen, F., ... AgeCoDe Study Group. (2015). Elevated HbA1c is associated with increased risk of incident dementia in primary care patients. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, *44*(4), 1203–1212.
- Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., Bruns, D. E., Horvath, A. R., Lernmark, Å., Metzger, B. E., Nathan, D. M., & Sue Kirkman, M. (2023). Executive summary: Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clinical Chemistry*, *69*(8), 777–784.
- Samson, S. L., Vellanki, P., Blonde, L., Christofides, E. A., Galindo, R. J., Hirsch, I. B., Isaacs, S. D., Izuora, K. E., Low Wang, C. C., Twining, C. L., Umpierrez, G. E., & Valencia, W. M. (2023). American Association of Clinical Endocrinology consensus statement: Comprehensive Type 2 Diabetes Management Algorithm - 2023 update. *Endocrine Practice: Official Journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, *29*(5), 305–340.
- Schwingshackl, L., Missbach, B., Dias, S., König, J., & Hoffmann, G. (2014). Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. *Diabetologia*, *57*(9), 1789–1797.
- Sharma, A., Baldi, A., & Kumar Sharma, D. (2021). Economic costs of hospitalisation and length of stay in diabetes with coexisting hypertension with correlation to laboratory investigations: Where does India stand? A 5-year ground report. *International Journal of Clinical Practice*, *75*(5), e13990.

- Shiferaw, W. S., Akalu, T. Y., Desta, M., Kassie, A. M., Petrucka, P. M., & Aynalem, Y. A. (2021). Effect of educational interventions on knowledge of the disease and glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*, *11*(12), e049806.
- Skyler, J. S., Bakris, G. L., Bonifacio, E., Darsow, T., Eckel, R. H., Groop, L., Groop, P.-H., Handelsman, Y., Insel, R. A., Mathieu, C., McElvaine, A. T., Palmer, J. P., Pugliese, A., Schatz, D. A., Sosenko, J. M., Wilding, J. P. H., & Ratner, R. E. (2017). Differentiation of diabetes by pathophysiology, Natural History, and Prognosis. *Diabetes*, *66*(2), 241–255.
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *183*, 109119.
- Vigersky, R. A., & McMahon, C. (2019). The Relationship of Hemoglobin A1C to Time-in-Range in Patients with Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, *21*(2), 81–85.
- Yapanis, M., James, S., Craig, M. E., O'Neal, D., & Ekinci, E. I. (2022). Complications of Diabetes and Metrics of Glycemic Management Derived From Continuous Glucose Monitoring. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *107*(6), e2221–e2236.
- Zheng, Y., Ley, S. H., & Hu, F. B. (2018). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews. Endocrinology*, *14*(2), 88–98.

6. Agradecimientos

JdPC está respaldado por la Junta de Andalucía, Programa de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI P20_1181) financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU. BdPC cuenta con el apoyo de la Junta de Andalucía, Programa de Captación de Talento Investigador (EMERGIA 2020/00158). JdPC ha sido financiado por un programa para la recualificación del profesorado universitario - Ministerio de Universidades (22330), financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

Bloque 4. - Enfermedades cardiovasculares

Hipertensión arterial: Prescripción y planificación de ejercicio físico

Daniel Alfonso Botero Rosas¹ - daniel.botero@unisabana.edu.co
Henry Humberto León Ariza² - henrylear@clinicaunisabana.edu.co

¹Facultad de Medicina. Universidad de La Sabana.

Resumen

La Hipertensión arterial sistémica (HAS) es una condición patológica de alta prevalencia en el mundo, donde el sub diagnóstico y el inadecuado tratamiento son frecuentes. Esto sucede especialmente en países de moderados y bajos ingresos económicos, donde se encuentran elevadas cifras de mortalidad, especialmente asociadas al aumento del riesgo cardiovascular. Desde el punto de vista fisiopatológico la HAS parece ser el resultado de diversas alteraciones dentro de las que se destacan: la disfunción endotelial, la hiperactividad del sistema nervioso simpático (SNS) y la respuesta desregulada del eje Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA), aspectos estos que mejoran a través de intervenciones como el ejercicio físico por mecanismos que incluyen mejoras en la funcionalidad vascular, cambios en la respuesta autonómica en reposo y adaptaciones del sistema cardiovascular. Las guías en general de diversas asociaciones médico – científicas avalan el ejercicio físico en pacientes hipertensos y sugieren actividades de predominio aeróbico entre 4 a 7 veces a la semana a intensidades moderadas o altas, que duren al menos 30 minutos por día, complementadas con actividades de fuerza 2 a 3 veces a la semana. Sin embargo, más allá de las guías y la extensa evidencia que las respalda, es fundamental generar estrategias que aseguren la adherencia al ejercicio físico y que permitan que el paciente hipertenso siga un camino propio para implementar, de forma segura, el ejercicio físico como complemento a otras intervenciones en relación a la salud como lo serían la alimentación, el sueño y manejo del estrés entre otras.

Palabras clave: Hipertensión arterial sistémica; Ejercicio de resistencia aeróbica; Ejercicios de fuerza; adherencia al ejercicio físico; Sistema nervioso Autónomo, Eje Renina Angiotensina Aldosterona; Disfunción endotelial

1. Introducción

La Organización Mundial de La Salud (OMS) en el 2023 estimó que la hipertensión arterial sistémica (HAS) afecta a 1.280 millones de personas en todo el mundo, con una prevalencia global de alrededor del 32% en adultos de entre 30 y 79 años. En cuanto a distribución regional, África subsahariana y las regiones de Asia sur y sudoriental presentan las tasas más altas de personas sin tratamiento, con menos del 25 % en mujeres y un 20 % en hombres con atención adecuada. En cambio, los países de ingresos altos, como Canadá y Corea del Sur, han logrado que más del 70% de las personas con hipertensión reciban tratamiento adecuado. En países de ingresos bajos y medios, alrededor del 82% de los casos de hipertensión se concentran en poblaciones que no tienen acceso adecuado a la atención médica, lo que limita la detección y el tratamiento de esta condición. El envejecimiento y el

aumento de la población mayor ha generado que la carga de la enfermedad en los países de ingresos medios comience a asemejarse a la de los países desarrollados provocando tratamientos y control de la presión arterial con limitaciones que son los que generan inequidades al compararse con países de altos ingresos (Organization, 2023).

La HAS se ha definido como una condición en la que los vasos sanguíneos tienen una presión persistentemente alta, lo que obliga al corazón a trabajar con mayor esfuerzo para bombear la sangre. La presión sanguínea se mide en milímetros de mercurio (mmHg) y se divide en presión sistólica (cuando el corazón late) y presión diastólica (cuando el corazón descansa entre latidos). Una presión arterial elevada aumenta significativamente el riesgo de enfermedades del corazón, cerebro, riñones y otros órganos, siendo una de las principales causas de mortalidad prematura a nivel global, por lo que la OMS la ha denominado, “*el asesino silencioso*”. Los niveles críticos para establecer la presencia o no de esta patología son determinados por las guías del colegio americano de cardiología y la sociedad europea de cardiología en las cuales no coinciden plenamente con los umbrales para diagnóstico de HAS. En Europa estas cifras deben ser superiores a 140/90 mmHg, mientras que en USA las cifras son más estrictas (130/80 mmHg), probablemente debido al problema de obesidad que se maneja en los Estados Unidos de Norteamérica (Mancia et al., 2023; Whelton et al., 2018).

2. Fisiopatología de la hipertensión arterial

La fisiopatología de esta enfermedad es un factor clave para poder prevenir e intervenir la historia natural de esta enfermedad. Diferentes sociedades científicas han apuntado factores como la disfunción endotelial, la hiperactividad del sistema nervioso simpático, la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), la retención de sodio y agua, y la remodelación vascular como desencadenantes de esta condición patológica. Adicionalmente, factores genéticos y ambientales pueden modular la presencia de estas disfunciones explicando parcialmente el mal funcionamiento del sistema de control de la presión arterial.

2.1 Función endotelial

La disfunción endotelial es una condición en la que el endotelio, la capa de células que recubre el interior de los vasos sanguíneos, pierde su capacidad normal de regular el tono vascular y mantener el equilibrio entre los factores vasodilatadores y vasoconstrictores. En condiciones normales, el endotelio produce sustancias vasodilatadoras como el óxido nítrico (NO), el factor polarizante derivado del endotelio (EDRF) y la prostaciclina (PGI₂), que promueven la vasodilatación y la inhibición de la agregación plaquetaria. Sin embargo, en la disfunción endotelial, hay una disminución en la producción de estos factores vasodilatadores y un

aumento en la producción de factores vasoconstrictores como las endotelinas y el tromboxano (TXA₂). Este desequilibrio conduce a una vasoconstricción persistente, inflamación, y proliferación de células musculares lisas, contribuyendo al desarrollo y progresión de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión arterial. La disfunción endotelial resulta de una compleja interacción de factores como el desequilibrio entre vasodilatadores y vasoconstrictores endoteliales por el estrés oxidativo, la inflamación, la activación del SRAA, y factores metabólicos y genéticos. Estos mecanismos contribuyen a la alteración del tono vascular, la retención de sodio y agua, y la remodelación vascular, perpetuando la hipertensión y aumentando el riesgo de complicaciones cardiovasculares. La prevención y tratamiento de esta disfunción requiere un enfoque multifacético que apunte a disminuir la influencia de los factores que promueven la mejoría de la función del endotelio, reduciendo la inflamación y el estrés oxidativo. Estos tratamientos pasan por cambios en el estilo de vida, uso de medicamentos y, en algunos casos, terapias avanzadas (Landmesser & Drexler, 2007)

En resumen, adoptar una dieta saludable, realizar ejercicio regular, mantener un peso adecuado, evitar el tabaco y manejar el estrés son fundamentales para prevenir la disfunción endotelial. Los tratamientos farmacológicos y las terapias avanzadas pueden ser necesarias para mejorar la función endotelial en pacientes con hipertensión establecida.

2.2 Sistema Nervioso Autónomo - ramo simpático

El sistema nervioso simpático (SNS) y el SRAA están interrelacionados en la fisiopatología de la HAS. Cuando el SNS se activa, se libera noradrenalina, que estimula receptores beta-adrenérgicos en las células yuxttaglomerulares del riñón. Esta estimulación provoca la liberación de renina, una enzima clave que convierte el angiotensinógeno en angiotensina I, marcando el inicio de la cascada del SRAA, que es fundamental para la regulación de la presión arterial. La interrelación entre el SNS y el SRAA se ve reforzada por un mecanismo de retroalimentación positiva de ASA corta y ASA larga que cuando presenta disfunción puede llevar a HAS. La angiotensina II no solo actúa sobre los vasos sanguíneos y los riñones, sino que también influye en el sistema nervioso central al aumentar la actividad simpática, estimulando regiones del cerebro, como el hipotálamo, que regulan la presión arterial y promueve la liberación de catecolaminas. Este ciclo perpetúa la activación del SNS y del SRAA, contribuyendo a una elevación sostenida de la presión arterial, complicando la fisiopatología de la hipertensión. Entender esta compleja interacción es crucial para desarrollar estrategias terapéuticas efectivas en el tratamiento de la HAS (Harris, 2023).

El tratamiento de la HAS centrado en el SNS incluye el uso de diversos medicamentos que actúan directamente sobre este sistema. Los beta-bloqueadores, como el propranolol y el metoprolol, son efectivos para reducir la

frecuencia cardíaca y la producción de renina por parte del riñón, teniendo como consecuencia una reducción de la presión arterial. Asimismo, los bloqueadores alfa, como la prazosina, ayudan a provocar la dilatación de los vasos sanguíneos. También se pueden utilizar agonistas alfa-2 adrenérgicos, como la clonidina, que actúan en el sistema nervioso central para reducir la liberación de noradrenalina y, por ende, disminuir la actividad simpática. Adicionalmente a la farmacoterapia, cambios en el estilo de vida son cruciales para el manejo de la HAS. Estrategias de manejo del estrés, como la meditación, el yoga y la actividad física regular, pueden ayudar a disminuir la actividad simpática, mejorando la regulación de la presión arterial. (Harris, 2023).

2.3 Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona

Una vez liberada la renina, actúa sobre el angiotensinógeno, una proteína producida por el hígado, convirtiéndolo en angiotensina I. Posteriormente, la angiotensina I se transforma en angiotensina II por la acción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), que está principalmente en los pulmones. La angiotensina II es un potente vasoconstrictor y estimula la secreción de aldosterona, la cual aumenta la reabsorción de sodio y agua en los riñones, elevando así el volumen sanguíneo y la presión arterial. Además, la angiotensina II activa el centro de la sed y promueve la liberación de vasopresina, contribuyendo aún más en el aumento de la presión arterial. La prevención de la HAS relacionada con el SRAA se fundamenta en la adopción de un estilo de vida saludable. Esto incluye seguir una dieta equilibrada baja en sodio, realizar ejercicio regularmente, controlar el estrés mediante técnicas de relajación, y llevar a cabo monitoreos regulares de la presión arterial, especialmente en personas con antecedentes familiares de hipertensión. Estas medidas pueden ayudar a mantener la presión arterial en niveles saludables y a reducir el riesgo de desarrollar hipertensión (Kanugula et al., 2023).

El tratamiento de la HAS centrado en el SRAA incluye el uso de medicamentos que actúan sobre este sistema. Los inhibidores de la ECA, como el enalapril, y los bloqueadores de los receptores de angiotensina II (ARBs), como el losartán, reducen la acción de la angiotensina II, lo que disminuye la vasoconstricción. Además, los antagonistas de la aldosterona, como la espironolactona, y los diuréticos ayudan a eliminar el exceso de sodio y agua, reduciendo el volumen sanguíneo y la presión arterial. Juntos, estos enfoques pueden ser eficaces para controlar la hipertensión y mitigar sus efectos en la salud cardiovascular (Kanugula et al., 2023) (Ilustración 1).

3. Beneficios de la práctica del ejercicio físico en la hipertensión arterial sistémica

La práctica de ejercicio físico regular es sin duda alguna un hábito que redundará en la prevención y el tratamiento de múltiples condiciones patológicas. Los beneficios involucran no solo adaptaciones en diferentes sistemas biológicos, sino también cambios documentados en el comportamiento, el estado de ánimo y el bienestar en general.

Uno de los sistemas sobre los cuales se han descrito múltiples beneficios en relación con el ejercicio físico es el sistema cardiovascular (corazón y vasos sanguíneos). Durante el ejercicio de resistencia aeróbica, las necesidades de aporte de oxígeno y nutrientes se incrementan y para que esto suceda es necesario un aumento en el gasto cardiaco, en este sentido el corazón en respuesta al estrés hemodinámico genera un remodelado cardiaco asociado al ejercicio que incrementa la masa ventricular izquierda y el volumen diastólico, con cambios subsecuentes en la cantidad y cantidad de las mitocondrias y en el desarrollo de nuevos vasos sanguíneos que favorecen la perfusión miocárdica (Sharma et al., 2015).

Con relación a los vasos sanguíneos el ejercicio aeróbico favorece la dilatación gracias a la producción de numerosos vasodilatadores como el óxido nítrico, el lactato, la adenosina, el dióxido de carbono y la hipoxia, y a largo plazo el remodelado vascular caracterizado por un incremento de la densidad capilar a nivel muscular pero también miocárdico, esto significa una mejora en la disfunción endotelial y a su vez una reducción en la progresión de placas ateromatosas (Sakellariou et al., 2021).

Adicionalmente, en respuesta al ejercicio aeróbico también es posible observar un aumento del tono vagal caracterizado por bradicardia en reposo, un aumento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca, una reducción de la resistencia vascular periférica y en general una reducción de la presión arterial mediada por una reducción de la actividad nerviosa simpática (Besnier et al., 2017)

Sesiones de entrenamiento de alta intensidad HIIT favorecen una reducción de la presión arterial en las siguientes horas (6 horas) y a largo plazo entrenamiento de alta intensidad HIIT, se asocian a reducción de la presión arterial superior a la observada en entrenamientos continuos de moderada intensidad MISS (Boutcher & Boutcher, 2017).

Por otro lado, el entrenamiento de la fuerza clásicamente se asocia más a adaptaciones musculares y óseas. Sin embargo, a nivel cardiaco, la naturaleza del entrenamiento intermitente muscular de corta duración y alta intensidad puede favorecer cambios en la presión arterial que llevan a la hipertrofia de las paredes cardiacas. Esto hizo que durante mucho tiempo se pensara que el ejercicio de fuerza debería estar contraindicado, aunque ahora se sabe que el entrenamiento

de fuerza también puede favorecer la reducción de la presión arterial especialmente cuando participan grandes grupos musculares, razón por lo cual como se verá más adelante algunas guías de prescripción del ejercicio en general han sugerido su práctica (Isath et al., 2023).

El entrenamiento de fuerza en individuos ha demostrado mayores cambios en relación con la presión arterial sistólica, comparado con la presión arterial diastólica, los mecanismos no se comprenden completamente, pero involucran la producción de óxido nítrico, la descarga parasimpática post entrenamiento, entrenamientos de fuerza 2 o 3 veces a la semana de intensidad moderada a vigorosa, por un periodo de tiempo de 8 semanas es una buena herramienta para el manejo de la HTA (Correia et al., 2023)

En la hipertensión arterial los ejercicios de resistencia aeróbica y entrenamientos de fuerza tanto de tipo isotónico, como isométrico son considerados intervenciones adecuadas para disminuir la presión arterial, estudios han encontrado que la combinación de ejercicio aeróbico de moderada a alta intensidad junto con entrenamientos de fuerza puede disminuir la presión arterial diastólica entre 2 a 5 mmHg en adultos normotensos y de 5 a 7 mmHg en pacientes hipertensos. Aunque existen variaciones en relación con la intensidad, duración y frecuencia del ejercicio (Cornelissen & Smart, 2013)

Independiente de las adaptaciones estructurales, cardiacas y osteomusculares, el ejercicio es una estrategia efectiva para reducir el estrés, ya que estimula la liberación de endorfinas, neurotransmisores que mejoran el estado de ánimo y generan una sensación de bienestar. Además, la actividad física regular ayuda a controlar los niveles de cortisol, la hormona del estrés, manteniéndolos más bajos a largo plazo. El ejercicio también mejora la calidad del sueño, lo que contribuye a una mayor resiliencia ante situaciones estresantes. Al permitir que las personas se concentren en el momento presente, especialmente en actividades como el yoga, el ejercicio actúa como una forma de atención plena que desvía la mente de preocupaciones. Asimismo, participar en actividades físicas grupales fomenta la interacción social y el apoyo emocional, lo que reduce la sensación de aislamiento y, en consecuencia, el estrés (Ross & Thomas, 2010; Smith & Merwin, 2021).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para el paciente con hipertensión arterial

Antes de referirse a las guías sugeridas para la prescripción del ejercicio es conveniente unificar conceptos en relación con los términos a utilizar, establecer la importancia de la evaluación previa a la intervención, para finalmente revisar las recomendaciones de las diferentes asociaciones médico-científicas.

4.1 Definición de ejercicio aeróbico, o de resistencia aeróbica.

El ejercicio aeróbico se refiere a actividades practicadas de forma continua a una intensidad usualmente constante, se clasifican según la intensidad en baja, moderada y alta intensidad, pudiendo cuantificarse mediante porcentajes en relación con el esfuerzo máximo experimentado del 100%, en este sentido, la intensidad puede medirse cuantificando la frecuencia cardiaca máxima (real o teórica), el consumo máximo de oxígeno (VO₂) o la escala subjetiva de esfuerzo físico, también llamada escala de Borg, que puede estratificarse de 6 a 20 en su versión clásica o de 0 a 10 en su versión modificada. Algunos autores clasifican el ejercicio de resistencia aeróbica en ejercicios de baja intensidad en estado estable (LISS) y moderada intensidad en estados estable (MISS) (Jamnick et al., 2020). Dado que el ejercicio aeróbico al ser practicado a máxima intensidad o en intensidades cercanas a esta no puede ser sostenido por largos periodos de tiempo se hace necesario alternar esfuerzos con descansos, a lo que se le ha denominado entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) (Coates et al., 2023).

4.2 Definición de ejercicios de fuerza

Por otro lado, el entrenamiento de fuerza, que se parece a los entrenamientos tipo “*High Intensity Interval training*” (HIIT), ya que alterna esfuerzos de alta intensidad y corta duración, se caracteriza porque involucra pocos grupos musculares a la vez, en este caso, la intensidad utiliza como unidad de medida el peso con el que de forma teórica o real es posible repetir una repetición máxima (1RM), pero en el contexto de prescripción se suele utilizar más la percepción de esfuerzo como unidad de medida subjetiva. El entrenamiento de la fuerza tiene también diversos matices que tienen que ver con el tipo de contracción muscular que prevalece en un momento determinado, es decir los entrenamientos pueden incluir entrenamientos isotónicos que a su vez tienen una fase contracción que corresponde al acortamiento de las fibras musculares llamado fase concéntrica y una fase de contracción que corresponde a la elongación de las fibras musculares llamada fase excéntrica. Y cuando hay contracción, pero no se presenta ni acortamiento, ni elongación de las fibras musculares se denomina entrenamiento isométrico (“*American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults*”, 2009).

4.3 Evaluación pre-participación

La prescripción del ejercicio físico en pacientes hipertensos requiere de una valoración médica clínica y paraclínica previa, donde, si se puede estratifique el riesgo del paciente frente al ejercicio físico y con base en ello, se puede sugerir la forma de ejercicio físico más conveniente y segura, en este sentido (Borjesson et al., 2016) sugiere:

1. Determinar la clasificación inicial de la presión arterial, es decir, si es hipertenso o no y si se controla o no, para ello hay que evaluarla con holter o monitoreo ambulatorio de la presión arterial.
2. Identificar causas secundarias de hipertensión arterial que puedan ser tratadas, en este sentido se recomienda realizar una historia clínica detallada y los exámenes paraclínicos que apoyen las sospechas diagnósticas
3. En el caso de los pacientes hipertensos diagnosticados realizar los exámenes de laboratorio mediante los cuales se identifique posibles órganos blancos comprometidos, como ojos, corazón y riñón a través de estudios de ecocardiografía, electrocardiografía, fundoscopia, y exámenes de laboratorio rutinarios como cuadro hemático, uroanálisis, perfil lipídico, electrolitos, pruebas de función renal entre otros. Se debe considerar especialmente en atletas la realización de pruebas de esfuerzo.
4. Según lo anterior, se debe estratificar el riesgo, según los valores de presión arterial, la existencia de factores de riesgo y la presencia de órgano blanco e inicial el tratamiento farmacológico.
5. En general atletas o personas físicamente activas con presión arterial controlada, sin compromiso de órgano blanco pueden hacer actividad sin restricción, mientras que personas de riesgo moderado o alto deben hacer ejercicio supervisado.

4.4 Guías de prescripción del ejercicio

En relación con la prescripción del ejercicio físico, en la actualidad existen diversas posturas establecidas por asociaciones científicas y profesionales que si bien es cierto son similares, no dejan de tener diferencias que vale la pena revisar:

Las guías de manejo del paciente hipertenso de la Sociedad Europea de Cardiología sugieren que la primera línea de manejo a través de ejercicio físico en HAS es el ejercicio aeróbico practicándose de 5 a 7 veces por semana, al menos 30 minutos por sesión, en ejercicios de moderada intensidad hasta alcanzar al menos 150 minutos/semana, o de forma alternativa 75 minutos/semana en actividades de alta intensidad 3 veces por semana. Intervenciones de este tipo han documentado una reducción de la Presión arterial sistólica (PAS) de 7 a 8 mmHg, y en la Presión arterial diastólica (PAD) de 4 a 5 mmHg, con reducciones similares de presión arterial entre ejercicio moderado continuo y ejercicios intermitentes de alta intensidad (HIIT). Las guías sugieren la vigilancia de la presión arterial durante el entrenamiento, y estar atentos a respuestas exageradas durante el ejercicio por el riesgo de enfermedad coronaria. Los ejercicios de resistencia aeróbica se deben complementar con entrenamientos de fuerza 2 a 3 veces por semana, 2 a 3 series de 10 a 15 repeticiones al 40 a 60% de 1RM, y actividades isométricas de 1 a 2

minutos. Por último, presiones arteriales altas, PAS de 200 mmHg o superior o PAD de 110 mmHg o superior, involucran una contraindicación relativa a la práctica del ejercicio físico (McEvoy et al., 2024).

Las guías de la sociedad internacional de hipertensión (AHA) sugieren la práctica de ejercicio aeróbico de moderada intensidad por 30 minutos 5 a 7 días por semana o HITT, junto con entrenamiento de fuerza 2 a 3 días por semana (Unger et al., 2020).

Las guías del ACSM sugieren ejercicio 5 a 7 días por semana, complementado con 2 a 3 días a la semana de fuerza y flexibilidad, con una intensidad de 40 a 60% del VO₂ o en una escala de 12 a 14 en la escala de percepción de esfuerzo de Borg (6 a 20), en el caso de la fuerza sugiere 2 a 4 series de 8 a 12 repeticiones al 60 a 80% de 1RM, y complementar con entrenamiento de Flexibilidad hasta el punto de ligera molestia 10 a 30 segundos cada músculo 2 a 4 repeticiones y complementar con ejercicios de equilibrio (Liguori et al., 2021).

Por último, las guías canadienses: sugieren acumular 30 a 60 minutos de ejercicio aeróbico de moderada intensidad 4 a 7 días por semana, pero manifiestan que intensidades mayores no son efectivas y que tampoco hay efectos al introducir entrenamientos de fuerza (Rabi et al., 2020).

Un resumen de las recomendaciones vigentes en relación al manejo de la hipertensión arterial se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de las recomendaciones de ejercicio físico propuestas por las diferentes sociedades médico – científicas.

Asociación médico científica	Sociedad Europea de Cardiología (2024)	Guías de la sociedad americana AHA (2020)	Colegio Americano de Medicina del Deporte ACSM (2021)	Guías Canadienses de hipertensión CJCA (2020)
Frecuencia	5 – 7 sesiones por semana	5 – 7 sesiones por semana	5 – 7 sesiones por semana	4 – 7 sesiones por semana
Intensidad	Moderada o Intensa	Moderada a intensa	40 a 60% del VO _{2max} o 12 a 14 en la escala de Borg	Moderada intensidad
Tipo	Aeróbico con 2 a 3 sesiones de fuerza	Aeróbico con 2 a 3 sesiones de fuerza	Aeróbico con 2 a 3 sesiones de fuerza	Aeróbico
Tiempo	> 30 minutos por día y completar > 150 minutos por semana	30 minutos por día	150 minutos por semana	30 a 60 minutos por día
Consideraciones adicionales	Considera ejercicios de fuerza entre 40 a 60% de 1 RM y ejercicios isométricos		2 a 4 series de 8 a 12 repeticiones al 60 a 80% de 1RM y complementar con ejercicios de flexibilidad y balance	No hay beneficios adicionales del entrenamiento de la fuerza

4.5 Entrenamiento isométrico y entrenamiento vibratorio como alternativas complementarias al ejercicio en hipertensión arterial

Pensar en incluir entrenamientos de tipo isométrico en pacientes hipertensos hubiera sido hace algunos años algo que no se consideraba posible, pero la investigación ha demostrado de forma reciente cambios beneficiosos en las cifras tensionales con ayuda del entrenamiento isométrico. Ejercicios como las sentadillas sostenidas contra la pared, la extensión sostenida de rodilla o los agarres sostenidos de mano en protocolos de 4 series por dos minutos, con descansos de 2 minutos, 3 veces por semana demostraron una disminución de la PAS de hasta 11mmHg, y 5.09 mmHg de PAD (Edwards et al., 2024).

Desde el punto de vista fisiológico el ejercicio isométrico durante la ejecución genera un aumento de la presión arterial producto un aumento del gasto cardiaco secundario al aumento de la frecuencia cardiaca. Por otro lado, la contracción muscular genera un aumento de la resistencia vascular periférica que no contribuye significativamente en el aumento de la presión arterial. Adicional a ello hay un aumento de la actividad simpática y una reducción de la actividad parasimpática, pero lo interesante es que posterior al ejercicio, se presenta un aumento del retorno venoso, un aumento de la actividad parasimpática y la reperfusión que contribuye a la liberación de mediadores endoteliales con efecto vasodilatador como NO y PG2 que reducen la resistencia vascular periférica y por lo tanto la presión arterial, en el caso del corazón, la disminución de la poscarga aumenta el remodelado del ventrículo izquierdo, la mecánica y la función cardiacas (Wiles et al., 2018).

En términos de seguridad el entrenamiento isométrico está contraindicado en pacientes con enfermedad del tejido conectivo o enfermedad aortica y las respuestas suelen ser mejores en músculos grandes en comparación a, los agarres de mano. Se sugiere estar pendiente a reducciones de la presión arterial post ejercicio, riesgos de caída en adultos mayores o la reducción de la presión arterial en pacientes con enfermedad arterial coronaria (Edwards et al., 2024).

Por otro lado, intervenciones basadas en ejercicios vibratorios han sido implementadas en pacientes con diversas patologías cardiovasculares, demostrando que es posible encontrar una mejor modulación autonómica, mayor variabilidad de la frecuencia cardiaca, lo que lleva también a una reducción de la resistencia vascular y mejoras en el retorno venoso, y en el caso del sistema muscular ligeros aumentos de la fuerza. Adicionalmente no se reportaron eventos adversos, lo que sugiere un potencial efecto benéfico con un buen margen de seguridad para los pacientes hipertensos. A pesar de lo anterior son necesarios estudios que ayuden a determinar las variables del entrenamiento asociadas al entrenamiento vibratorio que mejores resultados demuestren para los pacientes (Inês Gonzáles et al., 2023).

5. Adherencia y recomendaciones para el ejercicio físico en pacientes hipertensos

A pesar de la evidencia científica y del sinnúmero de artículos científicos que demuestran la importancia del ejercicio físico en la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades incluyendo la hipertensión arterial, el gran problema parece estar en lograr que los pacientes se adhieran a los programas de ejercicio físico, y lo incorporen dentro de las diversas intervenciones que para la mejora de su salud se deben realizar.

En este sentido la experiencia de los autores sugiere algunas estrategias para implementar de forma segura programas de ejercicio físico.

1. Garantizar la seguridad de la intervención: es decir, asegurarse que los pacientes hipertensos tengan el manejo farmacológico adecuado que les permitan el control de las cifras tensionales antes del entrenamiento.
2. Favorecer actividades que para el paciente le sean agradables en un principio, significa esto que no se debe imponer un tipo de ejercicio, sino por el contrario es el mismo paciente es quien debe explorar y determinar las actividades que más disfruta.
3. Llegar a acuerdos entre pacientes, entrenadores y profesionales médicos, para que la prescripción del ejercicio tenga en cuenta las necesidades del paciente, pero también sus gustos y limitaciones.
4. Tener en cuenta que los resultados para la salud no requieren necesariamente de intervenciones continuas, o en horarios o condiciones específicas la evidencia ha demostrado que genera un efecto similar para la salud una sesión de 30 minutos que tres sesiones de 10 minutos a lo largo del día y que no existen grandes diferencias para la salud, entre el ejercicio en la mañana, la tarde o la noche.
5. Ajustar la carga de entrenamiento a las adaptaciones que el paciente vaya experimentando, lo que quiere decir que no es posible que un programa de entrenamiento incluya siempre los mismos tiempos, velocidades, pesos, repeticiones o series entre otras variables, estas se deben modificar y se deben aumentar de forma lenta atendiendo a las adaptaciones.
6. Revalorar de forma continua el entrenamiento y otros aspectos como el uso de medicamentos; aunque no es nada fácil que un paciente hipertenso pueda dejar de lado su tratamiento farmacológico, si es posible reducir dosis y fármacos, especialmente cuando hay polifarmacación en el tratamiento.
7. Recordar que el ejercicio físico es solo un componente dentro de los cambios de hábitos que deben acompañar al paciente con hipertensión arterial, la alimentación, los descansos a lo largo del día, la exposición a

pantallas en horas de la noche, la higiene del sueño, el control del estrés, entre muchas otras son pieza fundamental para garantizar adecuados resultados.

6. Otros tratamientos y consideraciones en relación al ejercicio físico

La práctica del ejercicio físico involucra demandas nutricionales adicionales que especialmente en deportistas y atletas deben ser tenidas en cuenta. En relación con el paciente hipertenso que hace ejercicio es importante modular la ingesta calórica, evitar el consumo de alcohol y ser moderado en el consumo de sodio, eventualmente alimentos ricos en potasio, ácidos grasos poliinsaturados, proteína en dosis adecuadas y suplementación con vitamina D pueden ayudar al paciente hipertenso, además de otras intervenciones ya establecidas como la dieta DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) (Savica et al., 2010).

En la actualidad intervenciones como el consumo de ciertos alimentos como el ajo pueden ser consideradas coadyuvante en el tratamiento de la HAS. Algunos estudios apuntan evidencia que muestra al ajo como un complemento del tratamiento médico convencional, ayudando a reducir significativamente junto a otras medidas la presión arterial, regulando el colesterol y estimulando el sistema inmune (Varshney & Budoff, 2016).

Finalmente, hay un grupo de pacientes hipertensos de difícil manejo, donde las intervenciones farmacológicas y de estilos vida pueden quedarse cortas, y que por lo tanto requieren el uso de nuevas tecnologías, y mediante el uso de radiofrecuencia de ablación renal se han logrado mejoras significativas de las cifras de presión arterial (Bolignano & Coppolino, 2019), por último, dispositivos implantables de estimulación vagal pueden generar una disminución en la respuesta del sistema nervioso simpático y por tanto una caída en la actividad del SRAA, una tecnología en desarrollo que constituye una de las última líneas de intervención (Gierthmuehlen et al., 2020).

7. Conclusiones

Los factores fisiopatológicos que pueden generar HAS pueden agruparse en factores de riesgo que generen disfunción endotelio, alteraciones del sistema nervioso autónomo y alteraciones del sistema Renina-Angiotensina- Aldosterona. Esto conlleva a que todas las medidas terapéuticas que se implementen para controlar la disfunción de estos tres factores llevan a una reducción de las cifras tensionales siendo la nutrición y la actividad física factores que juegan papel determinante en la prevención y el tratamiento de la hipertensión arterial.

Más allá de las guías o recomendaciones, el ejercicio debe ser una actividad que represente más que una obligación un disfrute para los pacientes, esto es fundamental para favorecer la adherencia, solo después de garantizar que el

paciente hipertenso ha interiorizado la práctica del ejercicio físico en su rutina diaria es posible pensar en los tiempos, intensidades y tipos de actividad que mejoren los beneficios. Es aquí que las guías cobran importancia para sugerir actividades de ejercicio aeróbico moderado a intenso, que se practiquen de forma idealmente diaria y que se complementen con trabajos de fuerza, flexibilidad y movilidad.

8. Referencias bibliográficas

- American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. (2009). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3181915670>
- Besnier, F., Labrunée, M., Pathak, A., Pavy-Le Traon, A., Galès, C., Sénard, J. M., & Guiraud, T. (2017). Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2016.07.002>
- Bolignano, D., & Coppolino, G. (2019). Renal nerve ablation for resistant hypertension: facts, fictions and future directions. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 20(1), 9–19. <https://doi.org/10.31083/J.RCM.2019.01.51>
- Borjesson, M., Onerup, A., Lundqvist, S., & Dahlof, B. (2016). Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *British Journal of Sports Medicine*, 50(6), 356–361. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095786>
- Boutcher, Y. N., & Boutcher, S. H. (2017). Exercise intensity and hypertension: what's new? *Journal of Human Hypertension*, 31(3), 157–164. <https://doi.org/10.1038/JHH.2016.62>
- Coates, A. M., Joyner, M. J., Little, J. P., Jones, A. M., & Gibala, M. J. (2023). A Perspective on High-Intensity Interval Training for Performance and Health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(Suppl 1), 85–96. <https://doi.org/10.1007/S40279-023-01938-6>
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1). <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- Correia, R. R., Veras, A. S. C., Tebar, W. R., Rufino, J. C., Batista, V. R. G., & Teixeira, G. R. (2023). Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-022-26583-3>
- Edwards, J. J., Coleman, D. A., Ritti-Dias, R. M., Farah, B. Q., Stensel, D. J., Lucas, S. J. E., Millar, P. J., Gordon, B. D. H., Cornelissen, V., Smart, N. A., Carlson, D. J., McGowan, C., Swaine, I., Pescatello, L. S., Howden, R., Bruce-Low, S., Farmer, C. K. T., Leeson, P., Sharma, R., & O'Driscoll, J. M. (2024). Isometric Exercise Training and Arterial Hypertension: An Updated Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 54(6), 1459–1497. <https://doi.org/10.1007/S40279-024-02036-X>
- Gierthmuehlen, M., Plachta, D. T. T., & Zentner, J. (2020). Implant-Mediated Therapy of Arterial Hypertension. *Current Hypertension Reports*, 22(2). <https://doi.org/10.1007/S11906-020-1019-7>
- Harris, D. M. (2023). Regulation of Arterial Pressure. In Mohrman and Heller's *Cardiovascular Physiology*, 10th Edition. McGraw Hill. accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1200684113
- Inês Gonzáles, A., Lavarda do Nascimento, G., da Silva, A., Bernardo-Filho, M., da Cunha de Sá-Caputo, D., & Sonza, A. (2023). Whole-body vibration exercise in the management of cardiovascular diseases: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 36, 20–29. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2023.04.057>
- Isath, A., Koziol, K. J., Martinez, M. W., Garber, C. E., Martinez, M. N., Emery, M. S., Baggish, A. L., Naidu, S. S., Lavie, C. J., Arena, R., & Krittanawong, C. (2023). Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 79, 44–52. <https://doi.org/10.1016/J.PCAD.2023.04.008>
- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(10), 1729–1756. <https://doi.org/10.1007/S40279-020-01322-8>
- Kanugula, A. K., Kaur, J., Batra, J., Ankireddypalli, A. R., & Velagapudi, R. (2023). Renin-Angiotensin System: Updated Understanding and Role in Physiological and Pathophysiological States. *Cureus*, 15(6), e40725. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.40725>

- Landmesser, U., & Drexler, H. (2007). Endothelial function and hypertension. *Current Opinion in Cardiology*, 22(4), 316–320. <https://doi.org/10.1097/HCO.0B013E3281CA710D>
- Liguori, G., Feito, Y., Fountaine, C. (Charles J.), & Roy, B. (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. In *American College of Sports Medicine's guidelines for exercise testing and prescription (Eleventh edition.)*. Wolters Kluwer.
- Mancia, G., Kreutz, R., Brunström, M., Burnier, M., Grassi, G., Januszewicz, A., Muesan, M. L., Tsioufis, K., Agabiti-Rosei, E., Algharably, E. A. E., Azizi, M., Benetos, A., Borghi, C., Hitij, J. B., Cifkova, R., Coca, A., Cornelissen, V., Cruickshank, J. K., Cunha, P. G., ... Kjeldsen, S. E. (2023). 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *Journal of Hypertension*, 41(12), 1874–2071. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003480>
- McEvoy, J. W., McCarthy, C. P., Bruno, R. M., Brouwers, S., Canavan, M. D., Ceconi, C., Christodorescu, R. M., Daskalopoulou, S. S., Ferro, C. J., Gerds, E., Hanssen, H., Harris, J., Lauder, L., McManus, R. J., Molloy, G. J., Rahimi, K., Regitz-Zagrosek, V., Rossi, G. P., Sandset, E. C., ... Group, E. S. C. S. D. (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension: Developed by the task force on the management of elevated blood pressure and hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and endorsed by the European Society of Endocrinology (ESE) and the European Stroke Organisation (ESO). *European Heart Journal*, 45(38), 3912–4018. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae178>
- Organization, W. H. (2023). *Global report on hypertension: the race against a silent killer*. World Health Organization.
- Rabi, D. M., McBrien, K. A., Sapir-Pichhadze, R., Nakhla, M., Ahmed, S. B., Dumanski, S. M., Butalia, S., Leung, A. A., Harris, K. C., Cloutier, L., Zarnke, K. B., Ruzicka, M., Hiremath, S., Feldman, R. D., Tobe, S. W., Campbell, T. S., Bacon, S. L., Nerenberg, K. A., Dresser, G. K., ... Daskalopoulou, S. S. (2020). Hypertension Canada's 2020 Comprehensive Guidelines for the Prevention, Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Hypertension in Adults and Children. *The Canadian Journal of Cardiology*, 36(5), 596–624. <https://doi.org/10.1016/J.CJCA.2020.02.086>
- Ross, A., & Thomas, S. (2010). The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 16(1), 3–12. <https://doi.org/10.1089/ACM.2009.0044>
- Sakellariou, X. M., Papafaklis, M. I., Domouzoglou, E. M., Katsouras, C. S., Michalis, L. K., & Naka, K. K. (2021). Exercise-mediated adaptations in vascular function and structure: Beneficial effects in coronary artery disease. *World Journal of Cardiology*, 13(9), 399–415. <https://doi.org/10.4330/WJC.V13.I9.399>
- Savica, V., Bellinghieri, G., & Kopple, J. D. (2010). The Effect of Nutrition on Blood Pressure. *Annual Review of Nutrition*, 30(Volume 30, 2010), 365–401. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-010510-103954>
- Sharma, S., Merghani, A., & Mont, L. (2015). Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly. *European Heart Journal*, 36(23), 1445–1453. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHV090>
- Smith, P. J., & Merwin, R. M. (2021). The Role of Exercise in Management of Mental Health Disorders: An Integrative Review. *Annual Review of Medicine*, 72, 45–62. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-MED-060619-022943>
- Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., Ramirez, A., Schlaich, M., Stergiou, G. S., Tomaszewski, M., Wainford, R. D., Williams, B., & Schutte, A. E. (2020). 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension*, 75(6), 1334–1357. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026>
- Varshney, R., & Budoff, M. J. (2016). Garlic and Heart Disease. *The Journal of Nutrition*, 146(2), 416S–421S. <https://doi.org/10.3945/JN.114.202333>
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Himmelfarb, C. D., DePalma, S. M., Gidding, S., Jamerson, K. A., Jones, D. W., MacLaughlin, E. J., Muntner, P., Ovbigele, B., Smith, S. C., Spencer, C. C., Stafford, R. S., Taler, S. J., Thomas, R. J., Williams, K. A., ... Wright, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, 71(6), e13–e115. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000065>
- Wiles, J. D., Taylor, K., Coleman, D., Sharma, R., & O'Driscoll, J. M. (2018). The safety of isometric exercise: Rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. *Medicine*, 97(10). https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2018/03090/the_safety_of_isometric_exercise__rethinking_the.31.aspx

9. Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad de La Sabana y en especial a la Facultad de medicina por el apoyo y tiempo liberado para la escritura de este capítulo, así como a la Red de investigación "Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud/ HEALTHY-AGE" por la oportunidad de interactuar con otros científicos del área y así poder plasmar nuestras ideas en este maravilloso libro.

Desregulación mitocondrial, ejercicio y envejecimiento: Impacto en las enfermedades vasculares

Estélio Henrique Martin Dantas¹ - estelio_henrique@unit.br

Andrea Marshall² - andreamarshall@gmail.com

Carla Pereira Santos Porto³ - porto.carla@gmail.com

Estevão Scudese Dessimoni Pinto² - estevao.scudese@aerobica.com.br

Edgar Garza Lopez⁴ - edgar-garza-lopez@uiowa.edu

Isana Carla Leal Souza Lordêlo³ - isanacls@hotmail.com

Luana Godinho Maynard³ - lgmayfisio@gmail.com

Tassia Virginia de Carvalho Oliveira³ - tassia.virginia@souunit.com.br

Antentor Othrell Hilton Jr.² - antentor.o.hinton.jr@vanderbilt.edu

¹Programa de Posgrado en Biociencias y Salud. Universidad Tiradentes.

²Departamento de Fisiología Molecular y Biofísica. Universidad Vanderbilt.

³Curso de Medicina. Universidade Tiradentes.

⁴Carver College of Medicine. Universidad de Iowa.

Resumen

Este trabajo revisa la interconexión entre la disfunción mitocondrial, el envejecimiento y las enfermedades vasculares. La mitocondria, central en la producción de energía celular, se ve afectada por el envejecimiento, sufriendo disfunción en la cadena de transporte de electrones, aumento de especies reactivas de oxígeno (ERO) y alteraciones en la biogénesis y mitofagia. Esto conduce al estrés oxidativo, inflamación crónica y daño celular, contribuyendo a la patogénesis de enfermedades como la aterosclerosis, el infarto de miocardio y el accidente cerebrovascular. Mecanismos específicos como la sobrecarga de calcio mitocondrial y la disfunción del poro de transición de permeabilidad mitocondrial (PTPM) agravan este daño. La disminución en la expresión del cofactor PGC-1 α , crucial para la biogénesis mitocondrial, y la ineficiencia de la mitofagia, impiden la eliminación de mitocondrias disfuncionales, perpetuando el ciclo de daño.

Estudios recientes sugieren que las vías de señalización de la proteína quinasa activada por adenosina monofosfato (AMPK) y sirtuina podrían mitigar los efectos de la disfunción mitocondrial. El ejercicio físico, por su parte, emerge como una intervención prometedora. Mejora la función mitocondrial, promoviendo la biogénesis y la capacidad antioxidante, reduciendo así el estrés oxidativo y la inflamación. Se requieren futuras investigaciones para optimizar las terapias dirigidas a la mitocondria, incluyendo el desarrollo de antioxidantes específicos, moduladores del PTPM y estrategias para mejorar la biogénesis y mitofagia. La identificación de biomarcadores tempranos de disfunción mitocondrial facilitará la detección precoz y la implementación de intervenciones preventivas personalizadas. En conclusión, una comprensión profunda de la disfunción mitocondrial es esencial para el desarrollo de nuevas terapias para combatir las enfermedades vasculares asociadas al envejecimiento.

Palabras Clave: Disfunción mitocondrial, enfermedades vasculares, estrés oxidativo.

1. Introducción

El envejecimiento es un proceso complejo y variado que involucra una serie de cambios biológicos, bioquímicos y fisiológicos, que presentan un deterioro funcional en muchos organelos. y puede predisponer al cuerpo a una variedad de enfermedades, incluidas las enfermedades vasculares. Uno de los pilares de este proceso es la desregulación mitocondrial, que se refiere a cambios en la función y biogénesis de las mitocondrias, lo que resulta en un compromiso en la homeostasis energética celular (Somasundaram et al., 2024).

Las mitocondrias, a menudo denominadas la “central eléctrica” de la célula, desempeñan un papel importante en la bioenergética celular y la regulación del metabolismo. Estos organelos no sólo son responsables de la producción de trifosfato de adenosina (ATP), sino que también están íntimamente involucrados en la homeostasis celular y la respuesta al estrés oxidativo. En los últimos años, la comprensión de la desregulación mitocondrial como un factor central en el proceso de envejecimiento ha ganado importancia en la investigación biomédica. La disfunción mitocondrial se asocia con una mayor producción de especies reactivas de oxígeno (EROs), que contribuyen al estrés oxidativo y al deterioro celular, características del envejecimiento (Somasundaram et al., 2024). Además, los cambios en la dinámica mitocondrial, como la fisión y la fusión, han contribuido a la senescencia celular, una condición que puede acelerar el proceso de envejecimiento (Li et al., 2022).

La acumulación de daño mitocondrial se asocia con diversas patologías, incluidas enfermedades neurodegenerativas, metabólicas, cardiovasculares y vasculares, que continúan siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad global (Somasundaram et al., 2024; Indo et al., 2024). Estudios recientes indican que las disfunciones mitocondriales pueden conducir a un estado de estrés oxidativo e inflamación crónica, contribuyendo significativamente a la inflamación endotelial y a la resistencia a la insulina, factores asociados con varias enfermedades vasculares (Suárez-Rivero et al., 2021). Además, la producción excesiva de EROs por parte de mitocondrias disfuncionales se ha implicado en el deterioro de la función vascular y el desarrollo de lesiones ateroscleróticas (Negri, Faris e Moccia, 2022).

La activación de vías de señalización, como la vía AMPK y la vía de señalización de sirtuina, ha demostrado potencial para disminuir los efectos de la disfunción mitocondrial, lo que sugiere que las intervenciones dirigidas a la función mitocondrial pueden ser estrategias efectivas para promover un envejecimiento saludable (Spaulding e Yan, 2022). La investigación también sugiere que modular la función mitocondrial puede ofrecer nuevos enfoques terapéuticos, por ejemplo, para enfermedades neurodegenerativas (Trushina, Nguyen, Trushin, 2023).

Así, el estudio de las mitocondrias no sólo revela los mecanismos subyacentes de las enfermedades vasculares, sino que también apunta a nuevas estrategias de intervención que pueden desarrollarse para mitigar los impactos de estas enfermedades en la salud cardiovascular global. La investigación continua en este campo es esencial para comprender mejor cómo las mitocondrias pueden ser el objetivo de terapias innovadoras y efectivas.

La literatura también señala que las intervenciones dirigidas a mejorar la función mitocondrial, incluido el ejercicio físico, pueden mitigar los efectos adversos del envejecimiento en la salud vascular. En este contexto, el ejercicio físico surge como una estrategia prometedora para reducir estos efectos, promoviendo la biogénesis mitocondrial y mejorando la función vascular. Estudios recientes demuestran que la actividad física regular no sólo mejora la eficiencia del metabolismo energético, sino que también contribuye a la reducción del estrés oxidativo y de la inflamación, factores que pueden conducir a la preservación de la salud cardiovascular durante el envejecimiento. (Memme et al., 2019; Lim et al., 2022). Por tanto, es fundamental investigar cómo la intervención con ejercicio físico puede influir en la desregulación mitocondrial y, en consecuencia, retrasar el proceso de envejecimiento y la progresión de las enfermedades vasculares.

Este capítulo explora la interrelación entre la desregulación mitocondrial y el envejecimiento, analizando los mecanismos moleculares, las implicaciones para la salud y las terapias potenciales, como el ejercicio físico, que apuntan a restaurar la función mitocondrial. Comprender estas interacciones no sólo aclara los procesos biológicos que subyacen al envejecimiento, sino que también abre nuevas vías para intervenciones destinadas a mejorar la calidad de vida de la población de edad avanzada.

2. Desregulación mitocondrial y envejecimiento

La función mitocondrial es crucial para la homeostasis energética y el metabolismo celular, lo que impacta directamente en el estado de salud general del individuo. Sin embargo, el envejecimiento trae consigo una serie de cambios funcionales en las mitocondrias, que pueden conducir a una disminución en la producción de ATP, un aumento del estrés oxidativo y una acumulación de daño en el ADN mitocondrial (ADNmt), promoviendo un círculo vicioso de disfunción mitocondrial que es central en el envejecimiento. proceso (Cloonan et al., 2020). Este deterioro mitocondrial es especialmente dañino en tejidos con alta demanda energética, como el cerebro y el corazón, contribuyendo al deterioro funcional y la susceptibilidad a enfermedades asociadas a la edad (Moreno Fernández-Ayala et al., 2020).

La sarcopenia, la pérdida de masa muscular con el envejecimiento, afecta las fibras musculares tipo II y I, lo que resulta en la pérdida de la función muscular. Las mitocondrias, cuyo funcionamiento depende de procesos dinámicos de fisión y

fusión, muestran disfunción y cambios estructurales con la edad, lo que contribuye a la sarcopenia y otras enfermedades (Vue, Z., et al., 2023). Proteínas como OPA-1 y DRP1, esenciales para la organización de las crestas mitocondriales, sufren cambios que conducen a la fragmentación y resistencia a la remodelación de las crestas, impactando el metabolismo energético. La pérdida de genes del complejo MICOS, implicados en el mantenimiento de la estructura mitocondrial, revela un patrón de envejecimiento en modelos animales, lo que sugiere que las mitocondrias reaccionan específicamente a diferentes tejidos, convirtiéndose en un foco clave para las intervenciones antienvjecimiento (Vue, Z., et al., 2023).

Recientemente, estudios han demostrado que la disfunción mitocondrial no es sólo un efecto del envejecimiento, sino un potencial impulsor de este proceso. A través de la generación de especies reactivas de oxígeno (EROs), las mitocondrias disfuncionales causan daño al propio ADNmt y a otras moléculas celulares, acelerando la senescencia celular y promoviendo la inflamación crónica, fenómeno conocido como *“inflamm-aging”* (Desdín-Micó et al., 2020). Este estado de inflamación de bajo grado se observa ampliamente en las personas mayores y desempeña un papel fundamental en el desarrollo de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares (Picca et al., 2020).

Además, la mitofagia, el proceso responsable de la eliminación selectiva de las mitocondrias dañadas, se vuelve menos eficiente con la edad. Esta pérdida del control de calidad mitocondrial conduce a la acumulación de mitocondrias disfuncionales, lo que agrava el estrés oxidativo y el deterioro funcional celular (Picca et al., 2020). Esta falla en los mecanismos de control de calidad resalta la importancia de la mitofagia para un envejecimiento saludable, lo que sugiere que las intervenciones que restablecen la función mitocondrial pueden retrasar los efectos del envejecimiento y aumentar la longevidad.

La disfunción mitocondrial es ampliamente reconocida como una de las características centrales del envejecimiento, que afecta directamente la capacidad de las células para mantener sus funciones bioenergéticas y metabólicas. A medida que envejecemos, la eficiencia de las mitocondrias para generar ATP disminuye, mientras que la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) aumenta, lo que puede dañar el ADN mitocondrial (ADNmt) y otras estructuras celulares, contribuyendo al deterioro funcional en varios tejidos (Chen et al., 2020). Esta acumulación de daño se asocia con una variedad de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, incluidas enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares, que reflejan el impacto de la disfunción mitocondrial en la salud sistémica (Natarajan et al., 2020).

Estudios recientes también sugieren que la disfunción mitocondrial no es sólo el resultado del envejecimiento, sino uno de los factores que inician el proceso de

envejecimiento, especialmente en lo que se refiere al equilibrio redox y el mantenimiento de la calidad mitocondrial a través de la mitofagia. Esta degradación selectiva de las mitocondrias dañadas es crucial para la homeostasis celular; sin embargo, con la edad, este mecanismo se vuelve menos efectivo, lo que permite la acumulación de mitocondrias disfuncionales que promueven la inflamación y el estrés oxidativo continuo (De Gaetano et al., 2021).

Además, la senescencia celular, caracterizada por la pérdida irreversible de la capacidad de división celular, suele verse favorecida por una disfunción mitocondrial. En las células envejecidas se observa un aumento en la producción de ERO y una disminución de la capacidad respiratoria, lo que fortalece el fenotipo senescente y contribuye a la inflamación crónica, proceso conocido como “*inflamm-aging*” (Miwa et al., 2022).

Este escenario se vuelve aún más complejo con la interacción de múltiples vías metabólicas y de señalización que dependen de las mitocondrias. En organismos con altas demandas de energía, como el cerebro, una marcada disfunción mitocondrial puede provocar deterioro cognitivo y otras disfunciones neuronales, lo que refleja el papel central de las mitocondrias en la regulación y prevención del envejecimiento y de enfermedades neurodegenerativas (Aragoni da Silva et al., 2022).

Finalmente, nuevos enfoques terapéuticos que tienen como objetivo restaurar la función mitocondrial muestran potencial para retrasar el envejecimiento celular. Las estrategias que promueven la eficiencia de la mitofagia y mejoran el metabolismo energético mitocondrial pueden ofrecer protección contra los efectos nocivos del envejecimiento y mejorar la longevidad, destacando el papel esencial de las mitocondrias como objetivo en las terapias antienvjecimiento (Morganti & Ito, 2021).

3. Relación entre disfunción mitocondrial y enfermedades vasculares

La mitocondria desempeña un papel fundamental en el metabolismo energético y en la regulación de la homeostasis celular. Este orgánulo es la principal fuente de especies reactivas de oxígeno (ERO), que son subproductos de la cadena de transporte de electrones (CTE) durante la producción aeróbica de ATP. En condiciones controladas, estas especies desempeñan funciones de señalización celular (Giorgi et al., 2018). Sin embargo, en la disfunción mitocondrial, hay una ruptura en el equilibrio redox con acumulación de especies reactivas de oxígeno (ERO) y reducción de la eficiencia de los antioxidantes, lo que provoca el estrés oxidativo que impacta directamente en la función y supervivencia de la célula (Bock & Tait, 2020).

Otros mecanismos mitocondriales, como la biogénesis y la mitofagia (degradación de mitocondrias dañadas), importantes procesos reguladores de la calidad y

cantidad de las mitocondrias, cuando son insuficientes, exponen a las células a mayores riesgos de apoptosis y necrosis, que están frecuentemente asociados a la patogénesis de diversas enfermedades cardiovasculares o neurodegenerativas (Chen et al., 2020).

El exceso de ERO en las mitocondrias es uno de los principales mecanismos que conducen a la disfunción endotelial y al compromiso del tono vascular al reducir la biodisponibilidad del vasodilatador óxido nítrico (NO) y al promover inflamación y proliferación celular que contribuyen al engrosamiento y rigidez de la pared del vaso, además de la formación de placas ateroscleróticas, aumentando el riesgo de eventos cardiovasculares (Chen et al., 2020; Li et al., 2020; Wang et al., 2020).

La aterosclerosis, en particular, está fuertemente influenciada por la disfunción mitocondrial a partir de la modificación oxidativa de la lipoproteína de baja densidad (LDL) en LDL oxidada (oxLDL). Esta, al ser fagocitada por el receptor scavenger del macrófago, lo transforma en una célula espumosa y inicia una reacción inmune-inflamatoria que contribuye a la expansión de las placas ateroscleróticas y a la reducción del flujo sanguíneo, procesos centrales en las enfermedades isquémicas del corazón y en el accidente vascular encefálico (AVE) (Díaz-Villanueva et al., 2022; Kushnareva et al., 2023).

El infarto de miocardio (IAM) es un evento asociado a la obstrucción de una arteria coronaria, que limita el aporte de oxígeno para las células cardíacas, llevando a la isquemia y subsecuente necrosis celular. Siendo la mitocondria la principal orgánula de producción energética, esta será directamente afectada por la falta de oxígeno (Brown et al., 2019). De esta forma, en condiciones de hipoxia, hay interrupción de la transferencia de electrones, llevando al escape de electrones hacia el oxígeno residual y proporcionando la formación de anión superóxido ($O_2^{\bullet-}$), una ERO primaria (Li et al., 2020). Con esto, la producción exacerbada de ERO sobrecarga el sistema antioxidante, reduciendo la eficacia de neutralización y llevando al acumulamiento de ERO (Ni et al., 2021). En niveles elevados, las ERO oxidan lípidos, proteínas y el ADN mitocondrial, comprometiendo la estructura y la funcionalidad de la orgánula, promoviendo un ciclo de daño oxidativo (Brown et al., 2019).

Otro mecanismo importante involucra la sobrecarga de calcio en las mitocondrias, una condición crítica durante la isquemia y reperfusión. La disfunción en la cadena de transporte de electrones y el aumento de EROs ocasionados por el estrés oxidativo sensibilizan a la mitocondria, facilitando la captación de calcio. Esta entrada ocurre principalmente a través de canales de calcio, como el transporte de calcio mitocondrial vía uniporte de calcio (MCU), que se vuelve hiperactivo en condiciones de estrés oxidativo (Patron et al., 2019). Otro transportador conocido como poro de transición de permeabilidad mitocondrial (PTPM) puede abrirse en situaciones de disfunción mitocondrial, permitiendo la entrada masiva y no

selectiva de calcio y otros iones en la mitocondria (Giorgi et al., 2018; Zhang et al., 2021). Sin embargo, esta apertura prolongada del PTPM lleva a la despolarización de la membrana mitocondrial y, eventualmente, a la apoptosis o necrosis celular (Chen et al., 2021; Kushnareva et al., 2022). Este proceso es particularmente dañino durante la reperfusión, cuando la reintroducción de oxígeno intensifica el estrés oxidativo y promueve la muerte celular (Bock & Tait, 2020).

En el nivel molecular, la biogénesis mitocondrial y la mitofagia también se ven afectadas en el IAM. Existe un cofactor crucial conocido como PGC-1 α (receptor gamma activado por proliferadores de peroxisomas coactivador-1 alfa) que interactúa con su receptor PPAR- γ en el núcleo, activando la transcripción de genes esenciales para la mitocondria, permitiendo que las mitocondrias se repliquen y mantengan su funcionalidad, expandiendo la capacidad de la célula de producir ATP de manera más eficiente. Sin embargo, la reducción de la expresión del cofactor PGC-1 α durante el IAM lleva a una menor regeneración y al acumulamiento de mitocondrias disfuncionales, afectando directamente la capacidad de regeneración del tejido miocárdico (Chen et al., 2021).

La mitofagia, por su parte, se ve perjudicada por la disfunción de proteínas como PINK1 (quinasa 1 inducida por PTEN) y Parkin, responsables de la identificación y eliminación de mitocondrias dañadas. La ubiquitinación de las proteínas mitocondriales por las acciones coordinadas de PINK1 y Parkin genera una señal clara para el sistema autofágico de la célula. Por lo tanto, la ineficacia de este proceso resulta en el acumulamiento de mitocondrias disfuncionales que continúan produciendo EROs y desencadenando la muerte celular (Kushnareva et al., 2022).

En los casos de AVE, similar al IAM, el suministro de oxígeno y nutrientes se interrumpe abruptamente, llevando a un aumento del estrés oxidativo y a la producción excesiva de EROs, que dañan lípidos, proteínas y ADN celular, promoviendo la muerte neuronal y aumentando el área de lesión isquémica (Jin et al., 2020). La disfunción mitocondrial en el AVE, así como en el IAM, está íntimamente ligada al compromiso de la CTE y a la liberación exacerbada de calcio en las células neuronales.

El aumento de ERO es particularmente perjudicial en neuronas debido a su alta actividad metabólica y menor capacidad antioxidante en comparación con otras células, lo que intensifica el daño oxidativo y compromete la integridad celular (Xu et al., 2022). Estos cambios resultan en apoptosis y necrosis de células neuronales, amplificando la lesión cerebral y el déficit funcional subsecuente (Guan et al., 2021). Durante un AVE, el aumento del estrés oxidativo compromete la señalización de factores reguladores esenciales en la replicación y transcripción del ADN mitocondrial, como PGC-1 α y NRF-1 (factor nuclear respiratorio 1). Así, se produce una inhibición de la renovación de mitocondrias sanas, perjudicando la

recuperación de la función neuronal tras la isquemia (Xu et al., 2022). Además, la disfunción mitocondrial activa vías pró-inflamatorias, como la vía del factor nuclear kappa B (NF- κ B), exacerbando el proceso inflamatorio y contribuyendo al agravamiento del daño celular (Jin et al., 2020).

Los recientes descubrimientos sobre los mecanismos bioquímicos y moleculares de la disfunción mitocondrial en enfermedades vasculares han impulsado la búsqueda de terapias innovadoras centradas en la protección mitocondrial. La comprensión de los procesos disfuncionales abre perspectivas para el desarrollo de terapias dirigidas a la protección mitocondrial.

Estratégicamente, antioxidantes dirigidos a las mitocondrias, moduladores del PTPM y terapias orientadas a mejorar la biogénesis y mitofagia mitocondrial han demostrado resultados prometedores en modelos experimentales. Estas intervenciones tienen como objetivo proteger la integridad mitocondrial, reducir el estrés oxidativo, minimizar el acumulación de mitocondrias dañadas, reducir la lesión tisular inducida por isquemia-reperfusión y restablecer la homeostasis energética (Kushnareva et al., 2022).

4. Beneficios del ejercicio físico para la función mitocondrial

Como ya dijimos, las mitocondrias son orgánulos celulares responsables de la producción de energía (ATP) a través del proceso de fosforilación oxidativa. Alteraciones o disfunciones mitocondriales están asociadas a diversas enfermedades metabólicas, neurodegenerativas y cardiovasculares. Así, la plena actividad mitocondrial es un mediador importante de la función celular en una variedad de tejidos, contribuyendo a la vitalidad del cuerpo y a la homeostasis del organismo. Por el contrario, el ejercicio físico es una de las intervenciones más eficaces para mejorar la función mitocondrial, aportando beneficios significativos para la salud y pudiendo ayudar en el control de trastornos mitocondriales, gracias a la plasticidad de estos organelos que permite ajustes para adaptarse a las demandas metabólicas (MEMME et al., 2021).

A través de procesos de biogénesis y fusión, las mitocondrias recién formadas se unen a orgánulos vecinos para aumentar su capacidad de síntesis de ATP, compartir metabolitos y manejar Ca^{2+} . El ejercicio físico, especialmente el aeróbico, induce esta biogénesis mitocondrial, es decir, el aumento de la cantidad de mitocondrias en las células. Este proceso está regulado por la activación de la proteína PGC-1 α (coactivador-1 alfa del receptor gamma activado por proliferador de peroxisomas), codificada por el gen PPARGC1A y perteneciente a la familia PGC-1, que también incluye PGC-1 β (codificado por PPARGC1B), que contribuye a mantener la función mitocondrial basal, y PRC (coactivador relacionado con PGC-1, codificado por PPRC1), que parece estar restringido a la regulación de la biogénesis mitocondrial en células en proliferación. La PGC-1 α aumenta en

respuesta al ejercicio, desencadenando una serie de reacciones que resultan en la creación de nuevas mitocondrias. Esto es fundamental, ya que una mayor cantidad de mitocondrias aumenta la capacidad de las células para generar energía de manera más eficiente, además de mejorar el metabolismo oxidativo (FONTECHA-BARRIUSO et al., 2020).

Durante el ejercicio físico, se produce un aumento en el consumo de oxígeno, lo que, inicialmente, puede incrementar la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO). Sin embargo, esta exposición regular lleva a una mejora de los sistemas de defensa antioxidantes de la célula, y las mitocondrias se vuelven más eficientes en neutralizar las ERO, minimizando el daño oxidativo a proteínas, lípidos y al ADN mitocondrial. Gradualmente, este evento contribuye a una función mitocondrial más estable y a la protección contra el envejecimiento celular y el desarrollo de enfermedades crónicas (Ionescu-Tucker y Cotman, 2021).

Así, la relación del ejercicio físico con la mejora de la funcionalidad mitocondrial se consolida, contribuyendo positivamente en la prevención y el manejo de enfermedades como las enfermedades vasculares. Estos beneficios ocurren principalmente por la mejora de la función endotelial, por la reducción de la presión arterial, del colesterol y de la glucosa, factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares. Además, las actividades aeróbicas y de resistencia ayudan a controlar la inflamación y el estrés oxidativo, que están relacionados con el desarrollo de enfermedades vasculares (PEREIRA et al., 2024).

5. Conclusión

Este capítulo ha explorado la compleja interrelación entre la desregulación mitocondrial, el envejecimiento y las enfermedades vasculares. Se ha destacado la importancia central de la mitocondria como generadora de energía y reguladora de la homeostasis celular.

Hemos analizado cómo la disfunción mitocondrial, caracterizada por la producción excesiva de especies reactivas de oxígeno (ERO), la disfunción de la cadena de transporte de electrones (CTE) y alteraciones en procesos como la biogénesis y la mitofagia, contribuye al estrés oxidativo, la inflamación crónica y el daño celular. Estos procesos están íntimamente ligados al envejecimiento y al desarrollo de patologías como la aterosclerosis, el infarto de miocardio (IAM) y el accidente cerebrovascular (ACV). Mecanismos clave en la patogénesis de estas enfermedades incluyen la sobrecarga de calcio mitocondrial, la disfunción del poro de transición de permeabilidad mitocondrial (PTPM) y la disminución de la expresión del cofactor PGC-1 α .

Se ha resaltado el papel crucial del estrés oxidativo en el daño a lípidos, proteínas y ADN mitocondrial, desencadenando un ciclo vicioso de daño y disfunción. La ineficiencia de la mitofagia, esencial para la eliminación de mitocondrias dañadas,

exacerba la acumulación de ERO y el daño celular. Se ha considerado también la importancia de la vía AMPK y la vía de señalización de sirtuina como potenciales dianas terapéuticas para mitigar los efectos de la disfunción mitocondrial.

El análisis del impacto del ejercicio físico ha mostrado su potencial para mejorar la función mitocondrial, promoviendo la biogénesis, aumentando la eficiencia de la CTE, neutralizando ERO y mejorando la homeostasis energética. Este efecto protector se atribuye a la activación de PGC-1 α y a la mejora de los mecanismos de control de calidad mitocondrial. Por tanto, el ejercicio regular se presenta como una estrategia prometedora para reducir el estrés oxidativo, la inflamación y el riesgo de enfermedades vasculares.

Sin embargo, futuras investigaciones deben centrarse en varios puntos clave. Es necesario el desarrollo de terapias dirigidas a la mitocondria, incluyendo el estudio de antioxidantes mitocondriales, moduladores del PTPM y otras intervenciones que mejoren la biogénesis y mitofagia para tratamientos más eficaces contra las enfermedades cardiovasculares. La identificación de biomarcadores tempranos de disfunción mitocondrial permitirá la detección precoz de riesgos y la implementación de intervenciones preventivas.

Se requiere investigación en modelos animales y humanos para determinar las dosis y frecuencia óptimas de ejercicio para diferentes grupos etarios y estados de salud, permitiendo la personalización de las terapias. Por último, el estudio de la interacción entre la disfunción mitocondrial y otras vías de señalización celular permitirá desarrollar terapias que aborden múltiples mecanismos patológicos.

En resumen, comprender los mecanismos bioquímicos y moleculares de la disfunción mitocondrial en enfermedades vasculares es esencial para desarrollar nuevas terapias. El ejercicio físico emerge como una estrategia prometedora, pero requiere mayor investigación para optimizar su uso como intervención terapéutica. La investigación futura, integrando diferentes niveles de análisis, desde lo molecular hasta lo clínico, será crucial para mejorar la salud cardiovascular y la calidad de vida de la población.

6. Referencias bibliográficas

- Aragoni da Silva, J., Rolland, Y., Martinez, L., & Barreto, P. (2022). Mitochondrial dysfunction and intrinsic capacity: insights from a narrative review. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. <https://doi.org/10.1093/gerona/glac227>
- Bock, F. J., & Tait, S. W. G. (2020). Mitochondria as multifaceted regulators of cell death. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 21(2), 85–100. <https://doi.org/10.1038/s41580-019-0173-8>
- Brown, T. A., et al. (2019). Mitochondrial dysfunction in myocardial ischemia-reperfusion injury: From mechanisms to therapeutic strategies. *Journal of Cellular Physiology*, 234(11), 20748–20763. <https://doi.org/10.1002/jcp.28799>
- Chen, G., Kroemer, G., & Kepp, O. (2020). Mitophagy: An Emerging Role in Aging and Age-Associated Diseases. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00200>
- Chen, H., et al. (2021). The role of PGC-1 α in mitochondrial biogenesis and its implication in cardiovascular diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2458. <https://doi.org/10.3390/ijms22052458>

- Cloonan, S., Kim, K., Esteves, P., Trian, T., & Barnes, P. (2020). Mitochondrial dysfunction in lung ageing and disease. *European Respiratory Review*, 29. <https://doi.org/10.1183/16000617.0165-2020>
- De Gaetano, A., Gibellini, L., Zanini, G., Nasi, M., Cossarizza, A., & Pinti, M. (2021). Mitophagy and Oxidative Stress: The Role of Aging. *Antioxidants*, 10. <https://doi.org/10.3390/antiox10050794>
- Desdín-Micó, G., Soto-Herederó, G., Aranda, J. F., Oller, J., Carrasco, E., Gabandé-Rodríguez, E., Blanco, E., Alfranca, A., Cussó, L., Desco, M., Ibáñez, B., Gortázar, A., Fernandez-Marcos, P., Navarro, M. N., Hernández, B., Alcami, A., Baixauli, F., & Mittelbrunn, M. (2020). T cells with dysfunctional mitochondria induce multimorbidity and premature senescence. *Science*, 368, 1371-1376. <https://doi.org/10.1126/science.aax0860>
- Díaz-Villanueva, J. F., et al. (2022). Role of mitochondrial dysfunction in endothelial inflammation and atherogenesis: The importance of mitochondrial quality control. *Cardiovascular Research*, 118(5), 1244–1259. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa277>
- Giorgi, C., Marchi, S., & Pinton, P. (2018). The machineries, regulation and cellular functions of mitochondrial calcium. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 19(11), 713–730. <https://doi.org/10.1038/s41580-018-0026-7>
- Guan, Y., et al. (2021). The role of mitophagy in ischemic stroke: Potential mechanisms and novel therapeutic targets. *Brain Research Bulletin*, 172, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2021.04.001>
- Indo, H.P., Chatatikun, M., Nakanishi, I., Matsumoto, K.-i., Imai, M., Kawakami, F., Kubo, M., Abe, H., Ichikawa, H., Yonei, Y., Beppu, H.J., Minamiyama, Y., Kanekura, T., Ichikawa, T., Phongphithakchai, A., Udomwech, L., Sukati, S., Charong, N., Somsak, V., Tangpong, J., Nomura, S., Majima, H.J. (2024). The Roles of Mitochondria in Human Being's Life and Aging. *Biomolecules*. 14, 1317. <https://doi.org/10.3390/biom14101317>
- Jin, R., et al. (2020). Mitochondrial oxidative stress and neuroinflammation in ischemic stroke: Molecular mechanisms and therapeutic strategies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2020/8868238>
- Kushnareva, Y., et al. (2023). Mechanisms of mitochondrial dysfunction in cardiovascular diseases and the role of mitochondrial quality control. *Journal of Clinical Medicine*, 12(3), 547. <https://doi.org/10.3390/jcm12030547>
- Li, X., et al. (2020). The role of mitophagy and mitochondrial biogenesis in cardiovascular health and disease. *Antioxidants*, 9(8), 748. <https://doi.org/10.3390/antiox9080748>
- Li, Y., Jin, X., Li, D., Lu, J., Zhang, X., Yang, S., Zhao, Y., Wu, M. (2022). New insights into vascular aging: Emerging role of mitochondria function. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 156: 113954. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113954>
- Lim, A.Y., Chen, Y.-C., Hsu, C.-C., Fu, T.-C., Wang, J.-S. (2022). The Effects of Exercise Training on Mitochondrial Function in Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Molecular Sciences*. 23, 12559. <https://doi.org/10.3390/ijms232012559>
- Memme, JM., Erlich, AT., Phukan, G., Hood, DA. (2019). Exercise and mitochondrial health. *The Journal of Physiology*. 599(3):803-817. doi: 10.1113/JP278853
- Miwa, S., Kashyap, S., Chini, E., & von Zglinicki, T. (2022). Mitochondrial dysfunction in cell senescence and aging. *The Journal of Clinical Investigation*, 132. <https://doi.org/10.1172/JCI158447>
- Moreno Fernández-Ayala, D. J., Navas, P., & López-Lluch, G. (2020). Age-related mitochondrial dysfunction as a key factor in COVID-19 disease. *Experimental Gerontology*, 142, 111147. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111147>
- Morganti, C., & Ito, K. (2021). Mitochondrial Contributions to Hematopoietic Stem Cell Aging. *International Journal of Molecular Sciences*, 22. <https://doi.org/10.3390/ijms222011117>
- Natarajan, V., Chawla, R., Mah, T., Vivekanandan, R., Tan, S., Sato, P., & Mallilankaraman, K. (2020). Mitochondrial Dysfunction in Age-Related Metabolic Disorders. *PROTEOMICS*, 20. <https://doi.org/10.1002/pmhc.201800404>
- Negri, S., Faris, P., Moccia, F. (2021). Reactive Oxygen Species and Endothelial Ca²⁺ Signaling: Brothers in Arms or Partners in Crime? *International Journal of Molecular Sciences*. 22, 9821. <https://doi.org/10.3390/ijms22189821>
- Ni, R., Wang, Y., Chen, X., & Xing, D. (2021). Mitochondrial reactive oxygen species mediates mitochondria-dependent apoptosis in cardiomyocytes under oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 165, 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.01.030>
- Picca, A., Calvani, R., Coelho-Júnior, H., Landi, F., Bernabei, R., & Marzetti, E. (2020). Inter-Organelle Membrane Contact Sites and Mitochondrial Quality Control during Aging: A Geroscience View. *Cells*, 9(3), 598. <https://doi.org/10.3390/cells9030598>

- Picca, A., Guerra, F., Calvani, R., Bucci, C., Lo Monaco, M. L., Bentivoglio, A., Coelho-Júnior, H., Landi, F., Bernabei, R., & Marzetti, E. (2020). Generation and Release of Mitochondrial-Derived Vesicles in Health, Aging and Disease. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1440. <https://doi.org/10.3390/jcm9051440>
- Somasundaram, I., Jain, S.M., Blot-Chabaud, M., Pathak, S., Banerjee, A., Rawat, S., Sharma, N.R., Duttaroy, A.K. (2024). Mitochondrial dysfunction and its association with age-related disorders. *Frontiers in Physiology*. 15:1384966. doi: 10.3389/fphys.2024.1384966
- Spaulding, H.R., Yan, Z. (2022). AMPK and the Adaptation to Exercise. *Annual Review of Physiology*. 84:209-227. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-060721-095517>
- Suárez-Rivero, J.M., Pastor-Maldonado, C.J., Povea-Cabello, S., Álvarez-Córdoba, M., Villalón-García, I., Talaverón-Rey, M., Suárez-Carrillo, A., Munuera-Cabeza, M., Sánchez-Alcázar, J.A. (2021). From Mitochondria to Atherosclerosis: The Inflammation Path. *Biomedicines*. 9, 258. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9030258>
- Trushina, E., Nguyen, T.K.O., Trushin, S. (2023). Modulation of Mitochondrial Function as a Therapeutic Strategy for Neurodegenerative Diseases. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*. 4(10):675-685. <http://dx.doi.org/10.14283/jpad.2023.108>
- Wang, Z., et al. (2020). Mitochondrial oxidative stress and its role in vascular diseases. *Redox Biology*, 34, 101523. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101523>
- Vue, Z., Garza-Lopez, E., Neikirk, K., Katti, P., Vang, L., Beasley, H., Shao, J., Marshall, A. G., Crabtree, A., Murphy, A. C., Jenkins, B. C., Prasad, P., Evans, C., Taylor, B., Mungai, M., Killion, M., Stephens, D., Christensen, T. A., Lam, J., ... Hinton, A. Jr. (2023). 3D reconstruction of murine mitochondria reveals changes in structure during aging linked to the MICOS complex. *Aging Cell*, 22, e14009. <https://doi.org/10.1111/accel.14009>
- Xu, X., et al. (2022). Mitochondrial dynamics in ischemic stroke: Therapeutic targets and challenges. *Journal of Neuroinflammation*, 19(1), 32-45. <https://doi.org/10.1186/s12974-022-02391-3>
- Zhang, Y., et al. (2021). Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in ischemic heart disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021, 6631592. <https://doi.org/10.1155/2021/6631592>

Bloque 5. - Enfermedades pulmonares

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica: Prescripción y planificación de ejercicio físico

José Losa Reyna^{1,2} - jose.losa@urjc.es

Zoraida Verde Rello^{3,4,5,6,7} - zoraida.verde@uva.es

¹Facultad de Ciencias de la Educación, Deporte y Estudios Interdisciplinares. Universidad Rey Juan Carlos.

²Centro de Investigación en Ciencias del Deporte, Madrid, España.

³CIBER de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES), Hospital Virgen del Valle, Complejo Hospitalario de Toledo.

⁴Departamento de Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología, Universidad de Valladolid, Soria, España.

⁵Grupo de Investigación Centro de Estudios Gregorio Marañón, Fundación Ortega-Marañón, Madrid, España.

⁶UIC de Castilla y León 387.

⁷GIR Farmacogenética, Genética del Cáncer, Polimorfismos Genéticos y Farmacoepidemiología, Universidad de Valladolid, Valladolid, España

Resumen

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es una de las principales causas de mortalidad a nivel global, afectando mayormente a quienes han estado expuestos al tabaquismo y a contaminantes ambientales. La EPOC, caracterizada por una limitación crónica y progresiva del flujo aéreo, presenta síntomas como disnea y tos crónica. Además del tratamiento farmacológico, la rehabilitación pulmonar y la actividad física representan intervenciones clave para mejorar la calidad de vida de las personas con EPOC. Este enfoque no farmacológico incluye programas de entrenamiento físico supervisados que, en combinación con educación y técnicas de autocuidado, permiten a los pacientes manejar mejor sus síntomas. El ejercicio físico no solo busca aliviar la disnea o mejorar la capacidad funcional, sino que también se convierte en una herramienta potente para reducir el riesgo de hospitalización y limitar la progresión de la enfermedad.

En este capítulo, se profundiza en cómo programas de ejercicio de resistencia y fuerza ayudan a contrarrestar la debilidad muscular y el desacondicionamiento físico que suelen acompañar a la EPOC. La investigación muestra que incluso incrementos moderados en la actividad física pueden tener un impacto significativo en la reducción de los síntomas y en la mejora de la salud general del paciente. Sin embargo, estos beneficios son mayores cuando el programa de ejercicio se adapta de forma individualizada, atendiendo las necesidades y limitaciones específicas de cada persona. Este capítulo destaca cómo los pacientes que incorporan el ejercicio de forma regular pueden experimentar una mayor autonomía y capacidad para realizar actividades cotidianas, disminuyendo el impacto de la EPOC en sus vidas. Se encontrará una guía sobre cómo la práctica de ejercicio físico, junto con estrategias de rehabilitación pulmonar, puede cambiar la trayectoria de la EPOC, ofreciendo no solo alivio de síntomas sino una mejora integral del bienestar físico y emocional.

Palabras clave: EPOC; ejercicio físico; rehabilitación pulmonar; disnea; calidad de vida; actividad física.

1. Introducción

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es actualmente una de las tres principales causas de muerte en todo el mundo y el 90% de estas muertes ocurren en países desarrollados (Mathers & Loncar, 2006). Es una de las

principales causas de morbilidad y mortalidad crónica mundial, y representa un importante reto para el sistema sanitario de la salud pudiendo ser prevenida y tratada.

Según la guía publicada por la Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2023, la EPOC se define como una afección pulmonar heterogénea caracterizada por síntomas respiratorios crónicos (disnea, tos, expectoración y exacerbaciones) debidos a anomalías de las vías respiratorias (bronquitis, bronquiolitis) y/o de los alvéolos (enfisema) que causan una obstrucción persistente, a menudo progresiva, del flujo aéreo (Tamondong-Lachica et al., 2023; Zhou et al., 2023).

Se prevé que la incidencia de EPOC aumente en las próximas décadas debido a la exposición continua a los factores de riesgo que la provocan y al envejecimiento generalizado de la población. Su prevalencia está directamente relacionada con la prevalencia del consumo de tabaco, no obstante, en muchos países la contaminación ambiental es clave para su desarrollo. Teniendo en cuenta que sufrimos una continua exposición a factores de riesgo, así como un envejecimiento generalizado de la población a nivel mundial los pronósticos son preocupantes. Según datos del estudio BOLD y otros estudios epidemiológicos a gran escala se estima que la prevalencia global de la EPOC es de un 10,3 % (Zhou et al., 2023).

2. Fisiopatología de la enfermedad

La EPOC es resultado de interacciones gen-ambiente que ocurren a lo largo de la vida del individuo y que pueden producir daño pulmonar o alterar los procesos naturales de envejecimiento (Agusti, 2023). Entre sus causas y factores de riesgo se pueden incluir agentes de exposición ambiental, como el tabaquismo y la inhalación de partículas tóxicas y gases de la contaminación del aire domiciliario y ambiental exterior, pero también pueden contribuir otros factores ambientales y del propio individuo asociados a anomalías en el funcionamiento y envejecimiento acelerado de sistema pulmonar (Sin et al., 2023). La situación socioeconómica, asma e hiperreactividad de las vías respiratorias también son factores de riesgo (Yang et al., 2023). Por otro lado, el factor de riesgo genético más relevante (aunque poco prevalente) para la EPOC identificado hasta la fecha son las mutaciones en el gen SERPINA1 que causan el déficit de α -1 antitripsina (Cho et al., 2016). Otras variantes genéticas también se han asociado a reducción de la función pulmonar y riesgo de EPOC, pero su efecto individual es pequeño (Tan et al., 2014).

2.1. Criterios diagnósticos

Teniendo en cuenta los criterios clínicos, el diagnóstico de EPOC es confirmado medido por una espirometría a través de la presencia de limitación al flujo aéreo no

completamente reversible ($FEV_1/FVC < 0,7$ post broncodilatador). Es una prueba no invasiva, reproducible, económica, fácilmente disponible y objetiva de limitación al flujo aéreo. Según los criterios GOLD 2024, esta prueba podría infradiagnosticar EPOC leve en adultos menores de 50 años o sobrediagnosticar en adultos mayores, recomendándose comprar FEV_1/FVC con el límite inferior de normalidad en estos sujetos (Fallahzadeh Abarghuei & Karimi, 2022). La espirometría no puede considerarse diagnóstica por sí sola, debe utilizarse como prueba de confirmación ante la sospecha de un paciente que presenta síntomas respiratorios crónicos y es o ha sido fumador.

2.2. Síntomas

La disnea crónica es el síntoma más característico de la EPOC, consiste en una limitación del flujo aéreo, es progresiva, síntoma clave de la EPOC y causa importante tanto de ansiedad como discapacidad en estos pacientes (Miravitlles et al., 2014). Esta es particularmente frecuente durante el esfuerzo o la actividad física (Phillips et al., 2022).

La tos crónica aparece dentro de los síntomas iniciales de la EPOC, pero se enmascara frecuente como efecto asociado a tabaquismo y/o exposición ambiental. Esta tos puede ser productiva o no, aunque puede no aparecer en algunos casos (Cho et al., 2016). La tos con producción de esputo está presente hasta en el 30% de los pacientes (Allinson et al., 2016).

Los pacientes con EPOC pueden presentar sibilancias inspiratorias y/o espiratorias detectables por auscultación y opresión en el pecho variable en el tiempo. La ausencia de ambas no excluye el diagnóstico de EPOC.

La fatiga definida como sensación de cansancio o agotamiento subjetiva es uno de los síntomas más comunes (Goërtz et al., 2018).

Estos síntomas pueden variar de un día a otro (Kessler et al., 2011) y pueden preceder al desarrollo de la limitación al flujo aéreo. Asimismo, pueden experimentar eventos respiratorios agudos caracterizados por un aumento de los síntomas respiratorios (exacerbaciones) y comorbilidades que requieren medidas preventivas y terapéuticas específicas. Por otro lado, pacientes con EPOC grave pueden presentar de forma común pérdida de peso, masa muscular y anorexia (Attaway et al., 2020; von Haehling & Anker, 2010)

Los objetivos de la evaluación inicial de la EPOC son determinar la gravedad de la obstrucción al flujo aéreo, el impacto de la enfermedad en el estado de salud del paciente y el riesgo de eventos futuros (como exacerbaciones, ingresos hospitalarios o muerte), para un abordaje terapéutico óptimo.

Otras mediciones o factores a considerar:

- Volúmenes pulmonares, capacidad de difusión, pruebas de ejercicio y/o imágenes pulmonares en pacientes con EPOC con síntomas persistentes después del tratamiento inicial.
- Comorbilidades: la presencia de otras enfermedades crónicas o multimorbilidad ocurren con frecuencia en pacientes con EPOC como, por ejemplo, enfermedades cardiovasculares, trastornos musculoesqueléticos, síndrome metabólico, osteoporosis, depresión, ansiedad y cáncer de pulmón. Estas comorbilidades deben ser detectadas y tratarse de manera apropiada cuando estén presentes, ya que pueden influir en el estado de salud, las hospitalizaciones y la mortalidad de forma independiente a la limitación crónica al flujo agravando la situación.

2.3. Clasificación

La GOLD 2023 establece una nueva propuesta taxonómica de etiotipos para EPOC (Tabla 1). Además de la nueva definición de EPOC y de un nuevo análisis detallado de los factores de riesgo, el informe GOLD 2024 esbozaba nuevos enfoques terminológicos y recomendaciones para su uso (<https://goldcopd.org/2024-gold-report/>) (Venkatesan, 2024):

- EPOC precoz: se emplea para denominar “*precocidad biológica*” en lugar de “*precocidad clínica*” cuando se manifiesten los síntomas iniciales.
- EPOC leve: se emplea únicamente para describir la gravedad de la obstrucción del flujo aéreo medida mediante espirometría.
- EPOC joven: debe utilizarse para describir la EPOC en pacientes de entre 20 y 50 años.
- Pre-COPD: se emplea para identificar individuos de cualquier edad con síntomas respiratorios y/o anomalías estructurales y/o funcionales, pero sin evidencia de obstrucción al flujo aéreo.
- PRISm (espirometría alterada con relación preservada): se emplea para describir a personas sin obstrucción del flujo aéreo, pero con espirometría anormal.

2.4. Tratamiento

El objetivo del tratamiento en pacientes con EPOC es 1) reducción de los síntomas (alivio de síntomas, mejora de la tolerancia al ejercicio, mejora del estado de salud) y 2) reducción de riesgo futuro (prevención de la progresión de la patología, prevención y tratamiento de las exacerbaciones y disminuir la mortalidad).

El tratamiento de la EPOC incluye el abandono del tabaco, terapia farmacológica y terapia no farmacológica. Adicionalmente, en condiciones específicas, se realizan

tratamientos con oxígeno adicional, soporte ventilatorio, tratamiento quirúrgico o incluso cuidado paliativo. Sin embargo, la rehabilitación pulmonar tiene un papel primordial en el tratamiento de personas con EPOC, ratificado por las actuales guías internacionales (Agustí et al., 2023).

2.4.1. Identificación y reducción de la exposición a factores de riesgo.

Este punto es clave tanto como para la prevención primaria y el tratamiento de pacientes.

El tabaquismo es el factor de riesgo más común y más fácilmente identificable que debe ser abordado. También se debe reducir la exposición a humos, gases, partículas en suspensión u otros contaminantes del aire. Señalar que, para los fumadores con EPOC, dejar de fumar resulta más difícil que para el resto de fumadores debido a una mayor dependencia a nicotina, menor autoestima y por tanto menor eficacia (Crowley et al., 1995). Los tratamientos farmacológicos para dejar de fumar incluyen fármacos para suplir la abstinencia y aliviar los síntomas (tratamiento sustitutivo de nicotina, bupropion, nortriptilina y vareniclina entre otros...).

Por otro lado, los pacientes con EPOC deben recibir las vacunas recomendadas por el sistema sanitario pertinente.

2.4.2. Tratamiento farmacológico de la EPOC estable

Debe ser personalizado y dependiente de nivel de síntomas y presencia de exacerbaciones. En este tratamiento también deben englobarse las comorbilidades independientemente de la presencia de EPOC. Se distinguen diversos tratamientos empleados de forma individual o simultánea con el objetivo de mejorar la respuesta clínica y disminuir los efectos adversos (World Health Organization, 2020). Dentro de los más empleados se encuentran:

- **Broncodilatadores:** Son fármacos que mejoran las variables espirométricas. Alteran el tono del músculo liso de las vías aéreas derivando en un ensanchamiento de estas. Tienen a reducir la hiperinflación dinámica en reposo y durante el ejercicio, mejorando la tolerancia a este (O'Donnell et al., 2004).

Agonistas beta2

La acción principal de los agonistas beta2 consiste en relajar el músculo liso de las vías respiratorias a través de la activación de los receptores adrenérgicos tipo beta2, aumentando el nivel de AMP cíclico y disminuyendo la broncoconstricción. Existen agonistas beta2 de acción corta (SABA) y agonistas beta2 de acción prolongada (LABA) en función de su tiempo de acción (Higgins et al., 1991).

Fármacos antimuscarínicos

Los fármacos antimuscarínicos bloquean los efectos broncoconstrictores de la acetilcolina sobre los receptores muscarínicos que se expresan en el músculo liso de las vías aéreas (Goërtz et al., 2018). Los antimuscarínicos de acción corta (SAMA), bloquean el receptor neuronal inhibitor M2 y M3.) Los antagonistas antimuscarínicos de acción prolongada (LAMA) tienen una unión prolongada a los receptores muscarínicos M3, con una disociación más rápida de los receptores muscarínicos M2, prolongando así la duración del efecto broncodilatador.

- Metilxantinas: El uso de derivadas de la xantina presenta controversia, ya que por un lado son inhibidores de la fosfodiesteras y por otro se han relacionado con acciones no broncodilatadoras (Aubier, 1988).
- Terapia broncodilatadora combinada: La combinación de diferentes tipos de estos fármacos atendiendo a su acción y duración puede aumentar el grado de broncodilatación y disminuir los efectos adversos en comparación con el empleo de un solo fármaco (Ray et al., 2019).
- Corticosteroides inhalados (GCI): A pesar de ser ampliamente usados, la evidencia in vitro apunta una respuesta limitada a la inflamación, no habiéndose establecido un efecto clínico completamente relevante en la actualidad (Barnes, 2013).
- GCI combinados con LABA: En pacientes con EPOC de grado moderado a muy grave y presencia de exacerbaciones, el tratamiento combinado de un GCI con un LABA es más eficaz que cualquiera de los componentes por sí solos para mejorar la función pulmonar, el estado de salud y reducir las exacerbaciones (Suissa et al., 2020).

2.4.3. Terapia no farmacológica de la EPOC.

El tratamiento no farmacológico es fundamental en los pacientes con EPOC, siendo necesario prestarle especial importancia. Estos servicios son un conjunto articulado de acciones estandarizadas dirigidas a una atención integral de las necesidades de salud del paciente, considerando el entorno y las circunstancias (Pleguezuelos et al., 2018). Entre ellas cabría destacar:

- Rehabilitación pulmonar (RP). Se establece que la RP es una intervención integral basada en una evaluación exhaustiva del paciente, seguida de terapias adaptadas a estos, incluyendo entrenamiento, aunque no lo limitan exclusivamente, diseñadas para mejorar la condición física y psicológica de las personas con EPOC y promover la adherencia a largo plazo a los hábitos que mejoran la salud (Spruit et al., 2013).
- Educación y autogestión. Los pacientes con EPOC deberían poder participar en programas de autocuidado dirigidos a enseñar las habilidades

orientadas a mantener y mejorar el estado de salud, el bienestar y asegurar una adecuada adherencia y cumplimiento terapéutico.

- Actividad física (AF). La AF debe plantearse como algo esencial y vital para el paciente EPOC, no obstante, debe abordarse teniendo en cuenta múltiples factores que repercuten sobre el paciente logrando de nuevo un cambio de conducta del paciente.

Tabla 1. Etipos EPOC. Adaptada (GOLD) 2023

Clasificación	Descripción
EPOC genéticamente determinada (EPOC-G)	Déficit de alfa-1-antitripsina (DAAT). Presencia de otras variantes genéticas.
EPOC por desarrollo anormal pulmonar (EPOC-DAP)	Eventos vitales precoces, incluyendo entre otros el nacimiento prematuro y bajo peso al nacer.
EPOC ambiental (EPOC-A): Exposición a tabaco u otras sustancias adictivas	Exposición a fumar tabaco, incluyendo exposición fetal o fumador pasivo Nuevos dispositivos de vapeo o consumo de cigarrillos electrónicos Consumo de cannabis por combustión
EPOC ambiental (EPOC-A): Biomasa y exposición a polución	Relacionada con la exposición a contaminación doméstica, ambiental, humo de incendios forestales, riesgos laborales.
EPOC debido a infecciones (EPOC-I)	Por ejemplo Infecciones infantiles, EPOC asociada a tuberculosis, EPOC asociada a VIH.
EPOC y Asma (EPOC-A)	Se dan de forma simultánea ambas patologías. En especial asma infantil
EPOC por causa desconocida (EPOC-CD)	No se determina su origen

3. Rehabilitación pulmonar como tratamiento efectivo

La evidencia de la efectividad de la RP ha crecido exponencialmente en los últimos 40 años y actualmente existen diversas guías clínicas que representan las principales asociaciones y sociedades internacionales, así como numerosas revisiones Cochrane y publicaciones (C. Garvey, 2023).

La rehabilitación pulmonar se define como *“una intervención integral basada en una evaluación exhaustiva del paciente seguida de terapias personalizadas para el paciente que incluyen, entre otras, entrenamiento con ejercicios, educación, intervención de autocontrol con el objetivo de cambiar el comportamiento, diseñada para mejorar la condición física y psicológica de las personas con enfermedad respiratoria crónica y promover la adherencia a largo plazo a comportamientos que mejoran la salud”* (Agustí et al., 2023, p. 57). Esta nueva definición difiere de la anterior de Spruit y colaboradores (2013) en que se centra en el enfoque interdisciplinario y, por lo tanto, más holístico en lugar del enfoque multidisciplinario anterior; destaca la importancia del cambio de comportamiento;

y coloca las relaciones personales firmemente dentro del concepto de atención integral (Agustí et al., 2023).

4. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Es incuestionable el papel que juegan tanto la actividad física como el ejercicio, en la intervención no farmacológica para la prevenir y retrasar el avance de la enfermedad en estos pacientes (Hartman et al., 2010). Al comparar pacientes con EPOC con población sana se observa que éstos últimos muestran mayores niveles de actividad física en su día a día. Asimismo, los pacientes con EPOC realizan actividad física menos intensa (Bossenbroek et al., 2011).

Un dato apabullante para mostrar la importancia de la actividad física es que los pacientes con EPOC que aumentan su actividad física diaria podrían reducir su riesgo de mortalidad y las consecuencias negativas de la enfermedad de forma similar a lo que supondría dejar de fumar (Waschki et al., 2011). En la población general caminar 15 minutos al día supone una reducción del 14% del riesgo de mortalidad (Wen et al., 2011) mientras que incrementar en 600 pasos al día la actividad física se asocia con un menor riesgo por hospitalización en pacientes con EPOC (Demeyer et al., 2016).

El mensaje es claro: con pequeños incrementos de actividad física diaria se pueden obtener grandes beneficios a nivel clínico. Sin embargo, hay que destacar que los mayores beneficios se obtienen de un programa de ejercicio supervisado por profesionales y diseñado de forma individualizada a las características del paciente.

5. Prescripción y planificación de ejercicio físico para los pacientes con EPOC

Los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas perciben diversas limitaciones de la capacidad de ejercicio, que van mucho más allá de la falta de aire (por esfuerzo). La debilidad muscular periférica y la inactividad física asociada aceleran el desacondicionamiento físico y amplifican la disnea inducida por el ejercicio y el malestar muscular periférico. Los efectos beneficiosos del entrenamiento físico, ya sea como intervención independiente o como parte de un programa de RP, han sido bien documentados en estos pacientes (Gloeckl et al., 2023).

5.1. Recomendaciones generales de ejercicio físico

Los programas de ejercicio para personas con EPOC se basan en las guías de los principales organismos internacionales como pueden ser el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, American College of Sports Medicine), la ESSA (Exercise & Sports Science Australia) (Morris et al., 2021), la Asociación American

de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR) o la Sociedad Torácica Americana y la Sociedad Respiratoria Europea (ATS/ERS). Todas ellas coinciden en establecer el entrenamiento de fuerza y de resistencia cardiovascular como los componentes prioritarios de la prescripción de un programa de ejercicio en EPOC con diferentes aproximaciones en cuanto al tipo, volumen, intensidad, frecuencia y/o ritmo de progresión del programa (Garvey, 2023; Garvey et al., 2016).

5.1.1. Resistencia cardiovascular

El ejercicio cardiovascular, que incluye actividades globales como caminar, montar en bicicleta o nadar, es una estrategia bien establecida y documentada para mejorar la capacidad de ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con EPOC. Por un lado, el entrenamiento de resistencia (ER) constituye en sí un subconjunto del EA enfocado en el ejercicio sostenido de intensidad moderada ofrece beneficios distintivos. Los estudios sugieren que el ER puede mejorar específicamente la salud cardiovascular y la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC. Por otro lado, el entrenamiento a intervalos de alta intensidad (HIIT), caracterizado por alternar ráfagas cortas de ejercicio de alta intensidad con períodos de recuperación, representa un enfoque relativamente nuevo para el manejo de la EPOC. Aunque la evidencia emergente sugiere posibles beneficios del HIIT, los parámetros óptimos de entrenamiento y las consideraciones de seguridad para esta población requieren mayor exploración (Tian et al., 2024).

Con el entrenamiento de resistencia, se sobrecargan el sistema pulmonar, el sistema cardiovascular y el sistema neuromuscular, produciendo adaptaciones fisiológicas tanto a nivel central (cardíaco) donde hay una mejora en el gasto cardíaco mediante un aumento del volumen sistólico, y una adaptación periférica (músculo esquelético), donde hay un aumento en la capacidad oxidativa y la densidad capilar del músculo esquelético que está realizando el ejercicio. Estas adaptaciones mejoran la capacidad máxima y submáxima de ejercicio y contribuyen a reducir el coste energético relativo de las actividades de la vida diaria (Morris et al., 2016). Sin embargo, las adaptaciones y beneficios que obtienen los pacientes con EPOC se producen en el músculo esquelético principalmente (Spruit et al., 2013), lo que implicaría que, ante un esfuerzo submáximo de una intensidad determinada, un paciente con EPOC tuviera menor dificultad y experimentase menor esfuerzo para mantener esa misma intensidad. Por tanto, el grado de mejora esperable en pacientes con EPOC tras 8 semanas de entrenamiento de resistencia está en un rango del 16-29% para la capacidad de resistencia máxima, aunque potencialmente estos beneficios podrían ser mayores con programas más largos (Alcázar et al., 2018).

A pesar de estas directrices establecidas y de la sólida evidencia existente (Lacasse et al., 2015; McCarthy et al., 2015; Paneroni et al., 2017), sigue existiendo una brecha en la comprensión de la efectividad relativa de varias modalidades de

ejercicio de resistencia cuando se aplican de manera individual o en combinaciones específicas dentro de los programas de rehabilitación pulmonar, y por tanto, no existe consenso sobre los parámetros óptimos para la prescripción del entrenamiento de resistencia (Alcázar et al., 2018).

En general, las principales guías internacionales recomiendan que los programas de resistencia incluidos en rehabilitación pulmonar en pacientes con EPOC sean de una duración de 10-14 semanas (rango: 4 - 16 semanas), con un mínimo de 2 sesiones a la semana (2-3 sesiones en programas externalizados y 5-7 sesiones en pacientes hospitalizados). El tipo de ejercicio más utilizado son la bicicleta estática o caminar (tanto en tapiz rodante como en el suelo) con sesiones de una duración de 30-40 minutos (rango: 20-60 minutos) a una intensidad de 60% de la capacidad de trabajo máxima (W_{pico}) (rango: 50 – 100%) (Alcázar et al., 2018; Gloeckl et al., 2023; Morris et al., 2021; Zainuldin et al., 2011).

La mayor parte de los programas de rehabilitación pulmonar duran un mínimo de 4 y un máximo de 16 semanas. Es importante destacar que la duración mínima del programa debería basarse en las mejoras alcanzadas por sus participantes, pero se hace complejo establecer esta duración mínima porque dependerá del tipo de intervención (en casa o supervisada), la duración de las sesiones, su intensidad, su frecuencia, además del grado de severidad del paciente. Sin embargo, la mayor parte de los pacientes con un EPOC moderado-severo podrían alcanzar una meseta en su mejoría a las 8 semanas con un programa de 3 sesiones semanales (Solanes et al., 2009) aunque se podrían obtener beneficios adicionales con duraciones de hasta 18 meses.

Aunque no existen estudios comparando diferentes frecuencias de entrenamiento de resistencia en personas con EPOC, todas las guías internacionales coinciden en recomendar 3 a 5 sesiones a la semana (Alcázar et al., 2018; Garvey, 2023). Pacientes con EPOC leve o moderado pueden ser capaces de realizar sesiones de ejercicio de hasta 60 minutos a una intensidad suficiente para que se produzcan adaptaciones fisiológicas. Sin embargo, pacientes con EPOC severo pueden no ser capaces de ejercitarse durante periodos suficientemente largos o intensos. Por ello, incrementar la duración de la sesión o aumentar el número de sesiones podría ser una buena estrategia para optimizar los beneficios del entrenamiento. Un estudio evaluó el efecto de doblar el volumen diario de ejercicio durante 20 días consecutivos (un grupo realizó 1 sesión diaria de 30 minutos y otro grupo 2 sesiones) y observó que esta estrategia era factible y tolerada por los pacientes y, además, se obtenían beneficios adicionales (Paneroni et al., 2019). El mayor beneficio se observó principalmente en el aumento del tiempo hasta la fatiga en cicloergómetro (capacidad de resistencia submáxima) en el grupo que hizo mayor volumen. Sin embargo, la mejoría en el test de los 6 minutos (6MWT) y en parámetros clínicos fue similar entre ambos grupos, lo que podría explicarse por la

especificidad del entrenamiento en bicicleta y el efecto integral resto de componentes del programa de la rehabilitación pulmonar.

Actualmente, se desconoce la intensidad de ejercicio exacta a la cual suceden las adaptaciones fisiológicas con el entrenamiento en pacientes con EPOC (Morris et al., 2016). Aunque es difícil establecer una relación de dosis-respuesta debido a la escasez de datos y la heterogeneidad entre estudios, Morris et al. (2016) describieron en 550 pacientes con EPOC la existencia de una relación entre la intensidad del ejercicio y el incremento en la W_{pico} por hora de entrenamiento, sugiriendo que, a mayor intensidad de entrenamiento, mayores las ganancias en W_{pico} . De esta manera, intensidades bajas (30-40% W_{pico}) podrían ser suficientes para reducir síntomas y mejorar la calidad de vida y el rendimiento en actividades de la vida diaria, pero alcanzar el 70-80% sería necesario para lograr adaptaciones fisiológicas que incrementen la capacidad de ejercicio (Zainuldin et al., 2011). Por ello, el EI podría resultar en alcanzar más fácilmente las intensidades mencionadas anteriormente ya que la mayor parte de los protocolos parten del 80-100% de la intensidad máxima (Nolan & Rochester, 2019).

Con respecto al tipo de ejercicio, tanto la modalidad continua (ERC) como interválica (ERI) son efectivas para mejorar la capacidad funcional y de ejercicio, la disnea y la HRQoL (Zainuldin et al., 2011). Sin embargo, un metaanálisis comparó la eficacia de ambas modalidades concluyendo que el ERI mejoró en mayor medida la capacidad máxima de ejercicio (W_{pico}) y la sensación de disnea en esfuerzo máximo (Alexiou et al., 2021). En este mismo sentido, otro metaanálisis realizado exclusivamente con ECAs concluyó que el HIIT podría ser superior en la mejora de la capacidad máxima de ejercicio mientras que el ERC sería más recomendable de cara a mejorar la función pulmonar (Tian et al., 2024). Es interesante mencionar que en el estudio de Alexiou: 1) las magnitudes de mejora (4W para W_{pico} y 1 unidad para disnea) no excedieron la mejora mínima requerida a nivel clínico, 2) el volumen de entrenamiento fue pareado, lo que indicaría que la mayor intensidad del ERI sería el indicador clave para explicar esta ligera superioridad (Morris et al., 2016), y 3) análisis específicos en personas con obesidad mostraron que solamente en los pacientes con un IMC > 30 kg/m² fue el ERI superior al ERC.

5.1.2. Fuerza

El entrenamiento de fuerza (EF) se refiere al ejercicio realizado por grupos musculares locales contra el peso corporal o la resistencia externa. Representa un componente clave en el programa de rehabilitación pulmonar integral (RP) que aborda a los pacientes con EPOC (Alcázar et al., 2018; Garvey, 2023; Gloeckl et al., 2018; Holland et al., 2021; Morris et al., 2021; Pancera et al., 2021). Además, junto a la fuerza máxima, la resistencia muscular local y la potencial muscular (variantes del entrenamiento de fuerza) contribuyen a mejorar la función general de los

músculos periféricos en las personas con EPOC, induciendo adaptaciones estructurales y metabólicas y mejorando la capacidad funcional del paciente.

Usualmente el entrenamiento de fuerza se ha usado en combinación con el ejercicio cardiovascular. Sin embargo, en una revisión reciente se analizaron el efecto de intervenciones de fuerza en exclusiva (Pancera et al., 2021). Un hallazgo indiscutible fue la mejora generalizada de la fuerza máxima en la musculatura entrenada, independientemente de la modalidad de evaluación, así como una mejora más atenuada de la resistencia y la potencia muscular tras 8-12 semanas de entrenamiento. Por otro lado, aunque en menor medida, se observó un impacto positivo sobre la masa libre de grasa, i.e., la masa muscular. Es importante mencionar que estas mejoras se dieron a pesar de la gran variabilidad en el diseño del programa, principalmente en aspectos como la progresión y la carga de trabajo recomendada (Alcázar et al., 2018).

Juntamente con los beneficios a nivel muscular deberían destacarse las mejoras producidas en un nivel más funcional, es decir, en tareas cotidianas. Una forma de evaluar la capacidad funcional es el 6MWT. Yu y colaboradores (2021) en su metaanálisis, compararon el efecto del entrenamiento de fuerza con entrenamiento de otro tipo sobre la capacidad funcional. Observaron que los pacientes con EPOC que hicieron fuerza mejoraron en mayor medida el rendimiento en el 6MWT (+60.41m), lo cual excede con creces las mejoras clínicas mínimas en estos pacientes. En este estudio sin embargo no observaron diferencias en la capacidad de resistencia en cicloergómetro. Asimismo, Ferté y colaboradores (2022) llegaron a resultados similares respecto de la capacidad funcional. Sin embargo, es importante recalcar la heterogeneidad entre los estudios, por lo que las conclusiones deben considerarse con cautela. La heterogeneidad podría explicarse por las diferencias en la calidad metodológica de los estudios, las diferencias entre los sujetos incluidos, los distintos modos de prueba y la diversidad de los programas implementados.

Un aspecto relevante relacionado con el entrenamiento de fuerza es la cantidad de masa muscular involucrada en un ejercicio concreto. En el caso de pacientes con EPOC, su limitación cardiopulmonar va a condicionar la prescripción de ejercicios más complejos y se debe adaptar para reducir la demanda fisiológica. En este sentido, esta estrategia debe garantizar una máxima activación muscular, independientemente de los niveles de oxigenación, para inducir adaptaciones musculares. Así, autores proponen que existe un umbral de cantidad de masa muscular activada que, de sobrepasarse, limitaría el rendimiento y, por tanto, las adaptaciones (Mølmen et al., 2020). A modo de aproximación, parece que este umbral podría estar entorno a la masa activada durante un empuje de pierna unilateral en prensa de piernas, aunque es algo muy individual y estaría condicionado por la capacidad cardiorrespiratoria y la severidad de la enfermedad de cada persona.

Además de la gran heterogeneidad observada entre los ensayos en algunos casos se constata la falta de datos suficientes, lo cual ha impedido el establecer la adecuada dosis-respuesta en relación con la intensidad y el volumen del entrenamiento de fuerza en pacientes con EPOC. En términos generales, estos programas suelen tener una duración de 8-12 semanas, incorporar 2-3 sesiones por semana (en días no consecutivos), en las que, en promedio, se realizan un total de seis ejercicios (rango: 3-9 ejercicios) por sesión dirigidos a los músculos esqueléticos del tronco, miembro superior y miembro inferior, incluyendo 2-4 series de 6-12 repeticiones por ejercicio a intensidades que oscilan entre el 50-90% de una repetición máxima (1RM) (Alcázar et al., 2018; Li et al., 2021; Pancera et al., 2021). Cuando el objetivo es mejorar la resistencia muscular local, se debe preferir una carga menor y un mayor número de repeticiones (25-30). Por el contrario, para mejorar la potencia muscular, que representa una perspectiva interesante pero poco explorada en la práctica clínica, se debe hacer hincapié en la explosividad del ejercicio, es decir, en la intención de máxima velocidad cuando se aplica un régimen de alta carga (>60% de 1RM).

5.1.3. Entrenamiento combinado

En los apartados anteriores se han constatado los beneficios y aspectos clave de las dos principales modalidades de ejercicio para el paciente con EPOC. Para obtener los mejores beneficios de ambas modalidades, éstas deberían formar parte de forma conjunta de un programa de rehabilitación pulmonar, ya sea de forma concurrente, es decir, en la misma sesión, o de forma independiente en días diferentes.

Se ha evidenciado que pacientes con EPOC pueden realizar entrenamiento concurrente de forma segura (Alcázar et al., 2019; Baltasar-Fernández et al., 2023; Guadalupe-Grau et al., 2017). Sin embargo, al combinarlos se podría reducir el beneficio que se obtiene por separado y, por ello, se hace necesario aclarar algún aspecto para optimizar las adaptaciones. El orden de la modalidad dentro de cada sesión (p. ej. realizar fuerza antes que cardiovascular vs cardiovascular antes que fuerza) podría tener mejores resultados en las adaptaciones a nivel neuromuscular (E. Cadore & Izquierdo, 2013), pero no tener influencia en parámetros relacionados con la resistencia cardiovascular (E. L. Cadore et al., 2018). El volumen de entrenamiento podría ser un factor clave cuando se entrena de forma concurrente. Así, otro estudio que realizó ejercicio dos veces por semana (los mencionados anteriormente realizaron tres sesiones semanales), no encontró diferencias en parámetros musculares (Wilhelm et al., 2014). Estas discrepancias podrían limitar evidencias encontradas en favor de realizar el ejercicio de fuerza antes en la sesión que el de resistencia cardiovascular. La opción más sencilla sería optar por realizar las modalidades en días diferentes (Alcázar et al., 2018).

Finalmente, se podría optar por realizar la secuencia por bloques de tiempo más largos, es decir, un periodo de semanas exclusivamente dedicado al componente muscular y otro bloque de semanas dedicado al componente cardiovascular. En este sentido un estudio evaluó el efecto de 16 semanas de ejercicio secuenciadas (8 semanas fuerza + 8 semanas cardiovascular) comparado con 8 semanas de ejercicio concurrente (Covey et al., 2014). El ejercicio secuenciado mostró ser ventajoso para alcanzar una mayor resistencia muscular pero no respecto a la capacidad aeróbica o la fuerza muscular. Por tanto, dada la limitada ventaja y la menor eficiencia temporal (16 vs 8 semanas) del entrenamiento secuenciado parece ser una opción reservada a pacientes en estadios severos que no toleran el entrenamiento concurrente.

5.2. Otras modalidades alternativas

En este apartado se recogen otras modalidades de ejercicio a las que se podrían acoger pacientes con EPOC sabiendo que lo más eficaz y demostrado ha sido mencionado en los apartados anteriores.

5.2.1. Entrenamiento Inspiratorio

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria comúnmente se realiza mediante dispositivos que ofrecen diferentes grados de resistencia a la espiración o la inspiración, y la prescripción generalmente se basa en la presión inspiratoria máxima (Lee & Holland, 2014). Hay una variedad de dispositivos de mano disponibles para el entrenamiento de los músculos inspiratorios, disponen por lo general de orificios de diámetro secuencialmente más pequeños. La carga de entrenamiento lograda con estos dispositivos puede ser difícil de estandarizar, ya que puede variar dependiendo de las fluctuaciones en la resistencia intrínseca del flujo de aire del paciente (Nolan & Rochester, 2019). Aunque los parámetros óptimos de entrenamiento se desconocen con exactitud, se recomienda una resistencia inicial superior al 30% de la inspiración máxima con un tiempo total de ejercicio de 30 minutos por día al menos 3 días por semana.

Su eficacia está demostrada cuando se utiliza de forma aislada, aunque habría que destacar que cuando se realiza de forma combinada con un programa de ejercicio completo podría no observarse ningún beneficio adicional. Por tanto, esta opción es una opción muy interesante y un complemento óptimo al entrenamiento físico cuando se observe que existe una debilidad en los músculos respiratorios que está afectando de forma significativa al entrenamiento cardiovascular o de fuerza (Lee & Holland, 2014; Nolan & Rochester, 2019).

5.2.2. Electroestimulación neuromuscular

Para las personas que no pueden participar en el entrenamiento de ejercicio convencional debido, por ejemplo, a una limitación ventilatoria que impide un

entrenamiento efectivo de ejercicio de cuerpo entero, la electroestimulación neuromuscular (NMES) es otro método alternativo para mejorar la fuerza muscular de las extremidades (Jones et al., 2016). La NMES utiliza un pequeño estimulador que funciona con baterías que, a través de electrodos colocados en la piel del músculo, produce una corriente eléctrica controlada e intermitente que genera una contracción y relajación de los músculos subyacentes. Esta contracción muscular equivalente al 20% al 40% de un máximo contracción voluntaria. Se usa más comúnmente para apuntar a los músculos locomotores como los cuádriceps. Hill y colaboradores realizaron un metaanálisis de 16 estudios con 267 pacientes que fue específico para el uso de NMES en pacientes con EPOC (Hill et al., 2018). El NMES se administró como una intervención independiente o como complemento del entrenamiento con ejercicios. En comparación con el placebo, el NMES administrado como terapia independiente condujo a una mejora estadísticamente significativa en la fuerza y resistencia del cuádriceps, así como en la capacidad de ejercicio.

Por tanto, el NMES puede ser un tratamiento eficaz para la debilidad muscular en adultos con enfermedad progresiva avanzada, y podría considerarse un tratamiento de ejercicio para aquellos con debilidad muscular que tienen dificultades para participar en las modalidades de ejercicio tradicionales (Hill et al., 2018; Jones et al., 2016).

6. Conclusiones

La EPOC es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, afectando principalmente a personas expuestas al tabaquismo y a contaminantes ambientales. Esta enfermedad respiratoria crónica y progresiva presenta síntomas como disnea, tos crónica, fatiga y, en fases avanzadas, pérdida de peso y debilidad muscular. Aunque el tratamiento farmacológico es fundamental, se ha demostrado que la rehabilitación pulmonar y la actividad física juegan un papel crucial para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La eficacia del ejercicio en personas con EPOC está ampliamente documentada, siendo junto con las enfermedades de tipo cardiovascular, una de las estudiadas. Los programas de entrenamiento, que incluyen ejercicio cardiovascular y de fuerza, ayudan a contrarrestar la debilidad muscular y el desacondicionamiento físico. En general, el ejercicio físico incluido dentro (o no) de un programa rehabilitación pulmonar es una intervención efectiva en personas con EPOC, ofreciendo no solo alivio de los síntomas, sino una mejora integral de la condición física, de la capacidad funcional y del bienestar psicoemocional. Por otro lado, incluso pequeñas mejoras en la actividad física tienen un impacto significativo en la reducción de síntomas, el aumento de la capacidad de ejercicio y la reducción del riesgo de hospitalización. De hecho, la actividad física regular en estos pacientes

se ha asociado a beneficios comparables a los obtenidos al dejar de fumar en términos de salud y mortalidad.

Finalmente, habría que destacar la importancia de personalizar estos programas de ejercicio, adaptándolos a las necesidades y limitaciones específicas de cada paciente, optando por modalidades como el entrenamiento inspiratorio y la electroestimulación en personas con limitaciones severas y son alternativas a explorar por parte de los especialistas en ejercicio físico.

7. Referencias bibliográficas

A continuación, se presenta un listado de referencias reducido. El listado completo de referencias puede descargarse en: <https://github.com/JoseLReyna/Libro-EPOC.git>

- Agustí, A., Celli, B., Criner, G., Halpin, D., Anzueto, A., & Barnes, P. (2023). Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD). *Eur Respir J*, 61(2300239), 13993003-00239.
- Alcázar, J., Rodríguez López, C., Alfaro Acha, A., Alegre, L. M., & Ara Royo, I. (2018). Exercise prescription in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Human Movement*, 41, 73-102.
- Alexiou, C., Ward, L., Hume, E., Armstrong, M., Wilkinson, M., & Vogiatzis, I. (2021). Effect of interval compared to continuous exercise training on physiological responses in patients with chronic respiratory diseases: A systematic review and meta-analysis. *Chronic Respiratory Disease*, 18, 14799731211041506. <https://doi.org/10.1177/14799731211041506>
- Aubier, M. (1988). Pharmacotherapy of respiratory muscle. *Clinics in Chest Medicine*. [https://doi.org/10.1016/s0272-5231\(21\)00507-4](https://doi.org/10.1016/s0272-5231(21)00507-4)
- Bossenbroek, L., de Greef, M. H. G., Wempe, J. B., Krijnen, W. P., & ten Hacken, N. H. T. (2011). Daily Physical Activity in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 8(4), 306-319. <https://doi.org/10.3109/15412555.2011.578601>
- Ferté, J.-B., Boyer, F. C., Taiar, R., Pineau, C., Barbe, C., & Rapin, A. (2022). Impact of resistance training on the 6-minute walk test in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(3), 101582. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101582>
- Garvey, C. (2023). Pulmonary Rehabilitation in Persons With COPD. *Respiratory Care*, 68(7), 983-997. <https://doi.org/10.4187/respcare.10520>
- Gloeckl, R., Schneeberger, T., Jarosch, I., & Kenn, K. (2018). Pulmonary Rehabilitation and Exercise Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Deutsches Ärzteblatt International*, 115(8), 117. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0117>
- Gloeckl, R., Zwick, R. H., Furlinger, U., Jarosch, I., Schneeberger, T., Leitl, D., Koczulla, A. R., Vonbank, K., Alexiou, C., Vogiatzis, I., & Spruit, M. A. (2023). Prescribing and adjusting exercise training in chronic respiratory diseases – Expert-based practical recommendations. *Pulmonology*, 29(4), 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2022.09.004>
- Lacasse, Y., Cates, C. J., McCarthy, B., & Welsh, E. J. (2015). This Cochrane Review is closed: Deciding what constitutes enough research and where next for pulmonary rehabilitation in COPD. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(11), ED000107. <https://doi.org/10.1002/14651858.ED000107>
- Li, P., Li, J., Wang, Y., Xia, J., & Liu, X. (2021). Effects of Exercise Intervention on Peripheral Skeletal Muscle in Stable Patients With COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *FRONTIERS IN MEDICINE*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.766841>
- Morris, N. R., Hill, K., Walsh, J., & Sabapathy, S. (2021). Exercise & Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(1), 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.08.007>
- Nolan, C. M., & Rochester, C. L. (2019). Exercise Training Modalities for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 16(5-6), 378-389. <https://doi.org/10.1080/15412555.2019.1637834>

- Pancera, S., Lopomo, N. F., Bianchi, L. N. C., Pedersini, P., & Villafañe, J. H. (2021). Isolated Resistance Training Programs to Improve Peripheral Muscle Function in Outpatients with Chronic Obstructive Pulmonary Diseases: A Systematic Review. *Healthcare*, 9(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101397>
- Paneroni, M., Simonelli, C., Vitacca, M., & Ambrosino, N. (2017). Aerobic Exercise Training in Very Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(8), 541. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000667>
- Pleguezuelos, E., Gimeno-Santos, E., Hernández, C., Mata, M. D. C., Palacios, L., Piñera, P., Molina, J., Chiner, E., & Miravittles, M. (2018). Recommendations on non-Pharmacological Treatment in Chronic Obstructive Pulmonary Disease From the Spanish COPD Guidelines (GesEPOC 2017). *Archivos De Bronconeumología*, 54(11), 568-575. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2018.06.001>
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rochester, C., Hill, K., Holland, A. E., Lareau, S. C., Man, W. D.-C., Pitta, F., Sewell, L., Raskin, J., Bourbeau, J., Crouch, R., Franssen, F. M. E., Casaburi, R., Vercoulen, J. H., Vogiatzis, I., ... ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 188(8), e13-64. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Tian, X., Liu, F., Li, F., Ren, Y., & Shang, H. (2024). A Network Meta-Analysis of Aerobic, Resistance, Endurance, and High-Intensity Interval Training to Prioritize Exercise for Stable COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 19, 2035-2050. <https://doi.org/10.2147/COPD.S476256>
- World Health Organization. (2020). WHO package of essential noncommunicable (PEN) disease interventions for primary health care.
- Yu, B., Tong, S., Wu, Y., Abdelrahim, M. E. A., & Cao, M. (2021). Effects of resistance training on exercise ability in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Clinical Practice*, 75(9), e14373. <https://doi.org/10.1111/ijcp.1437>

Actividad física en el manejo del asma: Beneficios, prescripción y estrategias prácticas

Asier Mañas Bote^{1,2,3} - asiermanasbote@gmail.com
Paola Gómez Redondo^{1,2,3} - paola.gomez@uclm.es

¹Grupo de Investigación GENUD Toledo, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España.

²Centro de Investigación Biomédica en Red Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES), Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España.

³Grupo Mixto de Fragilidad y Envejecimiento Exitoso UCLM-SESCAM, Universidad de Castilla-La Mancha-Servicio de Salud de Castilla-La Mancha, IDISCAM, Toledo, España.

Resumen

El asma es una enfermedad respiratoria crónica caracterizada por inflamación y obstrucción reversible de las vías aéreas, lo que provoca síntomas como disnea, tos, sibilancias y opresión torácica. Su fisiopatología involucra una reacción inmunológica exagerada frente a desencadenantes como alérgenos y contaminantes, activando células inmunitarias y mediadores inflamatorios, provocando broncoconstricción, producción excesiva de moco y remodelación de las vías respiratorias, lo que compromete la función pulmonar.

Aunque históricamente se consideraba que la actividad física era un riesgo para las personas con asma, se ha demostrado que puede aportar numerosos beneficios. El ejercicio regular, más allá de sus reconocidos beneficios en la salud, mejora la capacidad pulmonar, reduce la inflamación sistémica y optimiza la eficiencia respiratoria en personas con asma. Además, estos programas de ejercicio físico controlado pueden aumentar la tolerancia al esfuerzo y reducir la frecuencia y gravedad de las exacerbaciones asmáticas, siempre que se vigile adecuadamente la enfermedad y se eviten los factores desencadenantes.

Para una prescripción adecuada de ejercicio en personas que sufren asma es fundamental una planificación individualizada que tenga en cuenta el estado físico, la severidad del asma y los desencadenantes específicos de cada paciente. Resulta de gran importancia realizar un calentamiento adecuado y controlar la respiración para evitar crisis asmáticas inducidas por el ejercicio. Asimismo, el uso de medicación antes de comenzar la práctica de ejercicio físico, como broncodilatadores, puede facilitar la práctica segura de actividad física.

En este capítulo, se abordará en profundidad la fisiopatología del asma, los beneficios que la actividad física puede ofrecer a las personas con esta enfermedad y cómo planificar y prescribir el ejercicio físico para maximizar sus beneficios, garantizando siempre la seguridad y el control de los síntomas.

Palabras clave: Ejercicio; Asma; Broncoconstricción; Entrenamiento; Respiración; Prescripción.

1. Introducción

El asma es una de las enfermedades respiratorias crónicas más prevalentes en todo el mundo, afectando tanto a adultos como a niños (Dharmage et al., 2019). Se trata de una condición heterogénea que se caracteriza por una inflamación persistente de las vías respiratorias, lo que provoca su estrechamiento y, en consecuencia, dificulta el paso del aire hacia los pulmones. Esta inflamación es el

resultado de interacciones complejas entre factores genéticos, ambientales e inmunológicos, que generan síntomas típicos como disnea (dificultad para respirar), sibilancias (ruido al respirar), tos persistente y una sensación de opresión en el pecho. Los episodios asmáticos pueden variar en severidad, lo que significa que no todas las personas experimentan la enfermedad de la misma manera, y su frecuencia puede aumentar por diversos desencadenantes.

La fisiopatología del asma involucra una respuesta inmunitaria exagerada a múltiples factores desencadenantes, como alérgenos (polen, ácaros del polvo), irritantes (humo del tabaco, contaminación del aire) y factores emocionales (estrés). Otros factores incluyen el ejercicio físico vigoroso, especialmente en climas fríos, las infecciones respiratorias virales y los cambios bruscos de temperatura o humedad. Cada persona puede tener sus propios desencadenantes, lo que complica el manejo de esta enfermedad. Estos factores provocan la activación de células inmunitarias en las vías respiratorias, que liberan mediadores inflamatorios y generan un ciclo de inflamación crónica. Esta respuesta inflamatoria no solo causa síntomas inmediatos, sino que también puede llevar a cambios estructurales a largo plazo en las vías respiratorias como el engrosamiento de la membrana basal y la hipertrofia del músculo liso, lo que perpetúa la obstrucción del flujo aéreo y aumenta la dificultad respiratoria. Las personas con asma mal controlada pueden enfrentarse a limitaciones en sus actividades cotidianas, restringiendo su capacidad para realizar ejercicio físico o participar en actividades recreativas. El impacto del asma va más allá de los síntomas físicos, afectando significativamente la calidad de vida de quienes la padecen. El asma no controlada puede generar ausencias escolares o laborales frecuentes, afectando también el bienestar emocional del paciente y de sus familiares. Además, en los casos más graves, los ataques de asma pueden poner en riesgo la vida y requerir atención médica urgente.

A pesar de los avances en el tratamiento del asma, como el uso de corticosteroides inhalados para reducir la inflamación y los broncodilatadores para aliviar los síntomas, muchos pacientes todavía luchan por mantener un buen control de la enfermedad. Esto se debe, en parte, a la falta de adherencia a los tratamientos farmacológicos y a la exposición continua a factores desencadenantes. El manejo efectivo del asma requiere un enfoque integral que no solo sea basado en medicación, sino que también incluya la identificación de estos factores y la adopción de un estilo de vida saludable.

Dentro de este contexto, es importante destacar que la práctica de actividad física controlada y bien planificada puede ofrecer múltiples beneficios para las personas que padecen esta enfermedad. La actividad física regular no solo ayuda a mejorar la capacidad pulmonar y fortalecer los músculos respiratorios, sino que también puede contribuir a una mejor salud física, mental y emocional. El ejercicio, adaptado a las capacidades individuales de cada persona, puede ayudar a reducir

la frecuencia e intensidad de los episodios asmáticos y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

En este capítulo, exploraremos en detalle la fisiopatología del asma, los efectos de la actividad física en esta población y las estrategias prácticas para integrar el ejercicio de manera segura y efectiva en la vida de las personas con asma.

2. Fisiopatología de la enfermedad asma

El asma es una enfermedad respiratoria crónica compleja que afecta a millones de personas en todo el mundo (Dharmage et al., 2019). Su fisiopatología es el resultado de múltiples mecanismos biológicos y patológicos que interactúan para provocar síntomas como disnea, sibilancias y tos (Ilustración 1).



Ilustración 1. Fisiopatología de la enfermedad de asma

Uno de los elementos centrales en esta condición es la inflamación crónica de las vías respiratorias. Esta inflamación involucra la infiltración de células inmunitarias, incluyendo eosinófilos, mastocitos y linfocitos T, que liberan mediadores inflamatorios como citoquinas, perpetuando así la respuesta inflamatoria y afectando la función pulmonar. La hiperreactividad bronquial es otro aspecto clave en la fisiopatología del asma. Esta se caracteriza por una respuesta exagerada de las vías respiratorias a estímulos como alérgenos, cambios de temperatura y ejercicio, lo que resulta en broncoconstricción y obstrucción del flujo aéreo. Esta condición no solo incrementa la resistencia al flujo de aire, sino que también puede disminuir la capacidad pulmonar, afectando la calidad de vida de quienes padecen asma. Además, la inflamación crónica puede llevar a la remodelación de las vías

respiratorias, que incluye engrosamiento de la membrana basal e hipertrofia del músculo liso, exacerbando la obstrucción del flujo aéreo. La comprensión de estos procesos es fundamental para el desarrollo de tratamientos efectivos y estrategias de manejo. Esto incluye la identificación de desencadenantes, el uso de medicamentos antiinflamatorios y broncodilatadores, y el fomento de hábitos de vida saludables para controlar los síntomas y prevenir exacerbaciones. A continuación, se muestran los principales aspectos involucrados en el desarrollo y manifestación de dicha enfermedad.

2.1 Inflamación crónica de las vías respiratorias

Uno de los aspectos más relevantes en la fisiopatología del asma es la inflamación crónica de las vías respiratorias. Esta inflamación afecta de manera significativa tanto la estructura como la función del sistema respiratorio, lo que conduce a la aparición de síntomas típicos de la enfermedad (Raby et al., 2023). Los principales tipos de células involucradas en esta respuesta inflamatoria incluyen:

- Células inmunitarias clave: eosinófilos, mastocitos y linfocitos T. Estas células son responsables de liberar mediadores inflamatorios como las citoquinas (IL-4, IL-5, IL-13), que perpetúan la inflamación y activan otras células del sistema inmunológico.
- Mediadores inflamatorios: sustancias como los leucotrienos y prostaglandinas, que contribuyen a la contracción del músculo liso bronquial e incrementan la permeabilidad vascular, favoreciendo el edema y la producción de moco.

2.2 Respuesta inmunológica desregulada

El asma se caracteriza por una fuerte implicación inmunológica, que se manifiesta por una respuesta exagerada a alérgenos ambientales. Esta respuesta es principalmente de tipo TH2 (linfocitos T helper tipo 2), lo que genera una producción excesiva de inmunoglobulina E (IgE) (Harker & Lloyd, 2023). Los procesos inmunológicos clave incluyen:

- Exposición a alérgenos: elementos como los ácaros del polvo, el polen o diversos contaminantes, que desencadenan la activación de los mastocitos, lo que a su vez conduce a la liberación de histamina.
- Producción de IgE: los alérgenos estimulan la producción de esta inmunoglobulina, que activa los mastocitos y da lugar a la liberación de mediadores inflamatorios.

2.3 Hiperreactividad bronquial

La hiperreactividad bronquial es una de las características más representativas del asma. Las vías respiratorias de las personas con asma son más sensibles a

reaccionar ante diversos estímulos, tales como alérgenos, temperaturas frías, actividad física y contaminantes ambientales (Brutsche et al., 2006). Esta sensibilidad exacerbada se traduce en:

- Broncoconstricción: se produce una contracción excesiva del músculo liso bronquial, lo que reduce considerablemente el calibre de las vías aéreas y dificulta el flujo de aire.
- Incremento en la producción de moco: las glándulas mucosas dentro de las vías respiratorias producen cantidades excesivas de moco, lo que contribuye a la obstrucción de estas.

2.4 Remodelación de las vías respiratorias

La inflamación crónica y persistente del asma puede desencadenar procesos de remodelación en las vías respiratorias (Varricchi et al., 2022). Este fenómeno patológico implica cambios estructurales permanentes que incluyen:

- Aumento del grosor de la membrana basal: el epitelio bronquial se engrosa, lo que disminuye la flexibilidad de las vías respiratorias.
- Hipertrofia del músculo liso: las paredes de los bronquios experimentan un crecimiento excesivo del músculo liso, lo que contribuye a una mayor broncoconstricción.
- Fibrosis subepitelial: la acumulación de tejido fibroso en las vías aéreas disminuye aún más su capacidad para dilatarse y facilita la obstrucción del flujo de aire.

2.5 Implicaciones funcionales

La interacción entre inflamación, hiperreactividad y remodelación de las vías respiratorias afecta significativamente la función pulmonar (Rutting et al., 2022). Los cambios incluyen:

- Obstrucción del flujo aéreo: aunque esta puede ser reversible, en casos graves puede evolucionar hacia una obstrucción crónica.
- Reducción de la capacidad pulmonar: debido a la reducción del calibre de las vías respiratorias, la capacidad de los pulmones para inhalar y exhalar aire de manera eficiente se ve comprometida, lo que aumenta la sensación de falta de aire.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad de asma

Las personas con asma han sido tradicionalmente prudentes al practicar actividad física debido a la posibilidad de que el esfuerzo físico desencadenase síntomas asmáticos como el broncoespasmo inducido por el ejercicio (Pruitt et al., 2024). Sin embargo, en los últimos años, se ha producido un cambio notable como

consecuencia de la creciente evidencia científica que demuestra los amplios beneficios del ejercicio físico para personas con asma (Carson et al., 2013). Lejos de agravar la condición, cuando se realiza de manera controlada y bajo la supervisión de un profesional, la actividad física puede optimizar la función pulmonar, reducir la inflamación de las vías respiratorias e incrementar la calidad de vida de estas personas (Ilustración 2) (França-Pinto et al., 2015). No obstante, a pesar de los múltiples beneficios que el ejercicio tiene sobre esta enfermedad, las personas con asma suelen presentar niveles reducidos de actividad física en comparación con la población general (Cordova-Rivera et al., 2018).



Ilustración 2. Beneficios de la actividad física en la enfermedad de asma

Se ha demostrado que la actividad física es una intervención segura y eficaz para mejorar el control del asma. El ejercicio regular, más allá de sus extensos beneficios en la salud física y mental, contribuye a la mejora de la capacidad aeróbica, fortalece los músculos respiratorios y reduce la frecuencia y severidad de las exacerbaciones asmáticas. Los pacientes que integran la actividad física en su

rutina diaria suelen experimentar menos síntomas, una mayor tolerancia al esfuerzo y una reducción en el uso de medicación de rescate (Evaristo et al., 2020). En este sentido, un reciente artículo estableció que el uso de atención médica es mayor en personas asmáticas físicamente inactivas en comparación con asmáticos físicamente activos (Dogra et al., 2009). De manera paralela, se ha observado que el ejercicio contribuye a mitigar las comorbilidades que pueden acompañar al asma, como la obesidad y las enfermedades cardiovasculares. En este contexto, los beneficios del ejercicio en personas con asma pueden dividirse en dos áreas: los efectos preventivos y los efectos terapéuticos.

3.1 Efectos preventivos de la actividad física en personas con asma

El ejercicio físico regular, cuando se lleva a cabo de manera controlada y con las precauciones necesarias, tiene un impacto preventivo significativo en personas con asma. Este tipo de ejercicio ayuda a reducir la incidencia de exacerbaciones y mejora la capacidad de los pacientes para responder a estímulos que, de otro modo, podrían desencadenar síntomas asmáticos.

1. Mejora de la capacidad pulmonar: uno de los beneficios más destacados del ejercicio físico regular es su capacidad para optimizar el rendimiento pulmonar en individuos con asma. El entrenamiento aeróbico regular no solo fortalece los músculos respiratorios, sino que también mejora la eficacia del sistema respiratorio en su conjunto, facilitando la expansión y contracción de los pulmones durante el proceso de respiración (Hansen et al., 2020). Esta mejora es especialmente crucial en personas que padecen asma, ya que esta enfermedad está asociada con una obstrucción reversible de las vías respiratorias, lo que puede llevar a dificultades para respirar. A través de la práctica regular, los pacientes pueden experimentar una reducción de los episodios asmáticos y una mejora general en su calidad de vida. Además, el ejercicio promueve un mayor intercambio gaseoso en los pulmones, lo que puede resultar en una oxigenación más eficiente del cuerpo.
2. Descenso de la hiperreactividad bronquial: un programa de ejercicio bien diseñado permite reducir esta hiperreactividad. Estudios previos han demostrado que la actividad aeróbica moderada tiene un efecto antiinflamatorio que ayuda a reducir la inflamación crónica en las vías respiratorias, lo que disminuye la respuesta bronquial frente a los desencadenantes comunes del asma (Eichenberger et al., 2013). Este efecto preventivo es particularmente relevante para personas que padecen asma inducida por el ejercicio, ya que les permite participar en actividades físicas con un menor riesgo de exacerbaciones.
3. Fortalecimiento del sistema inmunológico: El ejercicio físico también contribuye a mejorar la respuesta inmunológica, lo que es esencial para

prevenir infecciones respiratorias, uno de los principales desencadenantes de las exacerbaciones asmáticas. Diversos estudios han demostrado que el ejercicio moderado puede aumentar la actividad de las células inmunitarias encargadas de combatir virus y bacterias, lo que reduce el riesgo de infecciones del tracto respiratorio superior (Suzuki & Hayashida, 2021). Estas infecciones suelen agravar los síntomas del asma, por lo que su prevención a través del ejercicio es un beneficio importante para las personas que padecen esta condición.

4. **Prevención de comorbilidades:** el asma a menudo se asocia con otras condiciones crónicas como la obesidad, la hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares, entre otras. Esta relación se debe en parte a que la inactividad física es común entre las personas asmáticas, quienes suelen temer que el ejercicio pueda desencadenar sus síntomas. Este miedo, a menudo, resulta en una reducción de la actividad física, lo que puede favorecer el desarrollo de estas comorbilidades. No obstante, la práctica regular de ejercicio físico se ha demostrado como una estrategia eficaz para prevenir y controlar estas afecciones asociadas (de Lima et al., 2023). El ejercicio ayuda a mejorar la salud cardiovascular, facilita el control del peso y contribuye a una mejor función pulmonar. Además, los programas de actividad física pueden tener efectos positivos sobre el estado de ánimo, reduciendo la ansiedad y la depresión que a menudo acompañan a las enfermedades crónicas. Incorporar el ejercicio en la rutina diaria no solo favorece el control de los síntomas asmáticos, sino que también ayuda a prevenir la aparición de otras condiciones de salud relacionadas con la inactividad.
5. **Reducción del broncoespasmo inducido por ejercicio:** el broncoespasmo inducido por ejercicio es una complicación común que enfrentan muchas personas con asma, especialmente en aquellos casos en los que la enfermedad no está bien controlada. Esta reacción ocurre cuando las vías respiratorias se constriñen durante o después del ejercicio, lo que provoca síntomas como tos, sibilancias y dificultad para respirar. Sin embargo, se ha demostrado que un entrenamiento progresivo y bien planificado puede ayudar a reducir la incidencia de broncoespasmo inducido por el ejercicio y mejorar la capacidad de los pacientes para realizar actividad física sin experimentar síntomas asmáticos (Ora et al., 2024). La implementación de ejercicios de calentamiento adecuados es fundamental para preparar el cuerpo y las vías respiratorias antes de comenzar cualquier actividad física. Además, el uso de broncodilatadores preventivos, que se deben tomar antes del ejercicio, puede proporcionar un alivio adicional al dilatar las vías respiratorias y facilitar el flujo de aire. La implementación de estas medidas puede reducir significativamente el riesgo de experimentar broncoespas-

mo durante la actividad física, permitiendo a los pacientes con asma participar en tareas físicas con mayor confianza y comodidad.

3.2 Efectos terapéuticos de la actividad física en personas con asma

Además de sus efectos preventivos, el ejercicio físico tiene una serie de beneficios terapéuticos que son clave para mejorar el control del asma y la calidad de vida de las personas que padecen esta enfermedad. Estos efectos terapéuticos incluyen una mejoría en el control de los síntomas, una reducción de la dependencia de la medicación de rescate y un aumento de la tolerancia al esfuerzo.

1. **Mejora del control del asma:** Numerosos estudios han demostrado que las personas con asma que realizan ejercicio regularmente experimentan una mejora significativa en el control de la enfermedad (Jaakkola et al., 2020). El ejercicio ayuda a reducir la inflamación de las vías respiratorias, lo que facilita la respiración y disminuye la frecuencia de los episodios asmáticos. Además, el entrenamiento físico mejora la capacidad de los pacientes para manejar los síntomas del asma, lo que reduce la necesidad de utilizar medicamentos de rescate, como los inhaladores broncodilatadores.
2. **Aumento de la tolerancia al esfuerzo:** Uno de los síntomas más debilitantes del asma es la disnea, o sensación de falta de aire, que limita la capacidad de las personas para realizar actividades cotidianas. Sin embargo, el ejercicio regular puede mejorar la tolerancia al esfuerzo en personas con asma, permitiéndoles realizar actividades físicas con menor dificultad y sensación de disnea. Al fortalecer los músculos respiratorios y mejorar la capacidad aeróbica, el ejercicio reduce la percepción de fatiga y facilita la realización de tareas diarias.
3. **Reducción del estrés y mejora del bienestar psicológico:** El asma no solo afecta la salud física, sino que también tiene un impacto significativo en el bienestar psicológico de los pacientes. Las personas con asma a menudo experimentan ansiedad y estrés debido a la imprevisibilidad de los síntomas y el miedo a las exacerbaciones. El ejercicio, además de sus beneficios físicos, tiene un efecto positivo en la salud mental (Kong et al., 2021). La actividad física regular reduce los niveles de cortisol, la hormona del estrés, y aumenta la producción de endorfinas, lo que mejora el estado de ánimo y reduce la ansiedad.
4. **Mejora de la calidad de vida:** El asma puede limitar la capacidad de los pacientes para participar en actividades sociales, laborales y recreativas, lo que impacta negativamente en su calidad de vida. Sin embargo, al mejorar el control de los síntomas, aumentar la tolerancia al esfuerzo y reducir el estrés, el ejercicio permite a los pacientes con asma llevar una vida más activa y plena. Varios estudios han demostrado que las personas

con asma que participan en programas de ejercicio regular reportan una mejora significativa en su calidad de vida, tanto en términos de salud física como de bienestar emocional (Dogra et al., 2011).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la patología de asma

Dada la amplia gama de beneficios que ofrece la práctica regular de actividad física para individuos con asma, resulta fundamental llevar a cabo una adecuada prescripción y planificación de un programa de ejercicio físico. Este programa debe estar diseñado para adaptarse a las necesidades particulares de cada persona, teniendo en cuenta varios aspectos críticos como su estado de salud general, los desencadenantes específicos de sus síntomas asmáticos y su nivel actual de condición física (Coulter et al., 2015).

La personalización de estos programas de ejercicio es esencial no solo para optimizar los resultados que se pueden obtener a través del ejercicio, sino también para minimizar los riesgos asociados que pueden surgir durante la actividad física. Por ejemplo, una planificación cuidadosa puede ayudar a evitar que los pacientes se expongan a condiciones que podrían provocar exacerbaciones de su asma, como el ejercicio en ambientes fríos o la realización de actividades en presencia de alérgenos. Al considerar la naturaleza única de la condición asmática de cada individuo, se puede promover un mejor control de la enfermedad respiratoria, lo que resulta en una mejora general de la calidad de vida. Además, contar con un programa adaptado a las necesidades específicas de cada persona fomenta una mayor adherencia al ejercicio, ya que las personas son más propensas a mantenerse activas cuando las actividades son agradables y apropiadas para su capacidad. Esto se traduce en una mayor motivación para seguir el programa y, por ende, en una mejor gestión del asma a largo plazo. Por lo tanto, es crucial que los profesionales de la salud trabajen en conjunto con los pacientes para desarrollar programas de ejercicio que no solo sean seguros y efectivos, sino que también se alineen con sus preferencias y objetivos personales.

A continuación, veremos la evaluación inicial necesaria para establecer un programa de ejercicio, así como los elementos y consideraciones más relevantes a tener en cuenta en el diseño de dicho programa para personas con asma. También abordaremos el manejo de los síntomas que pueden surgir una vez que se ha comenzado la práctica de ejercicio, asegurando así una experiencia segura y beneficiosa para los pacientes. Este enfoque integral no solo optimiza la eficacia del ejercicio, sino que también promueve un bienestar general y una mayor calidad de vida para quienes viven con esta enfermedad crónica. Con una planificación adecuada y un seguimiento continuo, los pacientes pueden aprovechar al máximo los beneficios del ejercicio, convirtiéndolo en un aliado en la gestión de su asma.

4.1 Evaluación inicial

Antes de diseñar un plan de ejercicio físico, es crucial realizar una evaluación completa del paciente. Esta evaluación debe incluir:

1. **Historia médica:** la recopilación de información médica es un paso fundamental en la evaluación inicial de un paciente asmático que desea iniciar un programa de ejercicio. Se debe registrar el tipo y la gravedad del asma, así como la frecuencia de los ataques asmáticos y los medicamentos que el paciente utiliza actualmente. Esta información proporciona una base esencial para entender cómo el asma impacta en la vida del paciente y cómo se puede manejar durante el ejercicio. Es crucial identificar los desencadenantes específicos del asma, que pueden incluir alérgenos, aire frío y contaminantes ambientales para tenerlos en consideración durante las sesiones de entrenamiento. Además, es importante conocer si la persona sufre alguna otra patología o comorbilidad. Tener en cuenta todos estos factores ayuda a planificar sesiones que minimicen el riesgo de exacerbaciones asmáticas y garanticen una experiencia de ejercicio más segura y efectiva.
2. **Examen físico:** es recomendable un chequeo físico para evaluar el estado general de salud del paciente. Esto no solo proporciona información sobre el bienestar físico del paciente, sino que también permite identificar posibles riesgos o condiciones concurrentes que necesiten atención especial durante el programa de ejercicio. Dicho examen debe incluir las siguientes evaluaciones:
 - 2.1. **Evaluación de la función pulmonar:** la realización de espirometrías o pruebas de función pulmonar es esencial para medir la capacidad respiratoria del paciente y determinar el control de su asma. Estas pruebas permiten obtener datos objetivos sobre la función pulmonar, lo que es fundamental para ajustar los parámetros del ejercicio, como el tipo de actividad y la intensidad a la que se realiza. Evaluar la función pulmonar antes de iniciar un programa de ejercicio ayuda a personalizar el enfoque de entrenamiento y a establecer metas alcanzables y seguras para el paciente.
 - 2.2. **Evaluación de la condición física:** evaluar la resistencia cardiovascular, la fuerza muscular y la flexibilidad del paciente. Este análisis es clave para establecer una línea base desde la cual se podrá medir el progreso del paciente a lo largo del programa de ejercicio. A partir de esta línea base, se puede aplicar el principio de progresión, lo que significa que el paciente comenzará con un nivel de actividad adecuado a su condición actual y aumentará gradualmente la intensidad y duración del ejercicio a medida que

se sienta más cómodo y mejore su capacidad física. Este enfoque no solo maximiza los beneficios del ejercicio, sino que también asegura que el paciente se sienta motivado y apoyado en su proceso de mejora.

4.2 Diseño del programa de ejercicio

Una vez completada la evaluación inicial, se puede proceder a diseñar un programa de ejercicio individualizado que se ajuste a las capacidades y necesidades del paciente (Freeman et al., 2020). Las principales consideraciones para la planificación incluyen:

- Tipo de ejercicio adecuado: se deben seleccionar actividades que sean generalmente bien toleradas por las personas con asma y tomar las precauciones pertinentes en caso de realizar ejercicios que puedan desencadenar síntomas. La Tabla 1 muestra diferentes tipos de ejercicio físico y deportes clasificados en 3 apartados en función de su capacidad asmogénica (adaptado de Del Giacco et al., 2015): 1) Ejercicios y deportes de bajo riesgo: son generalmente seguros y pueden ser parte de un programa de ejercicios efectivo para personas con asma; 2) Ejercicios y deportes de riesgo medio: aunque pueden ser posibles para algunas personas, se recomienda precaución y, a menudo, un enfoque más moderado; 3) Ejercicios y deportes de alto riesgo: tienen un mayor riesgo de desencadenar síntomas asmáticos y deben evitarse en la mayoría de los casos.
- Intensidad: la intensidad del ejercicio para personas con asma debe ser cuidadosamente ajustada, comenzando con un nivel moderado y aumentando gradualmente a medida que el paciente se sienta más cómodo y seguro. El objetivo es evitar que el ejercicio sea tan exigente que desencadene síntomas asmáticos. Generalmente, se recomienda que los pacientes alcancen un total de 150 minutos semanales de actividad aeróbica moderada, distribuidos en varias sesiones a lo largo de la semana. Para aquellos con un buen control del asma, la intensidad puede aumentarse gradualmente, siempre prestando atención a las señales del cuerpo y adaptando el esfuerzo para evitar exacerbaciones. Los pacientes deben tener acceso a su inhalador de rescate en caso de que sientan síntomas respiratorios.
- Duración: en personas con asma, es crucial ser conscientes del riesgo de broncoespasmo inducido por el ejercicio. Este fenómeno alcanza su máxima intensidad entre los 8 y 15 minutos después de iniciar la actividad física y generalmente desaparece en una hora (Tan & Spector, 1998). Por ello, al principio es recomendable realizar sesiones cortas de entre 10 y 15 minutos de duración, permitiendo al cuerpo adaptarse a la actividad física

sin someterlo a un esfuerzo prolongado que pudiera desencadenar síntomas. A medida que el paciente se sienta más cómodo y su asma esté bien controlada, se puede aumentar la duración del ejercicio de manera progresiva hasta alcanzar sesiones de aproximadamente 30 a 60 minutos. El aumento debe ser gradual, de manera que el paciente pueda mantener una respiración estable y controlar posibles síntomas de asma durante el ejercicio.

Tabla 1. Clasificación de ejercicios y deportes según su capacidad asmogénica. Adaptado de Del Giacco et al. (2015).

Bajo riesgo	Riesgo medio	Alto riesgo
<p>Ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios aeróbicos a intensidad moderada-baja (caminar, bicicleta por terreno llano...) • Ejercicios de fuerza a intensidad moderada-baja (peso corporal, peso libre, máquinas, mancuernas en gimnasio, bandas elásticas...) • Ejercicios de flexibilidad. (estiramientos, yoga, pilates, taichí...) 	<p>Ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de alta intensidad 	<p>Ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios en ambientes secos y fríos • Ejercicios de alta intensidad sin calentamiento
<p>Todos los deportes en los que el deportista realiza <5-8 min de esfuerzo</p>	<p>Deportes de equipo en general, en los que el esfuerzo continuo rara vez dura más de 5-8 min</p>	<p>Todos los deportes en los que el deportista realiza un esfuerzo de >5-8 min y/o en un entorno de aire seco/frío</p>
<p>Deportes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atletismo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Velocidad (100, 200 y 400 m) ○ Media distancia (800 y 1.500 m) ○ Vallas (100, 110 y 400 m) ○ Saltos ○ Lanzamientos ○ Decatlón ○ Heptatlón • Tenis • Esgrima • Gimnasia • Esquí alpino • Boxeo • Golf • Musculación • Halterofilia • Artes marciales • Natación, waterpolo 	<p>Deportes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fútbol • Rugby • Fútbol americano • Baloncesto • Voleibol • Balonmano • Béisbol • Cricket • Hockey sobre hierba 	<p>Deportes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atletismo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Larga distancia (5.000 y 10.000 m) ○ 3.000 m obstáculos ○ Pentatlón (mixto) ○ Marcha (20 y 50 km) ○ Maratón • Deportes de altura • Ciclismo • Esquí de fondo • Hockey sobre hielo • Patinaje sobre hielo • Biatlón

- **Frecuencia:** es recomendable que los pacientes con asma realicen actividad física al menos tres veces por semana, con el fin de obtener beneficios para la salud sin sobrecargar su sistema respiratorio. Al planificar el ejercicio, es importante incluir días de descanso, especialmente después de sesiones de alta intensidad, para permitir una adecuada recuperación del cuerpo y evitar el sobreesfuerzo de las vías respiratorias. La frecuencia debe ajustarse a las necesidades y capacidades de cada paciente, y es posible aumentar el número de sesiones semanales a medida que se controle mejor el asma y se tolere mejor el ejercicio. Mantener una frecuencia regular de ejercicio ayuda a mejorar la capacidad pulmonar y el control del asma a largo plazo.

4.3 Consideraciones a tener en cuenta en personas con asma

1. **Calentamiento y enfriamiento:** en el caso de personas con asma tanto un calentamiento como un enfriamiento adecuado son especialmente importantes. El calentamiento durante al menos 10 minutos ayuda a preparar las vías respiratorias para el esfuerzo físico y reduce el riesgo de ataques asmáticos (Tan & Spector, 1998). Permite observar la respuesta que se pueda tener ese día y así prestar atención a los síntomas para no forzar el cuerpo excesivamente. El enfriamiento o vuelta a la calma, por su parte, permite al cuerpo volver a su estado de reposo de manera gradual.
2. **Educación del paciente:** es fundamental que los pacientes con asma reciban educación adecuada sobre la importancia del ejercicio en la gestión de su condición. Esta educación debe abordar no solo los beneficios de la actividad física, sino también cómo reconocer y manejar los síntomas asmáticos que puedan surgir durante el ejercicio. Además, los pacientes deben aprender a identificar cuándo es seguro para ellos ejercitarse y cuándo es mejor evitar la actividad física, especialmente durante episodios de síntomas asmáticos agudos. Esto implica la capacidad de reconocer signos de advertencia y utilizar un inhalador de rescate si es necesario. Incluir a los cuidadores y familiares en este proceso educativo puede ser beneficioso, ya que ellos también pueden ayudar a los pacientes a tomar decisiones adecuadas sobre su salud y bienestar. Proporcionar a los pacientes herramientas prácticas y conocimientos sobre la gestión de su asma les empodera para llevar un estilo de vida más activo y saludable, minimizando el riesgo de exacerbaciones y maximizando los beneficios del ejercicio.
3. **Influencia de las estaciones del año y condiciones climatológicas:** adaptar el tipo de deporte en base a ello. Identificar y evitar los desencadenantes asmáticos comunes durante el ejercicio, como el aire frío o los ambientes polvorientos. Si es posible, se debe optar por ejercicios en interiores

cuando las condiciones climáticas son desfavorables. Intentar buscar un entorno húmedo y caliente, ya que irritará menos que los entornos secos y fríos. Por ejemplo, la natación es particularmente recomendable debido a que se realiza en condiciones cálidas y húmedas, lo que puede ayudar a reducir la irritación de las vías respiratorias (Grande et al., 2014).

4. Individualización: cada persona con asma tiene una respuesta distinta al ejercicio físico, por lo que es esencial encontrar una actividad que se ajuste a sus características individuales y le permita disfrutar del proceso. Lo que puede ser beneficioso para una persona, podría desencadenar síntomas en otra. Por esta razón, es importante que el ejercicio sea progresivo y ajustado a la condición física y al nivel de control del asma del individuo. Al disfrutar de la actividad, es más probable que la persona mantenga una práctica constante, lo que a largo plazo contribuye a mejorar su condición física y a reducir la frecuencia de los síntomas asmáticos.
5. Ejercicio físico acompañado: realizar actividad física en compañía de otra persona puede ser una estrategia muy útil para quienes padecen asma. La presencia de un compañero no solo motiva a mantener el ejercicio, sino que también aporta un nivel extra de seguridad. En caso de que se produzca un ataque de asma durante la práctica, el acompañante puede brindar asistencia inmediata, avisar a los servicios de emergencia si fuera necesario, o ayudar a la persona asmática a utilizar su medicación de rescate. Este enfoque es especialmente recomendable para principiantes o aquellos que realizan ejercicios más intensos o al aire libre, donde los factores desencadenantes pueden ser menos predecibles.
6. Diario de la función pulmonar: llevar un registro diario de la función pulmonar es una práctica altamente recomendada para las personas con asma. Medir parámetros como el flujo espiratorio máximo antes y después del ejercicio permite identificar patrones y posibles desencadenantes de los síntomas. Este control regular proporciona información valiosa tanto para el paciente como para su médico y educador físico, facilitando ajustes en el tratamiento o en la rutina de ejercicio para evitar exacerbaciones. El diario puede incluir la medición de síntomas, la frecuencia del uso de medicación de rescate y las circunstancias en las que se produjeron los episodios asmáticos.
7. Comunicación con el entrenador: si una persona asmática participa en actividades deportivas organizadas, es esencial que informe a su entrenador acerca de su condición. Esto permitirá que el profesional realice las adaptaciones necesarias en la rutina de ejercicios y que esté alerta ante cualquier signo de problemas respiratorios. Además, el entrenador puede ayudar a diseñar sesiones que incluyan un calentamiento adecuado, evitar

exposiciones a condiciones ambientales que agraven el asma (como aire frío o alta contaminación) y asegurar que la persona asmática cuente con un tiempo suficiente para recuperarse si fuera necesario.

4.4 Manejo de los síntomas durante el ejercicio

Es esencial que los pacientes comprendan cómo manejar sus síntomas asmáticos mientras realizan ejercicio. Algunas estrategias incluyen:

1. **Uso de medicamentos:** las personas con asma que realizan ejercicio deben asegurarse de llevar siempre consigo su inhalador de rescate (por ejemplo, un broncodilatador de acción rápida) y seguir las recomendaciones de su médico sobre su uso antes de comenzar la actividad física. Estos medicamentos ayudan a prevenir o tratar los síntomas asmáticos desencadenados por el esfuerzo físico (Mahler, 1993). Es importante que el paciente haya probado previamente el inhalador y tenga la certeza de que responde adecuadamente a él. El uso preventivo del inhalador antes de ejercitarse puede reducir significativamente el riesgo de broncoespasmo inducido por el ejercicio, una de las principales causas de síntomas asmáticos durante la actividad física. Además, la correcta dosificación y técnica de inhalación garantizan una mayor eficacia del tratamiento.
2. **Monitoreo de la frecuencia respiratoria:** los pacientes deben ser conscientes de su respiración durante el ejercicio y aprender a identificar signos de dificultad respiratoria o cambios en su frecuencia respiratoria. El control de la respiración es clave para prevenir la aparición de síntomas asmáticos, y la práctica de técnicas como la respiración diafragmática puede ayudar a mejorar el control respiratorio durante la actividad física. Esta técnica involucra la expansión del abdomen al inspirar, lo que facilita una respiración más profunda y eficiente. Aprender a regular la respiración y estar atentos a síntomas como el aumento rápido de la frecuencia respiratoria, sibilancias o sensación de opresión en el pecho puede ayudar a los pacientes a ajustar su esfuerzo antes de que los síntomas empeoren.
3. **Adaptaciones en tiempo real:** Si durante el ejercicio el paciente comienza a experimentar síntomas asmáticos, como tos, dificultad para respirar o sibilancias, es fundamental que se detenga de inmediato y utilice su inhalador de rescate. Es posible que la actividad física deba reanudarse de manera progresiva, reduciendo la intensidad o cambiando el tipo de ejercicio para evitar una exacerbación de los síntomas. Adaptar el ejercicio en función de las sensaciones del paciente es clave para mantener una actividad física segura y eficaz.

5. Conclusiones

El ejercicio físico puede ofrecer importantes beneficios para las personas con asma, siempre que se realice con un enfoque planificado y cuidadoso. Es fundamental controlar el asma antes de comenzar la práctica, elegir actividades que tengan menos probabilidad de desencadenar síntomas asmáticos y seguir un programa individualizado y progresivo. Esto implica identificar y gestionar los factores desencadenantes para minimizar el riesgo de episodios asmáticos. Es esencial diseñar un programa que permita a los pacientes aumentar la intensidad y la duración del ejercicio de manera progresiva, adaptándose a sus necesidades individuales y estado de salud. Además, la educación sobre el uso adecuado de broncodilatadores y la prevención de exposiciones a alérgenos son componentes cruciales en el manejo del asma durante el ejercicio. Un seguimiento regular de la función pulmonar permite ajustar el programa de ejercicio según sea necesario, asegurando que se maximicen los beneficios del ejercicio mientras se minimizan los riesgos asociados. Con una planificación adecuada y un enfoque individualizado, el ejercicio no solo mejora la salud física, sino que también contribuye a una mejor calidad de vida para las personas con asma.

6. Referencias bibliográficas

- Brutsche, M. H., Downs, S. H., Schindler, C., Gerbase, M. W., Schwartz, J., Frey, M., Russi, E. W., Ackermann-Liebrich, U., & Leuenberger, P. (2006). Bronchial hyperresponsiveness and the development of asthma and COPD in asymptomatic individuals: SAPALDIA cohort study. *Thorax*, 61(8), 671-677. <https://doi.org/10.1136/thx.2005.052241>
- Carson, K. V., Chandratilleke, M. G., Picot, J., Brinn, M. P., Esterman, A. J., & Smith, B. J. (2013). Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev*(9), Cd001116. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001116.pub4>
- Cordova-Rivera, L., Gibson, P. G., Gardiner, P. A., & McDonald, V. M. (2018). A Systematic Review of Associations of Physical Activity and Sedentary Time with Asthma Outcomes. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 6(6), 1968-1981.e1962. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2018.02.027>
- Coulter, A., Entwistle, V. A., Eccles, A., Ryan, S., Shepperd, S., & Perera, R. (2015). Personalised care planning for adults with chronic or long-term health conditions. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015(3), Cd010523. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010523.pub2>
- de Lima, F. F., Pinheiro, D. H. A., & de Carvalho, C. R. F. (2023). Physical training in adults with asthma: An integrative approach on strategies, mechanisms, and benefits. *Front Rehabil Sci*, 4, 1115352. <https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1115352>
- Del Giacco, S. R., Firinu, D., Bjermer, L., & Carlsen, K. H. (2015). Exercise and asthma: an overview. *Eur Clin Respir J*, 2, 27984. <https://doi.org/10.3402/ecrj.v2.27984>
- Dharmage, S. C., Perret, J. L., & Custovic, A. (2019). Epidemiology of Asthma in Children and Adults. *Front Pediatr*, 7, 246. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00246>
- Dogra, S., Baker, J., & Ardern, C. I. (2009). The role of physical activity and body mass index in the health care use of adults with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 102(6), 462-468. [https://doi.org/10.1016/s1081-1206\(10\)60118-4](https://doi.org/10.1016/s1081-1206(10)60118-4)
- Dogra, S., Kuk, J. L., Baker, J., & Jamnik, V. (2011). Exercise is associated with improved asthma control in adults. *Eur Respir J*, 37(2), 318-323. <https://doi.org/10.1183/09031936.00182209>
- Eichenberger, P. A., Diener, S. N., Kofmehl, R., & Spengler, C. M. (2013). Effects of exercise training on airway hyperreactivity in asthma: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 43(11), 1157-1170. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0077-2>

- Evaristo, K. B., Mendes, F. A. R., Saccomani, M. G., Cukier, A., Carvalho-Pinto, R. M., Rodrigues, M. R., Santaella, D. F., Saraiva-Romanholo, B. M., Martins, M. A., & Carvalho, C. R. F. (2020). Effects of Aerobic Training Versus Breathing Exercises on Asthma Control: A Randomized Trial. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 8(9), 2989-2996.e2984. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.06.042>
- França-Pinto, A., Mendes, F. A., de Carvalho-Pinto, R. M., Agondi, R. C., Cukier, A., Stelmach, R., Saraiva-Romanholo, B. M., Kalil, J., Martins, M. A., Giavina-Bianchi, P., & Carvalho, C. R. (2015). Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial. *Thorax*, 70(8), 732-739. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-206070>
- Freeman, A. T., Staples, K. J., & Wilkinson, T. M. A. (2020). Defining a role for exercise training in the management of asthma. *Eur Respir Rev*, 29(156). <https://doi.org/10.1183/16000617.0106-2019>
- Grande, A. J., Silva, V., Andriolo, B. N., Riera, R., Parra, S. A., & Peccin, M. S. (2014). Water-based exercise for adults with asthma. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(7), Cd010456. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010456.pub2>
- Hansen, E. S. H., Pitzner-Fabricsius, A., Toennesen, L. L., Rasmusen, H. K., Hostrup, M., Hellsten, Y., Backer, V., & Henriksen, M. (2020). Effect of aerobic exercise training on asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*, 56(1). <https://doi.org/10.1183/13993003.00146-2020>
- Harker, J. A., & Lloyd, C. M. (2023). T helper 2 cells in asthma. *J Exp Med*, 220(6). <https://doi.org/10.1084/jem.20221094>
- Jaakkola, M. S., Aalto, S. A. M., Hyrkäs-Palmu, H., & Jaakkola, J. J. K. (2020). Association between regular exercise and asthma control among adults: The population-based Northern Finnish Asthma Study. *PLoS One*, 15(1), e0227983. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227983>
- Kong, S., So, W. Y., & Jang, S. (2021). The Association between Vigorous Physical Activity and Stress in Adolescents with Asthma. *Int J Environ Res Public Health*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph18073467>
- Mahler, D. A. (1993). Exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc*, 25(5), 554-561.
- Ora, J., De Marco, P., Gabriele, M., Cazzola, M., & Rogliani, P. (2024). Exercise-Induced Asthma: Managing Respiratory Issues in Athletes. *J Funct Morphol Kinesiol*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/jfkm9010015>
- Pruitt, B., Gregory, K. L., & Cochran, A. (2024). Exercise-induced bronchoconstriction. *Nursing*, 54(10), 31-36. <https://doi.org/10.1097/nsg.000000000000067>
- Raby, K. L., Michaeloudes, C., Tonkin, J., Chung, K. F., & Bhavsar, P. K. (2023). Mechanisms of airway epithelial injury and abnormal repair in asthma and COPD. *Front Immunol*, 14, 1201658. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1201658>
- Rutting, S., Thamrin, C., Cross, T. J., King, G. G., & Tonga, K. O. (2022). Fixed Airflow Obstruction in Asthma: A Problem of the Whole Lung Not of Just the Airways. *Front Physiol*, 13, 898208. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.898208>
- Suzuki, K., & Hayashida, H. (2021). Effect of Exercise Intensity on Cell-Mediated Immunity. *Sports (Basel)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/sports9010008>
- Tan, R. A., & Spector, S. L. (1998). Exercise-induced asthma. *Sports Med*, 25(1), 1-6. <https://doi.org/10.2165/00007256-199825010-00001>
- Varricchi, G., Ferri, S., Pepys, J., Poto, R., Spadaro, G., Nappi, E., Paoletti, G., Virchow, J. C., Heffler, E., & Canonica, W. G. (2022). Biologics and airway remodeling in severe asthma. *Allergy*, 77(12), 3538-3552. <https://doi.org/10.1111/all.15473>

Bloque 6. - Enfermedades músculo- esqueléticas

Sarcopenia y dinapenia: Fisiopatología, prescripción y planificación de ejercicio físico

Pablo J. Marcos-Pardo^{1,2} - pjmarcos@ual.es

Raquel Vaquero-Cristóbal³ - raquel.vaquero@um.es

Dalmo Roberto Lopes Machado⁴ - dalmo@usp.br

Pedro Pugliesi Abdalla^{4,5} - pedroabdalla11@gmail.com

Claudio Joaquim Borba-Pinheiro⁶ - claudio.pinheiro@uepa.br

Rodrigo Gomes de Souza Vale⁷ - rodrigo.vale@uerj.br

¹SPORT Research Group (CTS-1024), CIBIS (Centro de Investigación para el Bienestar y la Inclusión Social). University of Almería.

²Department of Education, Faculty of Education Sciences. University of Almería

³Research Group Movement Sciences and Sport (MS&SPORT), Department of Physical Activity and Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences. University of Murcia.

⁴Study and Research Group on Anthropometry, Training and Sport, University of Sao Paulo.

⁵Claretino University Centre, Red de Educación.

⁶Programa de Post-Graduação Stricto Sensu em Reabilitação (PPGREAB). Universidad del Estado de Pará (UEPA) Brasil.

⁷Rio de Janeiro State University (UERJ).

Resumen

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida de masa muscular y funcionalidad, común en adultos mayores, que incrementa el riesgo de caídas, fracturas, dependencia y mortalidad prematura. Esta condición involucra tanto la pérdida de masa como de fuerza muscular. La sarcopenia está influida por cambios en el metabolismo proteico, inflamación crónica de bajo grado, desequilibrios hormonales, disfunción mitocondrial y resistencia anabólica, que llevan a la degradación muscular. Por su parte, la dinapenia, definida como la disminución de la fuerza muscular, puede ocurrir antes de la pérdida significativa de masa muscular, afectando la calidad de vida de los adultos mayores. Este fenómeno se asocia a factores como la atrofia selectiva de fibras musculares de contracción rápida y la disfunción neuromuscular, que incluyen pérdida de unidades motoras activas y menor sincronización de las motoneuronas. El tratamiento de la sarcopenia y dinapenia incluye ejercicios de fuerza, resistencia, equilibrio y flexibilidad. El entrenamiento de fuerza es especialmente eficaz para mejorar masa y fuerza muscular, recomendado junto a ejercicios cardiorrespiratorios para optimizar la funcionalidad. Además, los ejercicios de equilibrio ayudan a reducir el riesgo de caídas. La supervisión y progresión adecuada son claves para maximizar los beneficios y minimizar riesgos. Además, es necesario realizar una valoración para ver los progresos del entrenamiento realizado, recomendándose el test de una repetición máxima (1RM), adaptado en personas mayores mediante repeticiones submáximas; mediciones isométricas o mediciones de la fuerza de la velocidad de ejecución. Estas pruebas permiten estimar la fuerza sin riesgo de lesiones, permitiendo la individualización del programa de ejercicio físico. En conclusión, una combinación de entrenamiento de fuerza, cardiorrespiratorio, equilibrio y flexibilidad, junto con una evaluación adecuada, puede mitigar la progresión de la sarcopenia y dinapenia, promoviendo un envejecimiento funcional y saludable en el adulto mayor.

Palabras clave: Entrenamiento de fuerza; Envejecimiento; Fuerza muscular; Masa muscular

1. Introducción

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva de masa muscular esquelética y funcionalidad, prevalente en la población envejecida y estrechamente asociado con un mayor riesgo de caídas, fracturas, discapacidad funcional y mortalidad prematura. De acuerdo con la definición revisada del Grupo Europeo de Trabajo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP2), esta condición no solo implica una reducción de la masa muscular, sino también un deterioro en la fuerza muscular y el rendimiento físico, componentes esenciales para mantener la autonomía en las actividades de la vida diaria (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Por su parte, la dinapenia se define como la disminución de la fuerza muscular asociada al envejecimiento y, con frecuencia, precede la pérdida de masa muscular característica de la sarcopenia. Este fenómeno tiene un impacto significativo en la funcionalidad física y la calidad de vida de los adultos mayores (Manini & Clark, 2012). Aunque sarcopenia y dinapenia están estrechamente interrelacionados, la evidencia científica indica que es la disminución de la fuerza, más que la reducción de la masa muscular, el factor que más fuertemente asociado está con el deterioro funcional y el riesgo de discapacidad en esta población (Manini & Clark, 2012). Además, la dinapenia no necesariamente implica una reducción significativa en la masa muscular, lo que resalta la importancia de factores neuromusculares y la calidad del tejido muscular en la preservación de la fuerza y la autonomía funcional.

2. Fisiopatología de la Sarcopenia y la Dinapenia

El desarrollo de la sarcopenia responde a múltiples factores fisiopatológicos, destacándose alteraciones en el metabolismo proteico; la inflamación crónica de bajo grado, conocida como *inflammaging*; desequilibrios hormonales como la disminución de hormonas anabólicas como la testosterona y la hormona del crecimiento, principalmente; y la resistencia a la insulina, además de disfunciones mitocondriales que comprometen la eficiencia energética celular (García-Hermoso et al., 2020). Estas interacciones complejas subrayan la naturaleza sistémica de la sarcopenia, involucrando tanto mecanismos biológicos como cambios conductuales asociados con el envejecimiento.

Más concretamente, la sarcopenia está asociada con una serie de factores multifactoriales, que incluyen:

- Cambios en la síntesis y degradación proteica: Con el envejecimiento, la síntesis proteica muscular se ve comprometida, resultando en un balance proteico negativo. La respuesta anabólica al ejercicio y la ingesta proteica se torna menos eficiente en adultos mayores, fenómeno conocido como resistencia anabólica (Wilkinson et al., 2018). Esta resistencia se asocia con una menor activación de la vía mTOR, fundamental para la síntesis

proteica, y un aumento en la actividad de vías catabólicas, como la del sistema ubiquitina-proteasoma, que facilita la degradación muscular (Wilkinson et al., 2018). La inflamación sistémica crónica típica del envejecimiento potencia esta degradación mediante la activación de mediadores inflamatorios, como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), que favorecen la proteólisis y la apoptosis celular (Calvani et al., 2017).

- Alteración en las vías de señalización anabólica y catabólica: La disminución en la activación de mTOR, acompañada por una mayor actividad del sistema ubiquitina-proteasoma y de la autofagia, son determinantes en la degradación muscular asociada al envejecimiento (Laplante & Sabatini, 2012).
- Inflamación crónica (inflammaging): La inflamación sistémica de bajo grado, típica del envejecimiento, estimula la degradación muscular al activar como la señalización de NF- κ B, que promueven la proteólisis y contribuye al deterioro funcional (García-Hermoso et al., 2020).
- Disfunción mitocondrial y estrés oxidativo: La disfunción mitocondrial es un aspecto crucial en la progresión de la sarcopenia, dado que el deterioro mitocondrial conlleva a una mayor producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), exacerbando la proteólisis y promoviendo la apoptosis de las células musculares. De esta forma, la acumulación de ROS induce daño oxidativo, apoptosis y atrofia muscular, contribuyendo a la pérdida de masa y funcionalidad en adultos mayores. Este deterioro afecta tanto la eficiencia mitocondrial como la homeostasis del tejido muscular (Cesari et al., 2020). Como consecuencia, este proceso acelera la pérdida de masa muscular y agrava la atrofia muscular con el envejecimiento (Joseph et al., 2020).
- Cambios hormonales: Los cambios hormonales también desempeñan un papel importante en la pérdida de masa muscular. La disminución en los niveles de hormonas anabólicas como la testosterona, estrógenos y hormona de crecimiento, junto con la resistencia a la insulina, altera negativamente el equilibrio anabólico-catabólico, contribuyendo al deterioro muscular (Morley et al., 2014; Morley et al., 2011).

Aunque sarcopenia y dinapenia están vinculadas, la pérdida de fuerza muscular (dinapenia) puede desarrollarse de manera independiente o más acelerada que la pérdida de masa muscular. Esto resalta la relevancia de la calidad del tejido muscular y de los factores neuromusculares en la disminución de la fuerza. De esta forma, los mecanismos subyacentes a la dinapenia incluyen una combinación de cambios estructurales y funcionales en el músculo esquelético y el sistema nervioso.

Desde el punto de vista muscular, la atrofia selectiva que lleva a la reducción en el número y tamaño de las fibras musculares tipo II, (de contracción rápida), que son esenciales para movimientos potentes y explosivos, es un aspecto destacado de la sarcopenia, lo que contribuye a la disminución de la fuerza y la velocidad de contracción (Clark & Manini, 2010; Goodpaster et al., 2006). También destaca la infiltración grasa intramuscular, que compromete la capacidad contráctil y disminuye la eficiencia del músculo para generar fuerza (Goodpaster et al., 2006).

En el ámbito neuromuscular, se observa una disfunción de las unidades motoras, caracterizada por una reducción del número de unidades motoras activas, y una disminución de la tasa de disparo como en la sincronización de las motoneuronas, lo que deteriora la eficiencia del sistema nervioso en la activación del músculo (Hunter et al., 2016). Asimismo, la pérdida de plasticidad neuronal limita la capacidad de reinnervación de las fibras musculares que han perdido su inervación, lo que agrava la disminución de la fuerza incluso sin una pérdida significativa de masa muscular. Un fenómeno crítico en este contexto es el déficit de activación, es decir, la incapacidad del sistema nervioso para activar completamente el músculo durante una contracción voluntaria máxima (Clark & Manini, 2010).

3. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la Sarcopenia y la Dinapenia

La reducción de la fuerza muscular, particularmente en las extremidades inferiores, tiene consecuencias graves para la funcionalidad y la calidad de vida. Está estrechamente asociada con un mayor riesgo de caídas, fracturas, y la pérdida de independencia en las actividades de la vida diaria (Cruz-Jentoft et al., 2019). Además, la dinapenia se asocia con un mayor riesgo de mortalidad, independiente de la masa muscular, lo que subraya la necesidad de enfoques terapéuticos que se centren no solo en la preservación de la masa muscular, sino también en la mejora y el mantenimiento de la fuerza muscular y la eficiencia neuromuscular durante el envejecimiento (García-Hermoso et al., 2020). Como consecuencia de lo anterior, el ejercicio físico es una intervención en la prevención y tratamiento tanto de la sarcopenia como de la dinapenia, mejorando la masa y la fuerza muscular, así como la funcionalidad y la calidad de vida de los adultos mayores.

Las estrategias de intervención para prevenir o tratar la dinapenia deben enfocarse principalmente en el entrenamiento de fuerza, que ha demostrado ser efectivo para mejorar la función neuromuscular y la fuerza muscular, incluso en personas mayores. Estudios han demostrado que el entrenamiento de fuerza-resistencia de alta intensidad puede aumentar la activación neuromuscular y revertir parcialmente la pérdida de fuerza en adultos mayores, lo que sugiere que este deterioro no es irreversible y puede mitigarse con programas de ejercicio físico bien diseñados (Marcos-Pardo et al., 2019). Las modalidades más eficaces para el

tratamiento de la sarcopenia incluyen el entrenamiento de fuerza, el entrenamiento cardiorrespiratorio, y las actividades de equilibrio y flexibilidad.

3.1. Entrenamiento de Fuerza

El entrenamiento de fuerza es la intervención principal para contrarrestar la pérdida de masa y fuerza muscular asociada al envejecimiento. Las recomendaciones actuales sugieren ejercicios de fuerza dos o más veces por semana, involucrando los principales grupos musculares (Fragala et al., 2019).

Un metaanálisis reciente destaca que la combinación de entrenamientos con cargas moderadas a altas (70%-85% del 1RM) y realizar entre 6 y 12 repeticiones por serie es efectivo para aumentar la fuerza y la masa muscular en adultos mayores con sarcopenia. Además, la suplementación con proteínas puede mejorar las respuestas anabólicas del entrenamiento, aunque su impacto puede variar según el estado nutricional de la persona.

El entrenamiento de fuerza-resistencia en circuito también ha demostrado ser especialmente beneficioso. Un estudio realizado por Marcos-Pardo et al. (2019) encontró que este tipo de entrenamiento, realizado regularmente, no solo mejora la fuerza muscular, sino que también reduce la masa grasa y aumenta la capacidad funcional y la percepción con la calidad de vida en adultos mayores.

No en vano, los resultados de este tipo de entrenamiento han sido demostrados incluso en pacientes con obesidad sarcopénica. La obesidad sarcopénica es una enfermedad clínica y funcional caracterizada por la coexistencia de obesidad y sarcopenia. Una revisión reciente identificó las características principales del entrenamiento para esta condición (Silva et al., 2023). Las intervenciones tuvieron una duración de 8 a 24 semanas e incluyeron rutinas de entrenamiento del cuerpo completo con ejercicios monoarticulares o multiarticulares. La carga se controló mediante diferentes indicadores: porcentaje del 1RM, escala de esfuerzo percibido o resistencia de las bandas elásticas. La progresión de la carga se informó en la mayoría de los estudios, aunque los protocolos fueron heterogéneos en términos de volumen, cadencia y descanso entre series. Estos hallazgos subrayan la necesidad de personalizar la prescripción del entrenamiento para esta población.

Estos hallazgos refuerzan la recomendación de incluir entrenamiento de fuerza en los programas para la prevención o tratamiento de la sarcopenia, combinado con ejercicios cardiorrespiratorios y de flexibilidad para maximizar así los beneficios.

Además, el programa de ejercicio físico desarrollado debe tener en cuenta cumplir con los principios generales de la prescripción de ejercicio:

- Individualización: La intensidad, duración y frecuencia del ejercicio deben ajustarse a las capacidades físicas y limitaciones de la persona.

- Progresión: El volumen y la intensidad del ejercicio deben aumentar gradualmente para evitar el riesgo de lesiones y asegurar una adaptación óptima.
- Supervisión: En personas frágiles o con comorbilidades, la supervisión de un especialista Educador Físico-Deportivo es esencial para garantizar una correcta técnica y minimizar los riesgos.

3.1.1. Recomendaciones Generales de Entrenamiento de Fuerza para la Sarcopenia y la Dinapenia

Las recomendaciones actuales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Bull et al., 2020) y del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 2000) enfatizan el entrenamiento de fuerza como una herramienta esencial para la prevención y tratamiento de la sarcopenia y la dinapenia, especialmente con el paso de los años.

- Frecuencia: realizar ejercicios de fuerza al menos 2-3 días por semana.
- Intensidad: trabajar con una intensidad que permita realizar entre 8 y 12 repeticiones por serie. La carga debe ser moderada a alta, ajustada a las capacidades individuales.
- Volumen: entre 1 y 3 series por ejercicio; priorizar ejercicios multiarticulares que involucren grandes grupos musculares.
- Tipo de Ejercicio: los ejercicios deben ser tanto de resistencia como de fortalecimiento, incluyendo el trabajo con pesas libres, máquinas de pesas o bandas de resistencia. Se recomienda integrar ejercicios de equilibrio y coordinación.
- Progresión: el aumento gradual de la carga o resistencia es crucial para mejorar la fuerza y prevenir la pérdida de masa muscular.

3.2. Entrenamiento cardiorrespiratorio

El entrenamiento cardiorrespiratorio es esencial para mejorar la capacidad cardiovascular y la resistencia, y tiene un efecto positivo en la salud muscular al mejorar el suministro de oxígeno y nutrientes al músculo. Cuando se combina con el entrenamiento de fuerza, optimiza la composición corporal y la funcionalidad física en personas con sarcopenia (Tieland et al., 2012). Las recomendaciones sugieren realizar al menos 150 minutos de actividad cardiorrespiratoria de intensidad moderada por semana, distribuidos en varias sesiones.

3.3. Entrenamiento de Equilibrio y Flexibilidad

La incorporación de ejercicios de equilibrio y flexibilidad en la rutina de entrenamiento es fundamental para mejorar la movilidad funcional y reducir el

riesgo de caídas, una consecuencia común de la sarcopenia. Actividades como el TaiChí, yoga, o ejercicios específicos de equilibrio favorecen la estabilidad postural y disminuyen la probabilidad de fracturas y lesiones (Cruz-Jentoft et al., 2019).

4. Evaluación de la fuerza en la Sarcopenia y la Dinapenia

Otro aspecto fundamental en este ámbito es la evaluación. La evaluación de la fuerza máxima es un elemento clave para diseñar programas de ejercicio individualizados, especialmente en poblaciones con sarcopenia y dinapenia. Existen varios métodos para evaluar la fuerza máxima, que incluyen el tradicional test de una repetición máxima (1RM), la estimación del 1RM a partir de repeticiones submáximas, y la medición a través de la velocidad de ejecución del movimiento. Además, la fuerza isométrica máxima puede ser evaluada con dinamometría manual o con células de carga, lo que permite una medición precisa en condiciones específicas de contracción sin movimiento.

Cada uno de estos métodos de evaluación tiene aplicaciones específicas según las características de la población evaluada. Mientras que el test de 1RM tradicional sigue siendo el estándar de referencia para la medida de la fuerza máxima, métodos alternativos como la estimativa del 1RM mediante repeticiones submáximas y la medición de la velocidad de ejecución ofrecen opciones más seguras y accesibles para todos los grupos de edad. Estas alternativas son especialmente relevantes para poblaciones más vulnerables, como las personas de edad media o avanzada con sarcopenia, donde minimizar el riesgo de lesión y optimizar la precisión de las mediciones es esencial para la prescripción de programas de ejercicio individualizados. Además, los métodos donde se evalúa la velocidad de ejecución son más precisos y rápidos, lo que permite poder evaluar de forma periódica al sujeto y replanificar sus cargas de entrenamiento en función de su progresión.

A continuación, se detallan los principales métodos utilizados para la valoración de la fuerza máxima:

4.1. Test de Una Repetición Máxima (1RM) Tradicional

El test de 1RM es el método más utilizado para evaluar la fuerza máxima dinámica en un movimiento específico. Consiste en determinar la mayor carga que un individuo puede levantar una sola vez con una técnica adecuada en un ejercicio determinado, como el press de banca, la sentadilla u otros. El protocolo estándar incluye un calentamiento previo con cargas submáximas y, seguido de intentos incrementales hasta que se alcanza la carga máxima que el individuo puede mover una sola vez. La Asociación Americana de Fuerza y Acondicionamiento (NSCA) recomienda que se realicen entre 3 y 5 intentos para determinar el 1RM, con

descansos adecuados (normalmente entre 3 y 5 minutos) entre ellos para evitar la fatiga muscular prematura (Baechle & Earle, 2008).

4.2. Estimación del 1RM a partir de Repeticiones Submáximas

En poblaciones con poca experiencia en el entrenamiento de la fuerza, como adultos mayores o personas con riesgo elevado de lesiones, realizar un test de 1RM puede no ser seguro o viable. Como alternativa, se utiliza la estimación del 1RM a partir de un número determinado de repeticiones submáximas, un enfoque que ha demostrado ser fiable y práctico. Este método consiste en medir el número máximo de repeticiones que un individuo puede realizar con una carga submáxima, generalmente entre 70% y 85% de su capacidad máxima, y luego aplicar una fórmula predictiva. La ecuación de Brzycki es una de las más utilizadas, permitiendo calcular el 1RM basado en el peso levantado y el número de repeticiones realizadas. Esta metodología ha demostrado ser precisa y confiable, con aplicaciones prácticas en el entrenamiento de fuerza en poblaciones diversas (Mayhew et al., 1995).

4.3. Evaluación de la Fuerza Isométrica Máxima

La fuerza isométrica máxima, definida como la capacidad de generar fuerza sin movimiento articular, se evalúa principalmente mediante dispositivos de dinamometría. Entre los más utilizados se encuentra el test de dinamometría manual de prensión, que mide la fuerza isométrica del antebrazo y se correlaciona con la fuerza general del cuerpo. Este test es ampliamente utilizado en poblaciones mayores, ya que actúa como un indicador de fragilidad y de salud muscular global, facilitando la identificación precoz de sarcopenia y riesgo de dependencia funcional (Dos Santos et al., 2024).

Además, la valoración de la fuerza isométrica máxima se puede medir en otras zonas del cuerpo, como el test de valoración de fuerza isométrica máxima en extensión de rodilla, utilizando un dinamómetro isométrico que mide la fuerza máxima sin movimiento articular (Bohannon, 2019) y con la utilización de una célula de carga para la valoración de la fuerza isométrica máxima en extensión de rodilla y en bíceps (Marcos-Pardo et al., 2022). Esta evaluación es particularmente útil en escenarios donde las pruebas dinámicas de fuerza representan un riesgo para la seguridad del individuo o no son factibles.

No en vano, aunque la fuerza de prensión manual es una herramienta común para detectar sarcopenia, no siempre refleja de forma precisa la fuerza total del cuerpo, especialmente porque gran parte de la masa muscular y la movilidad funcional dependen de las extremidades inferiores. Para evaluar el riesgo de sarcopenia, la fuerza del músculo cuádriceps es un marcador relevante, y se han establecido puntos de corte ajustados por peso corporal (Abdalla et al., 2020). La fuerza de extensión de rodilla puede estimarse mediante un protocolo de repetición

submáxima, proporcionando un indicador práctico del estado muscular en adultos mayores. Un criterio funcional relevante es el rendimiento en el test de marcha de seis minutos, en el que una distancia menor a 400 metros sugiere un riesgo elevado de sarcopenia. A partir de este criterio, se han propuesto puntos de corte para la razón 1RM/peso corporal: 0,53 para mujeres y 0,85 para hombres. Relativizar la fuerza de extensión de rodilla en función del peso corporal es una medida eficaz para identificar y monitorizar el riesgo de sarcopenia, facilitando la implementación de intervenciones eficaces.

4.4. Medición del 1RM a través de la Velocidad de Ejecución

Un enfoque más reciente para estimar el 1RM se basa en la relación entre la velocidad de ejecución y la carga levantada. Este método emplea dispositivos como acelerómetros o transductores lineales para medir la velocidad de la barra durante la ejecución del levantamiento. La premisa subyacente es que existe una relación inversa entre la carga y la velocidad de ejecución: a mayor carga, menor velocidad.

Este enfoque permite predecir el 1RM sin necesidad de realizar pruebas de esfuerzo máximo, lo que reduce el riesgo de lesión, especialmente en poblaciones vulnerables o sin experiencia en el entrenamiento de fuerza. Estudios como el de González-Badillo et al. (2010) han demostrado que la velocidad de ejecución es una herramienta precisa para estimar el 1RM en diversos ejercicios, facilitando la evaluación de la fuerza sin comprometer la seguridad del individuo. Otros estudios como los de Marcos-Pardo et al. (2019) sugieren que el monitoreo de la velocidad media podría ser útil para prescribir las cargas durante el entrenamiento de resistencia en mayores y desarrollaron dos protocolos para valorar y prescribir entrenamientos de la fuerza en personas mayores.

5. Conclusiones

En conclusión, el ejercicio físico, especialmente el entrenamiento de fuerza, es una herramienta indispensable en el tratamiento de la sarcopenia y la dinapenia, promoviendo la mejora de la masa muscular, la fuerza muscular y la funcionalidad física. La combinación con ejercicios cardiorrespiratorios, de equilibrio y flexibilidad potencia los resultados, asegurando una intervención integral. Además, la personalización y progresión de los programas de ejercicio, junto con la supervisión adecuada, son esenciales para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos que ocurren con la edad y especialmente en personas mayores y en aquellas con obesidad sarcopénica.

6. Referencias bibliográficas

Abdalla, P. P., dos Santos Carvalho, A., Dos Santos, A. P., Venturini, A. C. R., Alves, T. C., Mota, J., ... & Machado, D. R. L. (2020). Cut-off points of knee extension strength allometrically adjusted to identify sarcopenia risk in older adults: A cross-sectional study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 89, 104100. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104100>

- American College of Sports Medicine. (2000). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics.
- Bohannon, R. W. (2019). Considerations and practical options for measuring muscle strength: A narrative review. *BioMed Research International*, 2019, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2019/8194537>
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour *British Journal of Sports Medicine*. 54:1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Calvani, R., Marini, F., Cesari, M., Buford, T. W., Manini, T. M., Pahor, M., ... & Marzetti, E. (2017). Systemic inflammation, body composition, and physical performance in old community-dwellers. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(1), 69-77. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12134>
- Cesari, M., et al. (2020). Role of Age-Related Mitochondrial Dysfunction in Sarcopenia. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 5236. <https://doi.org/10.3390/ijms21155236>
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2010). Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 13(3), 271-276. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328337819e>
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2010). What is dynapenia? *Nutrition*, 28(5), 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.12.002>
- Cruz-Jentoft, A. J., et al. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Dos Santos, A. P., Cordeiro, J. F. C., Abdalla, P. P., Bohn, L., Sebastião, E., da Silva, L. S. L., Tasiñafa-Júnior, M. F., Venturini, A. C. R., Andaki, A. C. R., Mendes, E. L., Marcos-Pardo, P. J., Mota, J., & Machado, D. R. L. (2024). Low handgrip strength is associated with falls after the age of 50: Findings from the Brazilian longitudinal study of aging (ELSI-Brazil). *Archives of Public Health*, 82(1), 172. <https://doi.org/10.1186/s13690-024-01340-2>
- Fragala, M. S., et al. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019-2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- García-Hermoso, A., Cavero-Redondo, I., Ramírez-Vélez, R., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Lee, D. C., & Martínez-Vizcaino, V. (2020). Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(2), 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.008>
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059-1064. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>
- González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*. 2010 May;31(5):347-52. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Hunter, S. K., Pereira, H. M., & Keenan, K. G. (2016). The aging neuromuscular system and motor performance. *Journal of Applied Physiology*, 121(4), 982-995. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00475.2016>
- Laplanche, M., & Sabatini, D. M. (2012). mTOR signaling in growth control and disease. *Cell*, 149(2), 274-293. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.03.017>
- Manini, T. M., & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: an update. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 67(1), 28-40. <https://doi.org/10.1093/gerona/67.1.28>
- Marcos-Pardo, P. J., González-Hernández, J. M., García-Ramos, A., López-Vivancos, A., & Jiménez-Reyes, P. (2019). Movement velocity can be used to estimate the relative load during the bench press and leg press exercises in older women. *PeerJ*, 7, e7533. <https://doi.org/10.7717/peerj.7533>
- Marcos-Pardo, P. J., Orquín-Castrillón, F. J., Gea-García, G. M., Menayo-Antúnez, R., González-Gálvez, N., Vale, R. G. S., & Martínez-Rodríguez, A. (2019). Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9(1), 7830. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44329-6>

- Marcos-Pardo, P. J., Abelleira-Lamela, T., González-Gálvez, N., Esparza-Ros, F., Espeso-García, A., & Vaquero-Cristóbal, R. (2022). Impact of COVID-19 lockdown on health parameters and muscle strength of older women: A longitudinal study. *Experimental Gerontology*, 164, 111814. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111814>
- Mayhew, J. L., Prinster, J. L., Ware, J. S., Zimmer, D. L., Arabas, J. R., & Bemben, M. G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(2), 108-113.
- Morley, J. E., Abbatecola, A. M., Argilés, J. M., Baracos, V., Bauer, J., Bhasin, S., Cederholm, T., Coats, A. J. S., Cummings, S. R., Evans, W. J., Fearon, K., Ferrucci, L., Fielding, R. A., Guralnik, J. M., Harris, T. B., et al. (2011). Sarcopenia with limited mobility: An international consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(6), 403-409. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.04.014>
- Silva, L. S. L. D., Gonçalves, L. D. S., Abdalla, P. P., Benjamim, C. J. R., Tasiñafó Jr, M. F., Venturini, A. C. R., ... & Machado, D. R. L. (2023). Characteristics of resistance training-based protocols in older adults with sarcopenic obesity: a scoping review of training procedure recommendations. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1179832. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1179832>
- Tieland, M., et al. (2012). Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(8), 720-726. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.07.005>
- Wilkinson, D. J., et al. (2018). Human skeletal muscle protein metabolism responses to amino acid nutrition. *Advances in Nutrition*. 2016 Jul 15;7(4):828S-38S. <https://doi.org/10.3945/an.115.011650>

7. Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i / ayuda PID2021- 123688OB-C31 (EXERMOT4HEALTH), financiado/a por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y "FEDER Una manera de hacer Europa".

Osteopenia y osteoporosis: Prescripción y planificación de ejercicio físico

Claudio Joaquim Borba-Pinheiro¹ - borba.pinheiro@ifpa.edu.br

Diego Gama Linhares² - diego.linhares@estacio.br

Emilio Jofre-Saldía³ - emilio.jofre.s@usach.cl

Pablo Jorge Marcos-Pardo⁴ - pjmarcos@ual.es

Rodrigo Gomes de Souza Vale⁵ - rodrigo.vale@uerj.br

¹Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología del Pará (IFPA). Campus Tucuruí-PA. Programa de Post-Graduación Stricto Sensu en Rehabilitación (PPGREAB). Universidad del Estado de Pará (UEPA) Brasil.

²Laboratório de Ciências da Saúde. Universidade Estácio de Sá, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

³Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Universidad de Santiago de Chile (USACH), Santiago, Chile.

⁴Department of Education, Faculty of Education Sciences. University of Almeria.

⁵Laboratório do Exercício e do Esporte (LABEES). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Brasil.

Resumen

El envejecimiento, aunque es un proceso natural e inevitable en el ser humano, puede minimizarse con prácticas que fomenten hábitos de vida saludables, entre ellos: dieta, actividades sociales y ejercicio físico, especialmente cuando ya se presenta una enfermedad crónica, que en conjunto pueden favorecer la mejora del bienestar asociado con la calidad de vida (CdV) de personas de edad avanzada y ancianos. El objetivo de este capítulo es actualizar a los profesionales de las ciencias del movimiento humano sobre la prescripción de métodos de ejercicio físico dirigidos a personas con baja densidad mineral ósea (DMO) y osteoporosis. Para ello, se presentarán investigaciones científicas que estudiaron los efectos de diferentes métodos de ejercicio sobre la DMO de mujeres avanzadas y ancianas, además de factores de riesgo considerados nuevos en el debate científico: ptofobia, resiliencia física y fragilidad biológica. Los efectos de métodos como: entrenamiento de resistencia, aeróbic acuático, caminata, ejercicios multicomponente y deportes de combate con un enfoque específico para el público objetivo muestran mejoras en la DMO con beneficios adicionales para la fuerza muscular, el equilibrio corporal, la flexibilidad, la autonomía funcional y la calidad de vida. Además, en este capítulo se presentará un modelo de prescripción de ejercicio para personas con baja DMO y osteoporosis, en el que se consideran criterios de volumen e intensidad en función de los factores de riesgo, en particular el nivel de actividad física, el puntaje DXA T y las fracturas previas. Con ello se espera incentivar un debate con discusión sobre este importante tema de la salud humana, que resulta de valor, tanto para la formación como para la práctica de profesionales vinculados a las ciencias del movimiento humano dentro de las áreas de la salud.

Palabras clave: Personas mayores; ejercicio físico; salud; densidad ósea; formación profesional.

1. Introducción

La literatura científica entiende que la actividad física es buena para la salud (ACSM, 2021; Brasil, 2024). Sin embargo, el universo científico enfocado en los ejercicios físicos busca saber en qué medida de prescripción se debe recomendar un ejercicio, qué ejercicios pueden ser mejores para ciertos problemas de salud,

cuántas veces por semana, entre otros datos, en cuál se centra este estudio en la densidad mineral ósea (DMO) (Borba-Pinheiro et al., 2024).

Instituciones como el American College of Sport Medicine (ACSM), que brindan orientación sobre la evaluación y prescripción de ejercicios, hacen recomendaciones generales respecto a la práctica semanal de actividad física de 150 minutos de actividad aeróbica moderada y/o 75 minutos de actividad vigorosa por semana (ACSM, 2021). Desde esta perspectiva, se busca cada vez más información específica sobre la prescripción de ejercicios con mayor refinamiento para la planificación de un programa para personas mayores (Linhares, Borba-Pinheiro, et al., 2022).

La baja densidad mineral ósea (DMO), el síndrome de fragilidad biológica y la ptofobia son condiciones adquiridas como resultado de diferentes factores de riesgo, que cuando se combinan pueden aumentar el riesgo de fracturas óseas, especialmente en personas con osteoporosis (Brasil, 2024). Dicho esto, puede indicar un alto coste económico para el tratamiento, tanto desde el punto de vista individual con medicamentos, clínicas y hospitales privados, como para programas gubernamentales como el Sistema Único de Salud (SUS) en Brasil (Bueno et al., 2026). Estas condiciones indican una recomendación de prescribir ejercicios físicos con la orientación de planificar un programa con seguimiento profesional (Borba-Pinheiro et al., 2024; Borba-Pinheiro et al., 2016; Linhares et al., 2022). Vale señalar que en estos casos el ejercicio físico señala una reducción de los costes económicos públicos y privados (Bueno et al., 2016).

El ACSM recomienda para la prescripción de ejercicios para personas con baja DMO que se prescriban ejercicios tres veces por semana de intensidad moderada y alta, destacando el entrenamiento de resistencia (ACSM, 2021; Linhares, Borba-Pinheiro, et al., 2022). Otros estudios también refuerzan firmemente que el ejercicio físico tiene efectos positivos sobre la DMO (Borba-Pinheiro et al., 2016; Cheng et al., 2020; Souza et al., 2021). Más recientemente, Borba-Pinheiro et al. (2024) presentaron un modelo teórico de prescripción de ejercicio para personas con baja DMO, que se trata con más detalle en este capítulo.

Teniendo en cuenta lo anterior, este capítulo tiene como objetivo presentar propuestas de prescripción de ejercicio físico para personas con baja DMO y osteoporosis basadas en la evidencia científica y promover un debate sobre nuevas posibilidades de prescripción de ejercicio para la población envejecida con pérdida de masa ósea.

Para lograr estos objetivos, la estructura de este capítulo consta de los siguientes temas:

- El síndrome de fragilidad biológica, resiliencia física y ptofobia en personas mayores.
- Fisiopatología de la Osteopenia y la Osteoporosis.

- Los deportes de combate como nueva alternativa de ejercicio para la salud ósea.
- Modelo teórico de Borba-Pinheiro et al. (2024) para prescribir ejercicio a personas con osteopenia y/u osteoporosis.

1.1 Síndrome de fragilidad biológica, resiliencia física y ptofobia en personas mayores

Existen muchos factores de riesgo para caídas y fracturas, entre los que podemos destacar: una dieta con bajo consumo de calcio, edad avanzada, sexo femenino, etnia euroamericana, bajo nivel socioeconómico y baja visión están bien definidos en la literatura (Borba-Pinheiro et al., 2011). Para designar el miedo a caer, el término ptofobia aparece inicialmente como síndrome post-caída, desencadenado tras una caída o algo potencialmente peligroso asociado a este episodio. Esto puede generar reacciones fóbicas en personas mayores al caminar o al pararse, condicionadas por la ocurrencia de caídas con potencial daño a la calidad de vida (CdV), por temor a una nueva ocurrencia, teniendo consecuencias negativas para la independencia: en la función física, psicosocial, pérdida de autoestima e incluso muerte prematura (Baixinho et al., 2019)

La resiliencia física es un campo de la salud de las personas mayores que se debate actualmente. En este problema influyen factores psicosociales, genéticos, fisiológicos, ambientales y experiencias de vida. Se entiende como la capacidad de mantener el bienestar después de un episodio de trauma físico, así como la capacidad de recuperarse de enfermedades o pérdidas relacionadas con la edad después de algún estresor o evento potencialmente debilitante (Hu et al., 2022, 2024). La definición de fragilidad biológica, que ha sido ampliamente utilizada en la literatura, es el modelo operacional usado (Fried et al., 2004), en el que la fragilidad biológica es un evento multisistémico y multifactorial, asociado con un deterioro fisiológico acumulativo que tiene consecuencias para la homeostasis del organismo, provocando mayor vulnerabilidad con resultados adversos como incapacidad funcional, caídas, hospitalización, institucionalización y muertes, que requieren intervenciones sanitarias urgentes.

Estos factores de riesgo también deben ser comprendidos y observados en un programa de ejercicio para personas con DMO baja, porque como hemos visto anteriormente, son factores que se combinan dificultando la movilidad y aumentando el riesgo de las caídas y fracturas.

2. Fisiopatología de la Osteopenia y Osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad crónica de la microestructura de los huesos del esqueleto humano por pérdida de DMO, afectando tanto a la región esponjosa (trabecular) con intensa actividad metabólica, como a la región periférica (cortical)

formada por el periostio con intensa vascularización (Junqueira & Carneiro, 2008). Esta pérdida de DMO se produce por la dificultad para mantener el metabolismo óseo provocada por factores genéticos, malos hábitos de vida y agravada por el proceso de envejecimiento con pérdida de hormonas que participan en este metabolismo, especialmente en mujeres que atraviesan la menopausia. Los principales sitios óseos afectados por la pérdida de DMO son los siguientes: Cadera, Fémur y Columna Lumbar, es decir, huesos responsables de la estructura y mantenimiento de la postura bípeda del ser humano (Guyton & Hall, 2006; Sobotta et al., 2012).

El metabolismo óseo se compone de dos ciclos de actividades celulares que juntos forman un ciclo más grande. El ciclo de formación ósea está formado por la matriz ósea con células progenitoras, en las que se atribuye a los osteoblastos la formación de un nuevo ciclo con osteoide. Por el contrario, el ciclo de renovación con actividades de pérdida de material óseo para un nuevo ciclo es responsabilidad de las células osteoclastica con la degradación de los osteoides. Este conjunto de actividades osteoblástica / osteoclastica en equilibrio conduce a un metabolismo óseo adecuado. Sin embargo, factores de riesgo como una dieta deficiente en calcio, la menopausia y el comportamiento sedentario combinados con factores genéticos, aumentan la actividad osteoclastica, provocando un desequilibrio en el metabolismo con una mayor pérdida de masa ósea (DeNapoli et al., 2022; Karsenty et al., 2009).

El efecto del ejercicio físico se asocia con un aumento de la actividad osteoblástica, que, dependiendo del estímulo de choque, como: presión, compresión y vibración mecánica en los huesos con un efecto piezoeléctrico en un ambiente de gravedad normal, que activa la membrana celular, provocando un efecto biológico para maximizar el proceso de formación de masa ósea (De Oliveira, 2013).

3. Los deportes de combate como nueva alternativa de ejercicio para la salud ósea

Las actividades físicas en general ya están bien establecidas en la literatura como instrumento para la prevención, protección/control y tratamiento de la baja DMO y la osteoporosis. Entre ellos podemos mencionar la caminata, los aeróbicos acuáticos, el entrenamiento de resistencia, los ejercicios sobre plataforma vibratoria y los métodos de ejercicio multicomponente (ACSM, 2021; Borba-Pinheiro et al., 2016; Linhares, Borba-Pinheiro, et al., 2022; Souza et al., 2021). Sin embargo, en este momento los deportes de combate (DC) se presentan específicamente para personas mayores con el desarrollo de métodos de ejercicio alternativos con potencial para controlar y/o mejorar la baja DMO y la osteoporosis.

Los DC se caracterizan por movimientos de ataque y defensa que involucran patadas, puñetazos, técnicas de inmovilización y amortiguación de caídas, con y sin

uso de implementos. Los DC para personas mayores se pueden practicar con fines de defensa personal, práctica recreativa y para mejorar la salud en general. Los DC pueden ser eficaces para mejorar la condición física, la CdV y la salud mental en diferentes poblaciones, especialmente en personas de edad avanzada (Linhares et al., 2024). Varios estudios (Borba-Pinheiro et al., 2010, 2016; Chyu et al., 2010; Kong et al., 2023; Li et al., 2005; Linhares et al., 2024; Maciaszek et al., 2007; Maciaszek & Osinski, 2012) de diferentes países (EE.UU., Brasil, Polonia, China) investigaron los efectos de la DC en personas con osteopenia y osteoporosis.

Los ensayos clínicos incluidos en un estudio de revisión sistemática verificaron una frecuencia de práctica de DC con un promedio de 54 minutos por sesión, 3 veces por semana con un tiempo total de intervención de 18 semanas en individuos con condiciones de baja DMO (Linhares et al., 2023). El DC que aparece con mayor frecuencia en las principales bases de investigación es el Tai Chi Chuan, un ejercicio multimodal que incorpora aptitud física, cognitiva e interacción social (Chen et al., 2023), seguido del Taekwondo, un deporte coreano que implica puñetazos y patadas (Linhares et al., 2022), y el Judo, originario de Japón con movimientos de agarre y derribos (Borba-Pinheiro et al., 2010 & 2016). Sin embargo, existe una gran cantidad de DC y un vacío en la literatura científica que investiga el comportamiento de la DMO en la población de mediana edad y tercera edad a través de estudios experimentales.

Probablemente esto pueda explicarse por el mayor tiempo que debe realizarse la intervención para que haya un cambio significativo en la DMO utilizando el método estándar de oro, la Absorimetría de Rayos X de Energía Dual (DEXA) (Borba-Pinheiro et al., 2024).

Tabla 1. Estudios sobre los efectos de los deportes de combate sobre la DMO y variables relacionadas con el riesgo de caídas

Autor/ año/país	Título	Población/ edad media	Condición Ósea	Ejercicios	Volumen del entrenamiento	Resultados
Linhares et al. (2024)/ Brasil	Self-esteem and body image in older women practicing taekwondo with low bone density: a randomized clinical trial	27 ancianos/ 66 años	Osteopenia	GE: Taekwondo, n=14 GC: sin ejercicios, n=13	40 min x sesión / 3 x semana/ 12 semanas	↑ Autoestima; ↑ Autoimagen
Li et al. (2005)/ EUA	Tai Chi and Fall Reductions in Older Adults: A Randomized Controlled Trial	256 ancianos / 77 años	Osteoporosis	EG: Tai Chi Chuan, n=125 GC: Estramientos, n=131	60 min x sesión/ 3 x semana/ 26 semanas	↑ Equilibrio; ↑ Velocidad de caminata
Chyu et al. (2010)/ EUA	Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopaenia: a randomized clinical study	61 ancianos/7 1 años	Osteopenia	EG: Tai Chi Chuan, n=30 GC: sin ejercicios, n=31	60 min x sesión / 3 x semana/ 24 semanas	↑ Equilibrio
Maciaszek e Osinski, (2007)/ Polonia	Effect of Tai Chi on Body Balance: Randomized Controlled Trial in Men with Osteopenia or Osteoporosis	40 ancianos / 70 años	Osteopenia/ Osteoporosis	EG: Tai Chi Chuan, n=20 GC: sin ejercicios, n=20	45 min x sesión / 2 x semana/ 18 semanas	↑ Equilibrio
Kong et al. (2023)/ China	Effect of different types of Tai Chi exercise programs on the rate of change in bone mineral density in middle aged adults at risk of osteoporosis: a randomized controlled trial	49 ancianos / 60 años	Osteoporosis	EG: Tai Chi Chuan, n=36 GC: sin ejercicios, n=13	60 min x sesión / 4 x semana/ 16 semanas	↑ DMO (Fémur, Trocánter y Lumbar)
Borba-Pinheiro et al. (2010)/ Brasil	Bone density, balance and quality of life of postmenopausal women taking alendronate participating in different physical activity programs	35 mujeres mayores/ 54 años	Osteopenia/ Osteoporosis	EG: Judo, n= 11; TF, n= 9; aeróbic acuático, n= 8 GC: sin ejercicios, n= 7	60 min x sesión / 3 x semana/ 12 meses	↑ Equilibrio; ↑ CdV ↑ Fuerza muscular, ↑ DMO (Fémur, Trocánter, Lumbar, Cadera) ↑ Autonomía funcional
Borba-Pinheiro et al. (2016)/ Brasil	Adapted combat sports on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: clinical trial study	50 mujeres mayores/57 años	Osteopenia /osteoporosis	EG1: Judo n=17 EG2: Karate n=17 GC: sin ejercicios, n=16	60min x sesión / 3xsemana/ 13 meses	↑ Fuerza muscular, ↑ DMO (cuello e total Fémur, Lumbar, Trocánter)

Fuente: Autoría de los autores. Leyenda: DMO: densidad mineral ósea; CdV: calidad de vida; GE: grupo experimental; GC: grupo control

El volumen de entrenamiento promedio propuesto en la Tabla 1 mejoró significativamente la condición de salud de los participantes adultos mayores edad y ancianos con osteopenia y/u osteoporosis. Los resultados mostraron mejoras significativas en la autoestima, la imagen corporal, el equilibrio, la fuerza muscular, la velocidad al caminar y la calidad de la remodelación ósea. La Tabla 1 presenta una selección de estudios publicados en revistas científicas respetadas para mostrar los efectos de la DC sobre la DMO y las variables relacionadas con el riesgo de caídas y fracturas. La práctica de DC tuvo un tiempo promedio por sesión de 55 min, 3 veces por semana y 17 semanas de intervención.

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la Osteopenia y Osteoporosis

4.1 Prescripción de ejercicios físicos para personas con DMO baja basada en el modelo teórico de Borba-Pinheiro et al. (2024)

Este modelo se basa, inicialmente, en valoraciones específicas, como es el caso de la DMO, donde se necesitan conocimientos teóricos sobre la osteoporosis. Esta enfermedad debe ser vista como un problema de salud pública global, que merece una mayor atención por parte de los profesionales de las ciencias del ejercicio físico (Borba-Pinheiro et al., 2024; Drigo et al., 2016).

La evaluación diagnóstica inicial (Anamnesis) es un punto importante, ya que considera un análisis de factores de riesgo, porque puede ser indicación de recomendación para buscar un especialista en el área que prescriba la evaluación por densitometría de rayos X de energía dual (DXA®). Con este examen es posible obtener una evaluación eficaz y fiable de la DMO.

El profesional de Educación Física (EF) necesita comprender la lectura y análisis de la evaluación DXA®, comprender el modelo de prescripción de Borba-Pinheiro et al. (2024). Borba-Pinheiro et al. (2019) consideraron el T Score como referencia para prescribir ejercicios físicos más adecuados para la DMO. Además, el T-Score permite una orientación específica y confiable para los profesionales de la salud, tanto aquellos en las ciencias del movimiento que prescriben como otros que pueden recomendar cuidados específicos (Drigo et al., 2016).

En este sentido, se hace necesario comprender la pérdida de DMO, con base en las clasificaciones del T Score: 1- DMO normal, pérdida de hasta el 10% (Color Verde), 2- pérdidas entre el 10 y el 25% (T Score entre -1,01 y -2,49 DE) se clasifica como Osteopenia (Color Amarillo), 3- y finalmente, la pérdida supera el 25% (T Score < -2,5 DE) la clasificación es Osteoporosis (Brasil, 2024). La Tabla 2 presenta la clasificación con referencia al riesgo de fracturas (Radominski et al., 2017).

Tabla 2- Clasificación de la densidad ósea - Organización Mundial de la Salud

Score T (DE)	Riesgo de fracturas	Clasificación de la masa ósea
Hasta -1	No hay riesgo	Normal
-1 hasta - 2,5	+ 4 veces	Osteopenia
Menor - 2,5	+ 8 veces	Osteoporosis
< -2,5 con 1 o + fracturas (independiente del T – Escore)	+20 veces	Osteoporose Establecida ou Severa

DE= desviación estándar; T – Escore= comparación con adultos jóvenes; Fuente: Radominski et al. (2002).

En este contexto, trabajar con modelos y métodos de evaluación basados en evidencia, recomendados por organismos oficiales de salud para controlar enfermedades relacionadas con la baja DMO, es una estrategia que proporciona una prescripción segura y adecuada para personas mayores que pueden presentar diferentes niveles de DMO. Profundizar en los mecanismos que desencadenan una baja DMO y comprender la DXA puede señalar un camino diferente para que los profesionales de la EP trabajen en el cuidado de personas con osteopenia y osteoporosis (Drigo et al., 2016; Borba-Pinheiro et al., 2024). Como resultado, el modelo teórico de Borba-Pinheiro et al. (2024), basándose en un estudio de revisión sistemática de estudios clínicos controlados, propone una prescripción de tres niveles, en los que se deben considerar el nivel de actividad física, el comportamiento sedentario y las fracturas previas junto con los factores de riesgo muy bien descritos en la literatura. Entre estos factores podemos destacar la falta de calcio en la dieta, el sexo femenino, la edad avanzada, la baja visión, el bajo nivel socioeconómico, que influyen en el riesgo y miedo a las caídas, aumentando el riesgo de fracturas. En este modelo, la evaluación de la densitometría ósea es esencial para la mejor indicación/recomendación de métodos de ejercicio con una mejor orientación de prescripción. El modelo de prescripción de Borba-Pinheiro et al. (2024) se describe en la Ilustración 1.

El modelo de prescripción propuesto en la Ilustración 1. Estas consideraciones permiten que las personas mayores realicen ejercicios de manera más segura y eficiente para lograr una mayor autonomía funcional para realización de actividades de la vida diaria y, en consecuencia, reducir las posibilidades de caídas.

En este contexto, los DC surgen como una estrategia eficaz para prescribir ejercicio físico a personas mayores con osteopenia y osteoporosis, equivalente a otros tipos de ejercicio físico ya conocidos en la literatura. Esto ocurre debido al desarrollo de cualidades físicas en DC, especialmente fuerza y potencia muscular, que permiten mejorar o mantener el rango de movimiento articular, además de los beneficios sobre la DMO (remodelación ósea) (Linhares et al., 2022; 2023; Borba-inheiro et al., 2016). Por tanto, la prescripción de ejercicios con el debido seguimiento y

seguimiento de las variables del entrenamiento físico para ajustar la intensidad y el volumen de carga en función del tiempo son importantes para alcanzar una CdV satisfactoria.

Procedures for prescribing exercises to postmenopausal women with low BMD and osteoporosis based on the systematic review of RCTs

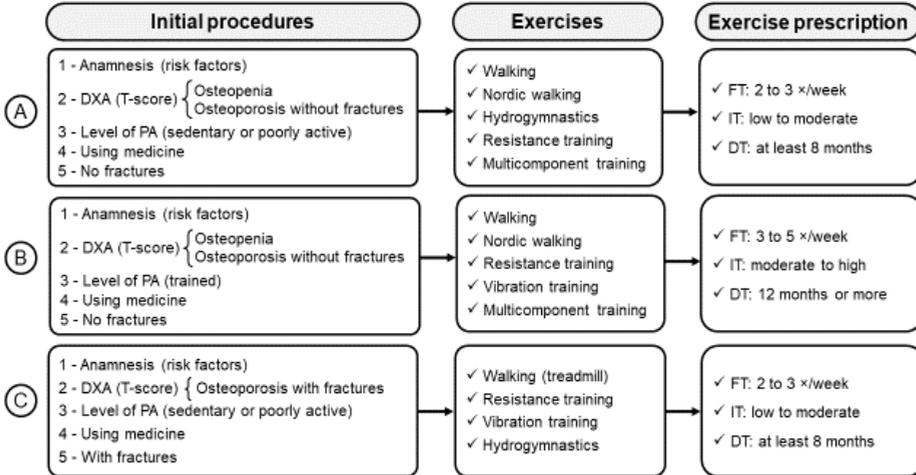


Ilustración 1. Modelo de prescripción de ejercicio físico para baja DMO. (Borba-Pinheiro et al., 2024).

5. Conclusiones

La osteopenia y la osteoporosis son enfermedades silenciosas que suelen aparecer con la edad. La realización de exámenes periódicos es importante para un diagnóstico precoz. Mantener un estilo de vida activo y saludable actúa como una forma de preservar y mantener la salud ósea y muscular, previniendo la dinapenia y la sarcopenia. Por tanto, se pueden utilizar diferentes tipos de ejercicio físico para mantener activas a las personas mayores. Los DC pueden considerarse como una de estas estrategias ya que proporciona beneficios sobre la DMO y la fuerza muscular en esta población.

Las recomendaciones para la prescripción de ejercicios y modalidades deben seguir procedimientos de evaluación, uso de incrementos graduales en cuanto a volumen e intensidad y seguimiento constante durante todo el período de entrenamiento planificado en el cronograma. En casos severos está indicado el seguimiento por un equipo multidisciplinario. Estas consideraciones permitirán que la persona mayor pueda envejecer de forma senescente, con independencia para realizar actividades de la vida diaria y con CdV.

6. Referencias bibliográficas

- ACSM. (2021). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. GEN.
- Baixinho, C. L., Dixe, M. D. A., Madeira, C., Alves, S., & Henriques, M. A. (2019). Falls in institutionalized elderly with and without cognitive decline A study of some factors. *Dementia & Neuropsychologia*, 13(1), 116–121. <https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-010014>
- Borba-Pinheiro, C. J., De Alencar Carvalho, M. C. G., Lima Da Silva, N. S., Janotta Drigo, A., Pereira Bezerra, J. C., & Dantas, E. H. M. (2010). Bone density, balance and quality of life of postmenopausal women taking alendronate participating in different physical activity programs. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, 2(4), 175–185. <https://doi.org/10.1177/1759720X10374677>
- Borba-Pinheiro, C. J., Drigo, A. J., De Alencar Carvalho, M. C. G., Da Silva, N. S. L., & Dantas, E. H. M. (2011). Factors That Contribute to Low Bone Density in Postmenopausal Women in Different Amazonian Communities. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, 3(2), 81–90. <https://doi.org/10.1177/1759720X11401674>
- Borba-Pinheiro, C. J., Gama Linhares, D., Lima Dos Santos, L., Pereira Salustiano Mallen Da Silva, G. C., Maria Almeida De Figueiredo, N., Eduardo Jofré-Saldía, E., Oliveira Barros Dos Santos, A., Brandão Pinto De Castro, J., & Gomes De Souza Vale, R. (2024). Prescrição de exercício físico para mulheres na pós-menopausa com osteopenia ou osteoporose com base em revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados. *Retos*, 52, 647–656. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.102439>
- Borba-Pinheiro, C.J., DANTAS, E.H.M., & Drigo, A.J. (2019). Osteomioarticulares: Osteoporose. Em *Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados a saúde*. (<https://www.crefsp.gov.br/storage/app/arquivos/7e02a5c44298e22ad31dce23f52948b9.pdf>; p. 362). Cref 4.
- Borba-Pinheiro, C.J., Figueiredo, N.M., & Dantas, E.H.M. (2016). Ações multiprofissionais sobre o idoso com osteoporose: Um enfoque no exercício físico (1o ed). Yendis.
- Borba-Pinheiro, C. J., Dantas, E. H. M., Vale, R. G. D., Drigo, A. J., Carvalho, M. C. G. A., Tonini, T., ... & Figueiredo, N. M. A. D. (2016). Adapted combat sports on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: a clinical trial study. *Arch Budo*, 12(1), 187–99.
- Brasil. (2024). Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Osteoporose. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/pcdt>
- Bueno, D. R., Marucci, M. D. F. N., Codogno, J. S., & Roediger, M. D. A. (2016). Os custos da inatividade física no mundo: Estudo de revisão. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(4), 1001–1010. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015214.09082015>
- Chen, S.-W., Lin, C.-Y., Chen, C.-Y., Lin, C.-L., Hsieh, T.-L., Tsai, F.-J., & Chang, K.-H. (2023). Long-term exposure to air pollution and risk of Sarcopenia in adult residents of Taiwan: A nationwide retrospective cohort study. *BMC Public Health*, 23(1), 2172. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17091-8>
- Cheng, C., Wentworth, K., & Shoback, D. M. (2020). New Frontiers in Osteoporosis Therapy. *Annual Review of Medicine*, 71(1), 277–288. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052218-020620>
- Chyu, M.-C., James, C. R., Sawyer, S. F., Brismée, J.-M., Xu, K. T., Poklikuha, G., Dunn, D. M., & Shen, C.-L. (2010). Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopaenia: A randomized clinical study. *Clinical Rehabilitation*, 24(12), 1080–1090. <https://doi.org/10.1177/0269215510375902>
- De Oliveira, W. L. (2013). Como as vibrações mecânicas de alta frequência e baixa magnitude, influenciam a mecanotransdução de células ósseas: Um estudo de revisão (f. 20-22) [Monografia]. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9GJFPB/1/2a___tcc_p_s_ufmg__pronto_pdf_.pdf
- DeNapoli, R. C., Buettmann, E. G., & Donahue, H. J. (2022). Cellular and Molecular Biology in Bone Remodeling. Em H. E. Takahashi, D. B. Burr, & N. Yamamoto (Orgs.), *Osteoporotic Fracture and Systemic Skeletal Disorders* (p. 3–15). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5613-2_1
- Drigo, A.J., Cesana, J., & Silva, L.H. (2016). Atuação do profissional de Educação Física na área da saúde: Aplicações na osteoporose. Em *Ações multiprofissionais sobre o idoso com osteoporose: Um enfoque no exercício físico*. Yendis.
- Fried, L. P., Ferrucci, L., Darer, J., Williamson, J. D., & Anderson, G. (2004). Untangling the Concepts of Disability, Frailty, and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(3), M255–M263. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.3.M255>

- Guyton, A. C & Hall, J. E. (2006). *Tratado De Fisiología Médica*. RJ.
- Hu, F.-W., Li, Y.-P., Chang, C.-M., Lin, T.-Y., Lai, P.-H., & Lin, C.-Y. (2024). Development and testing of a four-item version of the physical resilience instrument for older adults (PRIFOR-4). *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 28(7), 100250. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100250>
- Hu, F.-W., Lin, C.-H., Yueh, F.-R., Lo, Y.-T., & Lin, C.-Y. (2022). Development and psychometric evaluation of the Physical Resilience Instrument for Older Adults (PRIFOR). *BMC Geriatrics*, 22(1), 229. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02918-7>
- Junqueira, L. C. & Carneiro, J. (2008). *Histología básica*. Guanabara-Koogan.
- Karsenty, G., Kronenberg, H. M., & Settembre, C. (2009). Genetic Control of Bone Formation. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 25(1), 629–648. <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.042308.113308>
- Kong, J., Tian, C., & Zhu, L. (2023). Effect of different types of Tai Chi exercise programs on the rate of change in bone mineral density in middle-aged adults at risk of osteoporosis: A randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 949. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04324-0>
- Li, F., Harmer, P., Fisher, K. J., McAuley, E., Chaumeton, N., Eckstrom, E., & Wilson, N. L. (2005). Tai Chi and fall reductions in older adults: A randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(2), 187–194. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.2.187>
- Linhares, D., Da Silva, G. C. P. S. M., Meireles, A. S., Linhares, B. G., Dos Santos, L. L., De Souza Cordeiro, L., Borba-Pinheiro, C. J., & De Souza Vale, R. G. (2024). Self-Esteem and Body Image in Older Women Practicing Taekwondo with Low Bone Density: A Randomized Clinical Trial. *Current Aging Science*, 17. <https://doi.org/10.2174/0118746098308597240527114223>
- Linhares, D. G., Borba-Pinheiro, C. J., Castro, J. B. P. D., Santos, A. O. B. D., Santos, L. L. D., Cordeiro, L. D. S., Drigo, A. J., Nunes, R. D. A. M., & Vale, R. G. D. S. (2022). Effects of Multicomponent Exercise Training on the Health of Older Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14195. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114195>
- Linhares, D. G., Brandão Pinto De Castro, J., Borba-Pinheiro, C. J., Linhares, B. G., Dos Santos, L. L., Marcos-Pardo, P. J., & De Souza Vale, R. G. (2023). Effect of combat sports on physical fitness and activities of daily living of older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Gerontology and Geriatrics*, 1–12. <https://doi.org/10.36150/2499-6564-N613>
- Linhares, D. G., Pereira Sallustiano Mallen Da Silva, G. C., Gama Linhares, B., Lima Dos Santos, L., Brandão Pinto De Castro, J., Borba-Pinheiro, C. J., & Vale, R. G. D. S. (2024). Combat sport in the body composition of the elderly: A systematic review and meta-analysis study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 117, 105200. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2023.105200>
- Linhares, D. G., Santos, A. O. B. D., Santos, L. L. D., Marcos-Pardo, P. J., Cordeiro, L. D. S., Castro, J. B. P. D., & Vale, R. G. D. S. (2022). Effects of taekwondo on health in older people: A systematic review. *Retos*, 46, 36–42. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.93336>
- Maciaszek, J., & Osinski, W. (2012). Effect of Tai Chi on body balance: Randomized controlled trial in elderly men with dizziness. *The American Journal of Chinese Medicine*, 40(2), 245–253. <https://doi.org/10.1142/S0192415X1250019X>
- Maciaszek, J., Osiński, W., Szecklicki, R., & Stemplewski, R. (2007). Effect of Tai Chi on Body Balance: Randomized Controlled Trial in Men with Osteopenia or Osteoporosis. *The American Journal of Chinese Medicine*, 35(01), 1–9. <https://doi.org/10.1142/S0192415X07004564>
- Radominski, S. C., Bernardo, W., Paula, A. P. D., Albergaria, B.-H., Moreira, C., Fernandes, C. E., Castro, C. H. M., Zerbini, C. A. D. F., Domiciano, D. S., Mendonça, L. M. C., Pompei, L. D. M., Bezerra, M. C., Loures, M. A. R., Wender, M. C. O., Lazaretti-Castro, M., Pereira, R. M. R., Maeda, S. S., Szejnfeld, V. L., & Borba, V. Z. C. (2017). Brazilian guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. *Revista Brasileira de Reumatologia (English Edition)*, 57, 452–466. <https://doi.org/10.1016/j.rbr.2017.07.001>
- Sobotta, J., Paulsen, F., Waschke, J., & Narciso, M. S. (2012). *Atlas de anatomia humana: Anatomia geral e sistema muscular*.
- Souza, J. M., Almeida, M. T. de, Vale, R. G. de S., Bello, M. de N. D., & Borba Pinheiro, C. J. (2021). Efeitos dos exercícios físicos na densidade mineral óssea de mulheres acima de 50 anos: revisão integrativa. *Biológicas & Saúde*, 11(40), 11–28. <https://doi.org/10.25242/8868114020212468>

Dolor de espalda: Prescripción y planificación de ejercicio

Mario Albaladejo-Saura¹ - mdalbaladejosaura@ucam.edu

Francisco Esparza-Ros² - fesparza@ucam.edu

Pablo J. Marcos-Pardo^{3,4} - pjmarcos@ual.es

José Arturo Abrales⁵ - abrales@um.es

Raquel Vaquero-Cristóbal⁵ - raquel.vaquero@um.es

¹Facultad de Deporte. UCAM Universidad Católica de Murcia.

²Cátedra Internacional de Cineantropometría. UCAM Universidad Católica de Murcia.

³SPORT Research Group (CTS-1024), CIBIS (Centro de Investigación para el Bienestar y la Inclusión Social). University of Almeria.

⁴Department of Education, Faculty of Education Sciences. University of Almeria

⁵Research Group Movement Sciences and Sport (MS&SPORT), Department of Physical Activity and Sport, Faculty of Sport Sciences, University of Murcia, Murcia, Spain.

Resumen

El dolor de espalda es una de las afecciones musculoesqueléticas más extendidas en todo el conjunto de la población. En población adulta, hasta el 80% de los individuos han indicado haber padecido o padecer dolor de espalda de forma aguda o crónica. En población adolescente el dolor de espalda también ha mostrado una elevada prevalencia, llegando a afectar hasta el 46% de la población en este rango de edad. El impacto del dolor de espalda ha sido ampliamente demostrado en la literatura, representando un problema significativo tanto a nivel económico como social, afectando a la calidad de vida de los pacientes, limitando su capacidad para realizar actividades diarias y laborales, y contribuyendo a problemas psicológicos. El dolor de espalda está caracterizado por tener un origen multifactorial, pudiendo estar causado por diversos mecanismos principales, siendo los más descritos en la literatura aquellos relacionados con las condiciones degenerativas de la columna vertebral, como la osteoartritis, la espondilosis y la estenosis espinal; los problemas asociados a los discos intervertebrales, como protrusiones y hernias discales; y las afecciones musculoesqueléticas como alteraciones en las curvaturas de la columna, desequilibrios en la fuerza y flexibilidad de la musculatura estabilizadora de la columna o problemas en la movilidad de las distintas regiones espinales. Afortunadamente, la actividad física ha demostrado ser una herramienta eficaz para prevenir y manejar el dolor de espalda. Un estilo de vida con actividad física frecuente de carácter moderado es un factor protector y preventivo frente al dolor de espalda. Además, las intervenciones basadas en ejercicio multicomponente, orientadas a mejorar la fuerza-resistencia y estabilidad de la musculatura estabilizadora del raquis, la coactivación, la flexibilidad y movilidad y la reeducación postural han mostrado ser eficaces en la reducción y el manejo del dolor de espalda. Es por ello que se deben diseñar programas de ejercicio en los que se sigan las recomendaciones de actividad de los organismos internacionales, incluyendo movilidad, fuerza-resistencia, estabilidad y flexibilidad, con una intensidad y duración adecuados, adaptándolos a las necesidades individuales y garantizando la ejecución segura de los ejercicios desde un punto de vista saludable para prevenir el dolor de espalda. En el presente capítulo se incluyen algunas recomendaciones prácticas a este respecto.

Palabras clave: Dolor lumbar; dolor cervical; ejercicio físico; entrenamiento de fuerza; flexibilidad; movilidad.

1. Introducción

El dolor de espalda es una de las afecciones más comunes e incapacitantes que afecta a personas de todas las edades (Global Burden of Disease Study, 2023; González-Gálvez et al., 2020). Desde los jóvenes hasta los adultos mayores, este problema de salud puede surgir por diversas razones y tener un impacto significativo en la calidad de vida (Mroczek et al., 2020). No en vano, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la prevalencia del dolor lumbar, la afección más importante dentro de los diferentes dolores de espalda (Gómez-Martínez & Llisterri-Caro, 2016), alcanza su punto máximo entre los 50 y 55 años, siendo más frecuente en mujeres que en hombres. Además, las personas mayores de 80 años también experimentan una alta incidencia de dolor de espalda tanto en la zona lumbar como en otras, como la cervical o torácica, lo que puede llevar a una mayor discapacidad y limitación de la actividad física (Global Burden of Disease Study, 2023).

En la población adulta, el dolor de espalda afecta a cerca del 80% de las personas, caracterizándose por poder ser una patología crónica o aguda en función de la recurrencia del dolor (Humbría Mendiola et al., 2002). En este sentido, en España, aproximadamente el 18.6% de la población adulta sufre de dolor de espalda, siendo el 55% de estos casos un dolor crónico (más de 3 meses de evolución), con una mayor prevalencia en mujeres (22.8%) en comparación con los hombres (14.3%) (Humbría Mendiola et al., 2002). Además, el dolor de espalda es especialmente prevalente entre los adultos mayores. La prevalencia de dolor de espalda crónico en personas mayores de 65 años puede variar entre el 13% y el 49% según estudios (de Andrés et al., 2014). Este grupo de edad es particularmente vulnerable debido a la degeneración natural de los discos intervertebrales y otras estructuras de la columna vertebral. Además, el dolor de espalda en adultos mayores puede llevar a una mayor discapacidad y una disminución significativa en la calidad de vida (Denham-Jones et al., 2022).

Sin embargo, la población adulta y adulta mayor no es la única con una prevalencia elevada de dolor de espalda. La mayoría de los estudios han analizado el dolor lumbar en población adulta, pero existen evidencias que sugieren que la importancia del dolor lumbar, cervical y de hombros debería analizarse también en la adolescencia, ya que la incidencia y prevalencia del dolor en diferentes zonas de la columna vertebral está aumentando en esta población, siendo un problema de salud pública en aumento (Calvo-Muñoz et al., 2018; Gao et al., 2023). Este tipo de dolor puede afectar negativamente a la calidad de vida del adolescente, a su salud y a su participación en actividades físicas (Gonçalves et al., 2018), existiendo una asociación importante entre el dolor de espalda en la adolescencia y en la edad adulta (Hestbaek et al., 2006). La prevalencia varía ampliamente según la investigación consultada, pero de manera general se puede señalar que entre el

16% y el 46% de los adolescentes experimentan dolor lumbar (Denham-Jones et al., 2022).

El impacto del dolor de espalda en la calidad de vida es alto, ya que representa un problema significativo tanto a nivel económico como social. Socialmente, el dolor de espalda crónico afecta la calidad de vida de los pacientes, limitando su capacidad para realizar actividades diarias y laborales, y contribuyendo a problemas psicológicos. Las personas que lo padecen a menudo experimentan limitaciones en sus actividades diarias, dificultades para dormir y una disminución en su capacidad para trabajar (Holm et al., 2020). Esto no solo afecta su bienestar físico, sino también su salud mental, ya que el dolor crónico puede llevar a la depresión y la ansiedad (Holm et al., 2020). Además, el dolor de espalda puede restringir la capacidad de moverse libremente, afectando actividades cotidianas como caminar, levantar objetos o incluso sentarse y estar de pie por períodos prolongados (Sitthipornvorakul et al., 2011). Todo ello conlleva además un aumento en los costos económicos, que incluyen gastos médicos directos, como tratamientos y hospitalizaciones, y costes indirectos, como la pérdida de productividad y el ausentismo laboral, e incluso, debido al mayor sedentarismo que provoca, un aumento en la predisposición a sufrir enfermedades crónicas a lo largo de la vida (Zemedikun et al., 2021). En relación con el ejercicio físico, se ha observado como aquellas personas que sufren dolor de espalda tienen un menor nivel de participación en actividades físicas y deportivas, lo cual implica un mayor riesgo para la salud asociado a todas aquellas patologías en relación con la inactividad física (Lemes et al., 2022 & 2021).

Aunque las causas pueden ser muy diversas, la inactividad física es una de las causas más relevantes del dolor de espalda. La falta de ejercicio físico puede debilitar los músculos que estabilizadores de la columna vertebral, lo que aumenta el riesgo de sufrir alteraciones que provoquen dolor de espalda (Alanazi et al., 2018). Además, la inactividad puede contribuir a otros factores de riesgo como el exceso de masa corporal y una mala higiene postural, que también están relacionados con el dolor de espalda (Baradaran Mahdavi et al., 2021; Global Burden of Disease Study, 2023; Ozdemir et al., 2021).

Afortunadamente, la actividad física ha demostrado ser una herramienta eficaz para prevenir y manejar el dolor de espalda. Mantenerse activo, incluso con ejercicios moderados como caminar o nadar, puede reducir significativamente el riesgo de desarrollar dolor de espalda crónico (Carreño-García et al., 2022). Además, la realización de ejercicio regular, incluyendo ejercicios de movilidad, de estabilidad y de fortalecimiento la musculatura estabilizadora de la columna vertebral, la mejora de la flexibilidad y la reeducación postural son contenidos básicos a desarrollar para prevenir la incidencia de esta patología (Carreño-García et al., 2022).

2. Fisiopatología del dolor de espalda

El dolor de espalda está caracterizado por tener un origen multifactorial, pudiendo estar causado por diversos mecanismos principales. Entre las posibles causas del dolor de espalda descritos en la literatura, una de las más comunes está relacionada con las condiciones degenerativas de la columna vertebral, los problemas asociados a los discos intervertebrales y las afecciones musculoesqueléticas (Buckwalter, 1995).

De esta forma, las enfermedades degenerativas son la causa más habitual de dolor de espalda en personas mayores (Brinjikji et al., 2015). Estas condiciones incluyen la osteoartritis, la espondilosis y la estenosis espinal, como orígenes más frecuentes. La osteoartritis de la columna es una forma de artritis que afecta las articulaciones y los discos de la columna vertebral. Con el tiempo, el cartilago que protege las articulaciones se desgasta, lo que provoca que las vértebras rocen entre sí. Esto puede causar dolor, rigidez y pérdida de flexibilidad. Además, pueden formarse espolones óseos que presionan los nervios, causando dolor y entumecimiento (Gellhorn et al., 2013). La espondilosis es un término general que se refiere al desgaste de la columna vertebral debido al envejecimiento. Este desgaste puede afectar los discos intervertebrales y las articulaciones facetarias, lo que puede llevar a la compresión de los nervios y causar dolor (Shedid & Benzel, 2007). Por último, la estenosis espinal es el estrechamiento del canal espinal, que puede comprimir la médula espinal y los nervios, causando dolor, debilidad y entumecimiento en las extremidades (Lafian & Torralba, 2018). Estas condiciones degenerativas pueden limitar significativamente la movilidad y la calidad de vida (Gellhorn et al., 2013).

Respecto a los problemas asociados a los discos intervertebrales, uno de los más comunes es la degeneración discal, que es el desgaste natural de los discos debido al envejecimiento. Con el tiempo, los discos pierden agua y elasticidad, lo que reduce su capacidad de amortiguación y puede llevar a la formación de fisuras en el anillo fibroso del disco intervertebral (Adams & Roughley, 2006). A su vez, las fisuras en el anillo fibroso pueden dar lugar al desplazamiento hacia el exterior del núcleo pulposo, generando una protrusión discal, que es una condición en la que el núcleo comienza a abultarse, pero sin romper el anillo fibroso, lo que también puede causar dolor y otros síntomas al presionar las raíces nerviosas de la médula espinal (Bogduk, 1991). Por último, un agravamiento mecánico o por degeneración de los tejidos de una protrusión discal puede dar lugar a una hernia de disco. Esto ocurre cuando el núcleo pulposo se desplaza a través de una fisura en el anillo fibroso hacia el exterior, pudiendo presionar los nervios cercanos, causando dolor, entumecimiento o debilidad en las extremidades (Bishop et al., 2020). Las hernias de disco son más frecuentes en la región lumbar, pero también pueden ocurrir en la zona cervical, y con menor frecuencia en la zona torácica (Park et al., 2019).

Por otro lado, la falta de tono muscular y las descompensaciones musculares son factores significativos que pueden contribuir al dolor de espalda. Los músculos de la espalda, como los erectores espinales y el cuadrado lumbar; y del abdomen, como el recto abdominal, el transverso y los oblicuos, juegan un papel crucial en el soporte de la columna vertebral, así como en la dinámica lumbo-pélvica y movilidad de la zona cervical, torácica y lumbar de la columna (Urquhart et al., 2005). Cuando estos músculos no tienen un tono muscular adecuado no pueden proporcionar el soporte necesario a la columna vertebral, lo que puede llevar a una sobrecarga de las estructuras óseas y ligamentosas de la columna, pudiendo ocasionar dolores e incapacidad funcional (Urquhart et al., 2005). Otro de los problemas relacionados con la musculatura en relación con el dolor de espalda es la aparición de descompensaciones musculares, ya sea en la capacidad de aplicar fuerza-resistencia o bien en la flexibilidad y movilidad. En este sentido, la musculatura posterior del tronco tiene una función extensora o de oposición al movimiento de flexión de tronco, mientras que la musculatura anterior del tronco tiene una función flexora o de oposición al movimiento de extensión. Se ha identificado en la literatura científica que un déficit de fuerza-resistencia en la musculatura extensora de la columna se relaciona con una mayor prevalencia de dolor de espalda (Steele et al., 2014). Estas descompensaciones no hacen referencia únicamente a la capacidad de fuerza-resistencia, sino que también son muy relevantes la flexibilidad y la movilidad de la musculatura que rodea o se inserta en la columna vertebral. En este sentido, la falta de flexibilidad de la musculatura isquiosural y del psoas-ilíaco afectan de forma negativa a la dinámica lumbo-pélvica, reduciendo la movilidad de la cadera y la porción lumbar de la columna y afectando en consecuencia al patrón de la marcha, al equilibrio e incluso aumentando el riesgo de caídas en determinadas poblaciones (González-Gálvez et al., 2023 & 2020). Por otra parte, la falta de flexibilidad de la musculatura pectoral puede afectar a la disposición sagital del raquis torácico, aumentando la incidencia de hiper cifosis torácica, factor asociado con el dolor de espalda (Czaprowski et al., 2018).

Otro de los factores que puede suponer un mayor riesgo de sufrir dolor de espalda son las desalineaciones de la columna vertebral. La columna vertebral cuenta, en el plano sagital, con curvaturas anatómicas que permiten una adecuada distribución de las cargas axiales (McGill, 2002). En cambio, una alteración de estas curvaturas, haciéndose más pronunciadas en la zona torácica (hipercifosis) o en la zona lumbar (hiperlordosis); o disminuyendo las curvaturas por debajo de sus rangos de normalidad (rectificación) puede afectar a la distribución de fuerzas, favoreciendo la aparición de alteraciones que conduzcan a un mayor riesgo de dolor de espalda (González-Gálvez et al., 2023). De hecho, las posturas en las que las curvaturas de la columna vertebral están fuera de los límites de la normalidad prolongadas en el tiempo se consideran posturas que podrían aumentar la presión

intradiscal y favorecer la posibilidad de lesiones medulares, musculares, tendinosas o ligamentarias (McGill, 2018). La aparición de actitudes hipercifóticas se ha asociado a valores bajos de flexibilidad de la musculatura pectoral e isquiosurales y a una falta de fortalecimiento de la musculatura abdominal y paravertebral, mientras que las actitudes hiperlordóticas se relacionan con un acortamiento del psoas ilíaco y de la musculatura isquiosural, y falta de fortalecimiento abdominal y paravertebral (González-Gálvez et al., 2019).

Por último, la inactividad física está estrechamente relacionada con el dolor de espalda debido a la relación de la inactividad física y muchos de los factores que aumentan el riesgo de sufrir dolor lumbar (Albaladejo-Saura et al., 2024). En este sentido, la inactividad física disminuye la capacidad funcional estabilizadora de la musculatura del tronco, afecta negativamente a la movilidad y flexibilidad y se puede relacionar con un aumento de la masa corporal y peor composición corporal, todos ellos factores que influyen en la adopción de posturas negativas para la espalda que pueden predisponer a tener un mayor riesgo de sufrir dolor (Albaladejo-Saura et al., 2024). Esto es especialmente relevante si se tiene en cuenta que aquellos pacientes que sufren dolor de espalda suelen tener un nivel de actividad física menor cuando se comparan con sujetos sanos (Lemes et al., 2022), lo cual puede tener consecuencias negativas para la salud asociadas (Pereira et al., 2017).

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la prevención y tratamiento del dolor de espalda

Actualmente está ampliamente demostrado que la práctica regular de actividad física y ejercicio físico tiene innumerables beneficios para la salud a corto, medio y largo plazo. En este sentido, el ejercicio tiene un beneficio moderado pero significativo para el tratamiento del dolor de espalda crónico inespecífico y es más eficaz que las terapias conservadoras basadas en la ingesta de medicación o reposo en exclusividad (Searle et al., 2015). De hecho, se ha encontrado que aquellos que practican ejercicio físico en su tiempo libre y de ocio pueden ver reducido el riesgo de padecer dolor lumbar entre un 11 y un 16% respecto a aquellos que se mantienen inactivos (Shiri & Falah-Hassani, 2017). Además, tener una mejor condición física en variables relacionadas con la fuerza muscular, la resistencia cardiovascular y flexibilidad han demostrado un efecto protector frente al riesgo de sufrir dolor de espalda (Albaladejo-Saura et al., 2024). Sin embargo, existe cierta controversia en cuanto a la cantidad y el tipo de ejercicio físico que los pacientes con dolor de espalda deberían realizar. En una revisión con metaanálisis se encontró que la actividad física de intensidad moderada o vigorosa en el tiempo de ocio cumplía un rol protector frente al dolor de espalda crónico, mientras que no se vieron efectos protectores frente al dolor de espalda esporádico (Shiri & Falah-Hassani, 2017). Sin embargo, otra revisión sistemática determinó que una

actividad física excesivamente intensa, incluyendo movimientos repetitivos de flexión, extensión y rotación del tronco cargando objetos pesados o realizados de forma explosiva, podía aumentar el riesgo de sufrir dolor de espalda por desgaste de los tejidos y sobreuso o descompensación de la musculatura estabilizadora, mientras que también se encontró en la misma revisión que la ocupación del tiempo libre en actividades físicas de intensidad moderada (tareas del jardín, paseos, ejercicio físico o deporte con intensidad progresiva), cumplía un rol protector frente al dolor de espalda (Heneweer et al., 2011).

Por otro lado, también existe una amplia evidencia del efecto de intervenciones de ejercicio físico concretas, bien sea sobre los síntomas o sobre los factores asociados con el dolor de espalda que han resultado ser muy positivas. Por ejemplo, el dolor de espalda crónico se asocia a alteraciones de los patrones de activación muscular y a debilidad y aumento de la fatigabilidad de los músculos tanto del tronco como de las extremidades, y se cree que estas deficiencias pueden conducir a una pérdida de la estabilidad de la columna y a lesiones recurrentes en la misma (Searle et al., 2015). Algunos estudios han demostrado que ningún músculo por sí solo es capaz de lograr la estabilidad de la columna vertebral (Kell et al., 2011). Sin embargo, el trabajo complementario de los músculos que realizan una coactivación para lograr la estabilización, como por ejemplo los erectores espinales, el cuadrado lumbar, el glúteo medio y máximo, el transverso del abdomen y los oblicuos, ha mostrado mejoras en la fuerza-resistencia, disminuciones en el dolor y la inestabilidad de la columna y mejoras en la calidad de vida percibida por los pacientes tras solamente 16 semanas de intervención de entrenamiento de fuerza (Kell et al., 2011). Además, junto con el trabajo de fuerza-resistencia, la mejora de la coordinación intermuscular, principalmente de los erectores espinales y el transverso del abdomen, ha mostrado mejorar la estabilidad lumbo-pélvica, y por tanto la estabilidad del resto de curvaturas de la columna (Searle et al., 2015).

Sin embargo, no solo el entrenamiento de fuerza ha demostrado tener efectos positivos. El trabajo de control postural y movilidad también se ha mostrado efectivo a la hora de reducir el dolor de espalda y mejorar la funcionalidad de esta (Owen et al., 2020). En este sentido, son numerosas las investigaciones que han reportado que el trabajo multicomponente, incluyendo fuerza-resistencia, estabilización muscular, control motor y movilidad de columna, son más efectivas que las que emplean únicamente un tipo de entrenamiento (Owen et al., 2020). Estos componentes se pueden trabajar en un programa diseñado ad hoc o como parte de una metodología específica, como el método Pilates, caracterizado por incluir estos elementos desde un enfoque saludable (Vaquero-Cristóbal et al., 2015 & 2016), entre otras modalidades de ejercicio físico cuerpo-mente como por ejemplo el Tai-Chi o el Yoga (Yildirim & Gultekin, 2022; Zou et al., 2019). Así, las intervenciones basadas en este tipo de modalidades cuerpo-mente han

demostrado mejorar la extensibilidad de los músculos isquiosurales y psoas-iliaco, que tienen efecto determinante sobre la dinámica lumbo-pélvica; la mejora de la composición corporal, que se ha relacionado con el riesgo de sufrir dolor de espalda, y la fuerza-resistencia de la musculatura estabilizadora de la columna (Denham-Jones et al., 2022; González-Gálvez et al., 2023; Vaquero-Cristóbal et al., 2015 & 2016).

Por último, cabe destacar que el ejercicio cardiovascular no ha mostrado una asociación positiva con la reducción del dolor de espalda. Si bien es cierto que el ejercicio cardiovascular contribuye a la mejora de la condición cardiorrespiratoria y que puede tener efectos positivos sobre factores asociados con el dolor lumbar, como la composición corporal, el sobrepeso y la obesidad, la falta de fortalecimiento muscular que supone este tipo de entrenamiento podría traer consigo que no exista una tendencia clara a la reducción del dolor o la mejora de la sintomatología en pacientes con dolor de espalda tras las intervenciones (Searle et al., 2015).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para prevenir el dolor de espalda

4.1. Diseño un programa de ejercicio físico para prevenir el dolor de espalda

Teniendo en cuenta la evidencia científica expuesta anteriormente, se debería abogar por programas de ejercicio multicomponente, en los que se incluyan ejercicios de movilidad y control postural en combinación con ejercicios de fuerza-resistencia, tanto con contracciones isométricas buscando movimientos de anti-flexión, anti-extensión y anti-rotación, como contracciones concéntricas y excéntricas a bajas velocidades y con baja carga, con el objetivo de activar la musculatura estabilizadora, sin generar lesiones en estructuras anexas.

Respecto a la frecuencia y tiempo de entrenamiento semanal, las recomendaciones internacionales defienden que la participación en al menos dos sesiones de que integren trabajo de fuerza, flexibilidad y movilidad a intensidad moderada a vigorosa de entre 45 y 90 minutos de duración son suficientes para generar adaptaciones beneficiosas para la salud (WHO, 2010). Estas sesiones de entrenamiento, puesto que están orientadas a la mejora de la capacidad de fuerza-resistencia y estabilidad, deberán ser mantenidas en el tiempo entre dos y tres meses para empezar a generar adaptaciones, debiéndose incrementar posteriormente la intensidad y volumen de las mismas de acuerdo con los principios del entrenamiento (Coburn & Malek, 2014).

4.2. Recomendaciones para la práctica segura del ejercicio.

Los ejercicios que se planteen para el trabajo de la musculatura estabilizadora de la columna vertebral deben seguir los siguientes principios para ser considerados seguros (McGill, 2018):

- Que el ejercicio desencadene una actividad eléctrica de ligera a moderada en la musculatura abdominal o lumbar (entre el 20% y 60% de la máxima contracción voluntaria).
- Que los flexores coxofemorales estén inhibidos en la medida de lo posible. Uno de los factores que hace que los ejercicios realizados no serán seguros es la implicación de la musculatura flexora coxofemoral, ya que la activación del psoas-iliaco aumenta las cargas en el raquis lumbar.
- Que los valores de compresión lumbar y cizalla antero-posterior sean bajos o moderados, por debajo de los 3000 y 1000 Newtons, respectivamente, ya que valores superiores son un factor de riesgo para muchas personas.

Un ejercicio efectivo y seguro es aquel que cumple los tres criterios citados. El incumplimiento del primer criterio, por defecto, supone su falta de efectividad. El incumplimiento del segundo y/o tercer criterio supone su falta de seguridad y, por tanto, un factor de riesgo en cuanto al fallo de los tejidos vertebrales.

A continuación, en la tabla 1, se detallan algunos de los ejercicios recomendados para mejorar la movilidad, la fuerza-resistencia y la estabilidad de la columna en las regiones lumbar y torácica.

Tabla 1. Ejercicios de movilidad y fuerza-resistencia recomendados

Nombre y descripción del ejercicio	Representación gráfica
<p>Anteversión y retroversión pélvica: Colocarse con la espalda apoyada en la pared y los pies adelantados y flexionados. Debe quedar un hueco entre la pared y la zona lumbar. Llevar la pelvis hacia atrás para eliminar ese hueco (como si se quisiera dejar la parte de debajo de la espalda recta), mantener esa posición 3 segundos, y luego volver a la posición inicial manteniéndola 3 segundos, para posteriormente intentar hacer este hueco lo más grande posible (como si quisiera echar para atrás los glúteos –última foto de la secuencia-), mantener la posición 3 segundos y repetir el</p>	

ejercicio en el orden contrario. La parte superior de la espalda debe situarse recta durante todo el movimiento. El movimiento debe ser lento. 30 repeticiones.

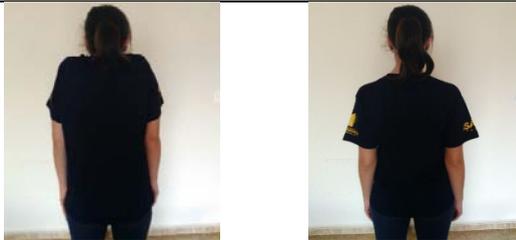
Cat-camel: Realizar una extensión completa de la espalda, aguantar la posición 3 segundos y poco a poco ir hacia una flexión de la espalda. Cuando se llegue a la flexión máxima aguantar 3 segundos y volver a la extensión. El movimiento debe ser lento. 20 repeticiones.



Trabajo de movilidad pélvica y flexores del tronco: Situarse decúbito supino (boca arriba). Se notará que se queda un hueco debajo de la espalda. Meter el abdomen hacia dentro intentando pegar la espalda al suelo. La pelvis no debe moverse. Mantener la posición final 5 segundos y volver a la posición inicial. Es importante respirar con normalidad. Realizar 30 repeticiones.



Subir y bajar los hombros. 15 repeticiones



Rotar hacia delante y hacia atrás de los hombros. 15 repeticiones para cada lado.



Realizar una retracción escapular (aproximar las escápulas a la línea media de la columna). Se puede hacer sin material o con una barra (por ej., el palo de una escoba). 15 repeticiones.



Ejercicios de fuerza-estabilidad

Nombre y descripción del ejercicio	Representación gráfica
<p>Trabajo de los extensores del tronco: En cuadrupedia (situado boca abajo apoyado sobre rodillas y la palma de las manos, como si se fuera a gatear), elevar un brazo y la pierna contraria, manteniendo la espalda alineada y sin que ésta se mueva. El movimiento debe ser lento. 3 series de 30 repeticiones con 20 segundos de descanso.</p>	
<p>Trabajo de los flexores del tronco: Colocarse decúbito prono (boca abajo) sobre una esterilla con la espalda recta y en línea con la cadera, muslos y piernas. Los pies apoyados sobre el suelo. Los brazos se sitúan debajo de los hombros con los codos flexionados a 90° y el cuerpo apoyado sobre los antebrazos. Mantener esta posición. 3 series de 20 segundos con 30 segundos de descanso entre series.</p>	
<p>Variantes: Si el ejercicio resulta muy difícil, hacerlo apoyando las rodillas. Si el ejercicio resulta muy fácil, situar los pies sobre una superficie inestable (por ejemplo, un balón).</p>	
<p>IMPORTANTE: No perder la linealidad.</p>	
<p>Trabajo de los extensores del tronco: En posición decúbito supino (boca-arriba) con las rodillas flexionadas a 90° y separadas a la anchura de las caderas. Elevar la pelvis hasta que el tronco quede en línea con las caderas y con las rodillas. 3 series de 20 segundos con 30 segundos de descanso entre series.</p>	
<p>Variantes: Si el ejercicio resulta muy difícil, hacer 4 series de 15 segundos con 30 segundos de descanso entre series. Si el ejercicio resulta fácil, elevar las piernas alternativamente hasta la horizontal y volver a la posición inicial. El movimiento debe ser lento. Si el ejercicio resulta muy fácil, situar los pies sobre una superficie inestable (por ejemplo, un balón).</p>	
<p>IMPORTANTE: No perder la linealidad.</p>	
<p>Trabajo de rotadores e inclinadores del tronco: Situar de lado sobre una esterilla con la espalda recta y en línea con la cadera, muslos y piernas. Los pies apoyados sobre el suelo. El brazo más cercano al suelo se sitúa debajo de los hombros con el codo flexionado a 90° y el cuerpo apoyado sobre el antebrazo. Mantener esta posición. Es importante que se mantenga en una</p>	

línea vertical ambos hombros. Realizar el ejercicio por los dos lados. 3 series de 20 segundos con 30 segundos de descanso entre series.

Variantes:

Si el ejercicio resulta muy difícil, hacerlo apoyando las rodillas.

Si el ejercicio resulta fácil, elevar la pierna de arriba hasta la horizontal y volver a la posición inicial. El movimiento debe ser lento.

Si el ejercicio resulta muy fácil, situar los pies sobre una superficie inestable (por ejemplo, un balón).

IMPORTANTE: No perder la linealidad.



Trabajo de los aproximadores escapulares: Situarse decúbito prono (boca abajo) en una mesa o banco, con la frente apoyada en la misma. En caso de incomodidad se puede situar una almohada o cojín debajo del pecho. Es importante que todo el tronco, incluida la pelvis está apoyada sobre la mesa. Los brazos deben quedar fuera de la mesa. Cogér con cada mano un objeto de peso ligero con los codos flexionados. Desde esta posición intentar juntar las escápulas. El movimiento debe tener su origen en el movimiento de las escápulas y no de los brazos. 3 series de 20 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.



Trabajo de los aproximadores escapulares y dorsal: Situar las piernas a la anchura de las caderas, con las rodillas flexionadas y la espalda recta. Colocar una goma elástica donde se pueda engancharla con seguridad. Los brazos deben situarse a 90° con los codos a la altura de los hombros y pegados al tronco. El movimiento consiste en intentar juntar las escápulas. **No tirar de los brazos.** Al intentar juntar las escápulas se notará como los hombros rotan ligeramente hacia atrás y hacia abajo. Evitar que la parte de abajo de la espalda se mueva mientras se realiza el ejercicio. 3 series de 20 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.



Ejercicios de Estiramientos

Nombre y descripción del ejercicio

Representación gráfica

Colocarse con una rodilla apoyada en el suelo y la otra adelantada y flexionada a 90°. Colocar las manos sobre la rodilla adelantada. Desde esta posición intentar llevar el cuerpo hacia delante sin que la rodilla de delante sobrepase la punta del pie. Se debe



notar tirantez en la parte delantera de la cadera. 3 series de 20 segundos con cada pierna.

Tumbado en el suelo prono (boca abajo) sobre una esterilla con la espalda recta la frente apoyada en la esterilla y la zona lumbar de la espalda en la posición normal (ni recta ni sacando los glúteos hacia fuera). Realizar una flexión de la rodilla de una de las piernas y cogerla con las manos. Debe notarse tirantez en la parte delantera del muslo. 3 series de 20 segundos con cada pierna.



Sentado en una esterilla con las piernas extendidas. Una pierna se cruza por encima de la otra y se sitúa flexionada, con la planta del pie apoyada en la esterilla. Desde esta posición con los brazos y sin levantarla pelvis del suelo ni el pie apoyado empujar la rodilla de la pierna que cruza hacia fuera. Se debe notar tirantez en el glúteo de la pierna que ha cruzado. 3 series de 20 segundos con cada pierna.



Sentado con la pierna extendida y la otra flexionada. Realizar una anteversión pélvica (como si quisieras sacar los glúteos hacia fuera), llevando el tronco hacia delante. No es necesario cogerse la pierna ni intentar tocar con las manos la punta de los pies. La espalda debe permanecer recta. 3 series de 20 segundos con cada pierna.



Colocarse de pie con los pies próximos a la pared. Las rodillas deben situarse flexionadas y los brazos agarrados a un elemento fijo a una altura algo por encima de la cabeza. De forma gradual y lenta dejarse caer. Se debe notar tirantez en la espalda. 3 series de 20 segundos.



De pie con las piernas abiertas a la anchura de las caderas. El brazo se situará extendido a 90° respecto al tronco. Intentar rotar el brazo hacia atrás todo lo que pueda sin girar el tronco. Cuando se llegue a la posición final, girar e inclinar el cuello hacia el lado contrario a velocidad lenta. Se debe notar tirantez en la zona del pecho y el cuello. 2 series de 20 segundos con cada brazo.



De pie, colocar las manos en la espalda. Coger con una mano la muñeca de la otra y tirar de ella hacia el lado contrario. Acompañar el movimiento de una inclinación de la cabeza hacia el mismo lado hacia el que se está tirando. Se debe notar cierta tirantez en la zona del hombro del que se está tirando. 2 series de 20 segundos con cada brazo.



NOTA: Durante la realización de los ejercicios, la velocidad de ejecución debe ser baja y controlada, de tal forma que permita mantener una postura segura en todo momento.

5. Conclusiones

El dolor de espalda es un problema de salud recurrente en grupos poblacionales de todas las edades que afecta a la salud y calidad de vida de los pacientes que lo sufren. En la mayoría de las ocasiones el origen del dolor de espalda es multifactorial, habiéndose encontrado que un estilo de vida inactivo, debilidad o falta de coactivación de la musculatura estabilizadora de la columna, alteraciones en los rangos de flexibilidad de los grupos musculares que se relacionan con la dinámica lumbo-pélvica y modificaciones en las curvaturas naturales de la espalda, aumentan el riesgo de sufrir dolor de espalda.

En cambio, la práctica regular de ejercicio físico ha demostrado ser un factor preventivo del dolor de espalda. En este sentido, mantener un estilo de vida activo, junto con los programas de prevención basados en entrenamiento de fuerza-resistencia de la musculatura estabilizadora, movilidad de la columna y flexibilidad de los músculos que pueden influir sobre las curvaturas de la columna se han visto efectivos para reducir o prevenir el dolor de espalda.

En este sentido, las recomendaciones internacionales indican que se deben incluir ejercicios de este tipo en sesiones de entrenamiento al menos dos o tres veces por semana, con una intensidad controlada, siendo necesario mantener el programa de ejercicio al menos durante dos o tres meses para comenzar a generar adaptaciones, siendo necesario adaptar el volumen y la intensidad conforme el sujeto se adapte al estímulo.

6. Referencias bibliográficas

- Adams, M. A., & Roughley, P. J. (2006). What is Intervertebral Disc Degeneration, and What Causes It? *Spine*, 31(18).
- Alanazi, M. H., Parent, E. C., & Dennett, E. (2018). Effect of stabilization exercise on back pain, disability and quality of life in adults with scoliosis: a systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(5), 647-653.
- Albaladejo-Saura, M., Mateo-Orcajada, A., Abenza-Cano, L., & Vaquero-Cristóbal, R. (2024). Influence of Physical Activity, Physical Fitness, Age, Biological Maturity and Anthropometric Variables on the Probability of Suffering Lumbar, Neck and Shoulder Pain in Spanish Adolescents from the Region of Murcia. *Healthcare*, 12(18).

- Baradaran-Mahdavi, S., Riahi, R., Vahdatpour, B., & Kelishadi, R. (2021). Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis. *Health Promot Perspect*, 11(4), 393-410. <https://doi.org/10.34172/hpp.2021.50>
- Bishop, P. B., Dea, N., & Fisher, C. G. (2020). 69. Ischemic spinal nerve root injury secondary to herniated lumbar intervertebral disc. *The Spine Journal*, 20(9), S33-S34. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.05.172>
- Bogduk, N. (1991). The Lumbar Disc and Low Back Pain. *Neurosurgery Clinics of North America*, 2(4), 791-806. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1042-3680\(18\)30701-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1042-3680(18)30701-0)
- Brinjikji, W., Diehn, F. E., Jarvik, J. G., Carr, C. M., Kallmes, D. F., Murad, M. H., & Luetmer, P. H. (2015). MRI Findings of Disc Degeneration are More Prevalent in Adults with Low Back Pain than in Asymptomatic Controls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Neuroradiology*, 36(12), 2394. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4498>
- Buckwalter, J. A. (1995). Aging and Degeneration of the Human Intervertebral Disc. *Spine*, 20(11).
- Calvo-Muñoz, I., Kovacs, F. M., Roqué, M., Gago Fernández, I., & Seco Calvo, J. (2018). Risk Factors for Low Back Pain in Childhood and Adolescence: A Systematic Review. *Clin J Pain*, 34(5), 468-484. <https://doi.org/10.1097/ajp.0000000000000558>
- Carreño-García, M., García-González, A., Castillo-Espinar, N., & Amo-Escobar, J. M. (2022). Actividad física como tratamiento del dolor crónico de espalda baja no específico: revisión sistemática. *Journal of Physical Education and Human Movement*, 4(2), 1-31.
- Coburn, J. W., & Malek, M. H. (2014). *Manual NSCA: Fundamentos del Entrenamiento Personal* (2ª ed.). Paidotribo.
- Czapowski, D., Stoliński, Ł., Tyrakowski, M., Kozinoga, M., & Kotwicki, T. (2018). Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13013-018-0151-5>
- de Andrés, J.A., Acuña, J.P., & Olivares, A. (2014). Dolor en el paciente de la tercera edad [10.1016/S0716-8640(14)70089-6]. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(4), 674-686. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(14\)70089-6](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70089-6)
- Denham-Jones, L., Gaskell, L., Spence, N., & Pigott, T. (2022). A systematic review of the effectiveness of Pilates on pain, disability, physical function, and quality of life in older adults with chronic musculoskeletal conditions. *Musculoskeletal Care*, 20(1), 10-30. <https://doi.org/10.1002/msc.1563>
- Gao, Y., Chen, Z., Chen, S., Wang, S., & Lin, J. (2023). Risk factors for neck pain in college students: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 23(1), 1502. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16212-7>
- Gellhorn, A. C., Katz, J. N., & Suri, P. (2013). Osteoarthritis of the spine: the facet joints. *Nature Reviews Rheumatology*, 9(4), 216-224. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2012.199>
- Global, regional, and national burden of low back pain, 1990-2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. (2023). *Lancet Rheumatol*, 5(6), e316-e329. [https://doi.org/10.1016/s2665-9913\(23\)00098-x](https://doi.org/10.1016/s2665-9913(23)00098-x)
- González-Gálvez, N., Gea-García, G. M., & Marcos-Pardo, P. J. (2019). Effects of exercise programs on kyphosis and lordosis angle: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 14(4), e0216180. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216180>
- González-Gálvez, N., Marcos-Pardo, P. J., Albaladejo-Saura, M., López-Vivancos, A., & Vaquero-Cristóbal, R. (2023). Effects of a Pilates programme in spinal curvatures and hamstring extensibility in adolescents with thoracic hyperkyphosis: a randomised controlled trial. *Postgraduate Medical Journal*, 99(1171), 433-441. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2021-140901>
- González-Gálvez, N., Vaquero-Cristóbal, R., López-Vivancos, A., Albaladejo-Saura, M., & Marcos-Pardo, P. J. (2020). Back Pain Related with Age, Anthropometric Variables, Sagittal Spinal Curvatures, Hamstring Extensibility, Physical Activity and Health Related Quality of Life in Male and Female High School Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph17197293>
- Gonçalves, T. R., Mediano, M. F. F., Sichieri, R., & Cunha, D. B. (2018). Is Health-related Quality of Life Decreased in Adolescents With Back Pain? *Spine (Phila Pa 1976)*, 43(14), E822-e829. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000002520>
- Gómez-Martínez, J. C., & Llísterri-Caro, J. L. (2016). Documento de consenso en dolor de espalda. Edittec S.L. Barcelona, Spain.

- Heneweer, H., Staes, F., Aufdemkampe, G., van Rijn, M., & Vanhees, L. (2011). Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature. *Eur Spine J*, 20(6), 826-845. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1680-7>
- Hestbaek, L., Leboeuf-Yde, C., Kyvik, K. O., & Manniche, C. (2006). The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(4), 468-472. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000199958.04073.d9>
- Holm, L. W., Bohman, T., Lekander, M., Magnusson, C., & Skillgate, E. (2020). Risk of transition from occasional neck/back pain to long-duration activity limiting neck/back pain: a cohort study on the influence of poor work ability and sleep disturbances in the working population in Stockholm County. *BMJ Open*, 10(6), e033946. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033946>
- Humbriá-Mendiola, A., Carmona, L., Peña Sagredo, J. L., & Ortiz, A. M. (2002). Impacto poblacional del dolor lumbar en España: resultados del estudio EPISER. *Revista Española de Reumatología*, 29(10), 471-478.
- Kell, R. T., Risi, A. D., & Barden, J. M. (2011). The response of persons with chronic nonspecific low back pain to three different volumes of periodized musculoskeletal rehabilitation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1052-1064. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09df7>
- Lafian, A. M., & Torralba, K. D. (2018). Lumbar Spinal Stenosis in Older Adults. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 44(3), 501-512. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rdc.2018.03.008>
- Lemes, I.R., Oliveira, C. B., Silva, G. C. R., Pinto, R. Z., Tebar, W. R., & Christofaro, D. G. (2022). Association of sedentary behavior and early engagement in physical activity with low back pain in adolescents: a cross-sectional epidemiological study. *Eur Spine J*, 31(1), 152-158. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-07004-x>
- Lemes, Í. R., Pinto, R. Z., Turi Lynch, B. C., Codogno, J. S., Oliveira, C. B., Ross, L. M.,...Monteiro, H. L. (2021). The Association Between Leisure-time Physical Activity, Sedentary Behavior, and Low Back Pain: A Cross-sectional Analysis in Primary Care Settings. *Spine*, 46(9).
- McGill, S. M. (2002). Evidence-based prevention and rehabilitation. *Human Kinetics*.
- McGill, S. M. (2018). *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. Human Kinetics, Illinois, U.S.A.
- Mroczek, B., Łubkowska, W., Jarno, W., Jaraczewska, E., & Mierzecki, A. (2020). Occurrence and impact of back pain on the quality of life of healthcare workers. *Ann Agric Environ Med*, 27(1), 36-42. <https://doi.org/10.26444/aaem/115180>
- World Health Organization (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. In. Geneva: World Health Organization.
- Owen, P. J., Miller, C. T., Mundell, N. L., Verswijveren, S. J. J. M., Tagliaferri, S. D., Brisby, H.,...Belavy, D. L. (2020). Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(21), 1279-1287. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100886>
- Ozdemir, S., Gencbas, D., Tosun, B., Bebis, H., & Sinan, O. (2021). Musculoskeletal Pain, Related Factors, and Posture Profiles Among Adolescents: A Cross-Sectional Study From Turkey. *Pain Management Nursery*, 22(4), 522-530. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2020.11.013>
- Park, C. H., Park, E. S., Lee, S. H., Lee, K. K., Kwon, Y. K., Kang, M. S.,...Shin, Y. H. (2019). Risk Factors for Early Recurrence After Transforaminal Endoscopic Lumbar Disc Decompression. *Pain Physician*, 22(2), E133-e138.
- Pereira, S., Todd Katzmarzyk, P., Gomes, T. N., Souza, M., Chaves, R. N., Dos Santos, F. K.,...Maia, J. (2017). A multilevel analysis of health-related physical fitness. The Portuguese sibling study on growth, fitness, lifestyle and health. *PLoS One*, 12(2), e0172013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172013>
- Searle, A., Spink, M., Ho, A., & Chuter, V. (2015). Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 29(12), 1155-1167. <https://doi.org/10.1177/0269215515570379>
- Shedid, D., & Benzel, E. C. (2007). Cervical spondylosis anatomy: pathophysiology and biomechanics. *Neurosurgery*, 60(1).
- Shiri, R., & Falah-Hassani, K. (2017). Does leisure time physical activity protect against low back pain? Systematic review and meta-analysis of 36 prospective cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, 51(19), 1410. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097352>
- Sitthipornvorakul, E., Janwantanakul, P., Purepong, N., Pensri, P., & van der Beek, A. J. (2011). The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review. *European Spine Journal*, 20(5), 677-689. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1630-4>

- Steele, J., Bruce-Low, S., & Smith, D. (2014). A reappraisal of the deconditioning hypothesis in low back pain: review of evidence from a triumvirate of research methods on specific lumbar extensor deconditioning. *Current Medical Research and Opinion*, 30(5), 865-911. <https://doi.org/10.1185/03007995.2013.875465>
- Urquhart, D. M., Hodges, P. W., & Story, I. H. (2005). Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait & Posture*, 22(4), 295-301. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.09.012>
- Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F., Esparza-Ros, F., López-Plaza, D., Muyor, J. M., & López-Miñarro, P. A. (2016). The effects of a reformer Pilates program on body composition and morphological characteristics in active women after a detraining period. *Women Health*, 56(7), 784-806. <https://doi.org/10.1080/03630242.2015.1118723>
- Vaquero-Cristóbal, R., López-Miñarro, P. A., Alacid, F., & Esparza-Ros, F. (2015). The effects of the pilates method on hamstring extensibility, pelvic tilt and trunk flexion. *Nutrición Hospitalaria*, 32, 1967-1986.
- Yildirim, P., & Gultekin, A. (2022). The Effect of a Stretch and Strength-Based Yoga Exercise Program on Patients with Neuropathic Pain due to Lumbar Disc Herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*, 47(10), 711-719. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000004316>
- Zemedikun, D. T., Kigozi, J., Wynne-Jones, G., Guariglia, A., & Roberts, T. (2021). Methodological considerations in the assessment of direct and indirect costs of back pain: A systematic scoping review. *PLOS ONE*, 16(5), e0251406. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251406>
- Zou, L., Zhang, Y., Liu, Y., Tian, X., Xiao, T., Liu, X.,...Yang, Q. (2019). The Effects of Tai Chi Chuan Versus Core Stability Training on Lower-Limb Neuromuscular Function in Aging Individuals with Non-Specific Chronic Lower Back Pain. *Medicina (Kaunas)*, 55(3). <https://doi.org/10.3390/medicina55030060>

Osteoartritis y artritis reumatoide: Prescripción y planificación de ejercicio físico

Flávia Giovanetti Yázigi¹ - fyazigi@fmh.ulisboa.pt

Maria Margarida Marques Rebelo Espanha¹ - mespanha@fmh.ulisboa.pt

¹CIPER, Faculdade de Motricidade Humana. Universidade de Lisboa

Resumen

Según la Organización Mundial de Salud (OMS), de todas las urgencias, en el grupo de artritis se incluye la Osteoartritis (OA) y la Artritis Reumatoide (AR), la OA es una de las enfermedades más incapacitantes en los países en desarrollo. La OA representa el mayor riesgo para la calidad de vida de los individuos, ya que el 80% de las personas con OA experimentarán limitaciones en el movimiento y el 25% no podrán realizar sus principales actividades diarias (WHO, 2020). Entre los tratamientos no farmacológicos, el ejercicio ha mostrado fuerte evidencia en su potencial para controlar los principales síntomas de la OA y la AR, principalmente el dolor crónico, y en la mejora de la capacidad funcional de sus practicantes. Un programa de ejercicio debe ser multidisciplinario y debe considerar las necesidades individuales de cada persona. El entrenamiento de fuerza, el entrenamiento neuromotor, el entrenamiento de flexibilidad, los ejercicios aeróbicos y los programas de ejercicios acuáticos son las propuestas más citadas en los artículos científicos con efectos positivos no control de estas enfermedades reumáticas. Este capítulo tiene como objetivo presentar las principales características de OA y AR así como proporcionar bases para ayudar a los profesionales en la planificación y adaptación de ejercicios según las necesidades de sus estudiantes.

Palabras clave: Artritis; Osteoartrosis; Artritis Reumatoide; Ejercicio; Prescripción de Ejercicio

1. Introducción

Las enfermedades reumáticas (ER) incluyen más de 150 trastornos y, aunque tienen bajas tasas de mortalidad, son una de las principales causas de disminución de la calidad de vida y ausentismo laboral, lo que conlleva consecuencias económicas y sociales significativas. Según la OMS, de todas las ER, el grupo de artritis incluye la Osteoartrosis (OA) y la artritis reumatoide (AR), la OA una de las diez enfermedades más incapacitantes en los países desarrollados. La OA representa el mayor riesgo para la calidad de vida de los individuos, ya que el 80% de las personas con OA experimentará limitaciones en el movimiento y el 25% no podrá realizar sus principales actividades diarias (OMS, 2022). La OA es una enfermedad de la articulación completa que puede derivarse de múltiples mecanismos fisiopatológicos e implica la degeneración articular, incluyendo la degradación del cartilago articular y el hueso subcondral (Altman et al., 1990), lo que puede conducir a la esclerosis ósea y a la formación de quistes óseos y osteofitos marginales.

La AR es una enfermedad crónica (de larga duración) que afecta principalmente a las articulaciones, como las de las muñecas, manos, pies, columna vertebral, rodillas y mandíbula. La AR causa inflamación en las articulaciones, provocando dolor, hinchazón, rigidez y pérdida de función.

Entre las recomendaciones para el tratamiento de la OA y la AR se distinguen dos grupos: tratamiento farmacológico y no farmacológico. Aunque actualmente no existe una cura efectiva para ambos, recientemente se han logrado avances en el tratamiento y control que incluyen pautas basadas en la evidencia para el manejo de la patología. El tratamiento óptimo requiere un enfoque multidisciplinario que incluya educación sobre el autocuidado del paciente, técnicas de protección de las articulaciones y ejercicio.

Desde el comienzo del siglo, se han realizado varios cambios en el manejo de la AR, incluyendo estrategias de tratamiento dirigidas a lograr la remisión o baja actividad de la enfermedad lo antes posible, un monitoreo estricto de la actividad de la enfermedad y la introducción de medicamentos biológicos/sintéticos modificadores de la enfermedad.

Factores de Riesgo

- OA: Edad, obesidad, ocupación, debilidad muscular en las extremidades inferiores, lesiones previas en la rodilla y desalineación son los principales factores de riesgo de OA de rodilla reportados en la literatura, aunque solo la obesidad, la ocupación y la fuerza se consideran factores modificables (Martin et al., 2013). En el modelo predictivo de Zhang y colegas (2011), se identificaron seis factores de riesgo relacionados con la incidencia de OA de rodilla (edad, sexo, IMC, ocupación, antecedentes familiares y lesiones en la rodilla) y cuatro con la progresión de la OA (edad, sexo, lesión de rodilla y deportes). También se reconocen factores de inflamación y biomecánicos, como la carga articular, que pueden exacerbar la progresión de la OA (Englund, 2010).
- AR: Los factores de riesgo no controlables son la edad, el sexo biológico y los genes. Otros factores están asociados con el medio ambiente, como infecciones y toxinas, que pueden desencadenar la AR, especialmente en personas genéticamente susceptibles. Los factores de riesgo modificables están relacionados con el estilo de vida, como el tabaquismo, obesidad, enfermedad de las encías, alimentación y cambios en el microbioma.

2. Fisiopatología de la enfermedad da la artritis (OA y AR)

La osteoartritis (OA) es considerada una enfermedad que afecta toda la articulación y puede originarse a partir de múltiples mecanismos fisiopatológicos. La OA es una patología compleja y heterogénea que afecta a las articulaciones móviles en su totalidad. Se caracteriza patológicamente por la pérdida de la homeostasis y la

degradación de la matriz cartilaginosa en respuesta a diversos traumas o lesiones de distinta magnitud (micro o macro) (Katz, 2021). La respuesta reparadora inicia con alteraciones metabólicas y moleculares anormales, seguidas de cambios reactivos patológicos y/o fisiológicos, destacándose la degeneración progresiva del cartílago articular (CA), remodelación del hueso subcondral, formación de osteofitos e inflamación de la articulación, lo que resulta en la pérdida de la función articular normal, pudiendo llevar a enfermedad (Kraus, Blanco, Englund, Karsdal y Lohmander, 2015).

La inflamación articular ha sido identificada como una causa de OA, atribuida a la presencia prolongada de mediadores inflamatorios y factores de crecimiento con niveles alterados en el líquido sinovial. Esto provoca un desequilibrio, principalmente en el sistema inmunológico innato, que usualmente resulta en sinovitis (infiltración de células inflamatorias en la membrana sinovial) y en una inflamación persistente de bajo grado, la cual contribuye de manera negativa a la destrucción de los tejidos articulares (Mora, 2018).

La manifestación patológica principal consiste en la degradación del cartílago articular, con la pérdida de su integridad esencial para el funcionamiento normal de la articulación, comprometiendo funciones como permitir el movimiento sin fricción. A medida que la OA progresa, se produce la erosión de la superficie cartilaginosa y la aparición de fisuras verticales (fibrilación). Con el movimiento articular continuo, el cartílago se desgasta, exponiendo el hueso subcondral (Katz, 2021). Como resultado de los cambios en la composición y organización espacial de las moléculas de la matriz (proteoglicanos y fibras de colágeno), se observa una reducción en la resistencia a la compresión, afectando la capacidad de absorción y distribución de impactos mecánicos y comprometiendo la función de amortiguación, especialmente en las articulaciones de carga, como la rodilla, la cadera y la columna vertebral.

En las etapas iniciales de la OA, aunque la superficie articular pueda parecer normal, existen alteraciones en la composición de la matriz. Los cambios osteoartrosicos comprobados experimentalmente muestran un aumento en la actividad celular, reflejado en un incremento de la síntesis de proteoglicanos, probablemente como un intento de los condrocitos de reparar la lesión. Sin embargo, a medida que la enfermedad avanza, la síntesis de proteoglicanos disminuye, sugiriendo un posible agotamiento de los condrocitos. Incluso cuando la síntesis de proteoglicanos es dos o tres veces superior a la normal, su contenido en el cartílago artrosico es inferior, lo que sugiere que el catabolismo de la matriz es prevalente. La pérdida o fragmentación de los proteoglicanos va acompañada de un aumento de la hidratación de la CA (Maroudas, 1979). Además de los cambios en el metabolismo de los proteoglicanos, también falla la interacción de estos con el ácido hialurónico, lo que reduce su agregación. En el cartílago osteoartrosico,

también se observan alteraciones en la organización espacial de la red fibrilar de colágeno (Pelletier et al., 1983).

La AR es un trastorno autoinmune en el que el sistema inmunológico ataca los tejidos sanos de las articulaciones. Además, puede causar fatiga inusual, fiebre esporádica y pérdida de apetito, afectando también otros órganos como el corazón, pulmones, sangre, nervios, ojos y piel. La AR es la enfermedad articular inflamatoria más común, teniendo un gran impacto en la calidad de vida del paciente y en su capacidad para participar en la sociedad.

Tanto en OA como en AR, las alteraciones en la ergonomía del movimiento (limitación fisiológica de la amplitud) y la distribución anormal de la carga conducen a lesiones, edema y dolor (por inflamación) en la articulación (Sharma, 2021). El dolor y el edema inhiben la activación muscular envolvente mediante reflejos espinales y cambios en la sensibilidad del sistema nervioso periférico y nociceptivo. Esto, junto con la falta de uso, resulta en debilidad muscular y atrofia. Así, la distribución anormal de la carga, el estrés localizado, la degeneración, la inflamación y la inhibición neural llevan al deterioro y mal alineamiento de la articulación durante el movimiento (Katz, 2021)

3. Beneficios de la práctica de actividad física en OA y AR

La práctica regular de ejercicio físico, que incluye tanto actividades en tierra, como el fortalecimiento muscular y la actividad aeróbica, así como actividades acuáticas, los programas de educación para la autogestión del paciente y la pérdida de peso, son tratamientos no farmacológicos de primera línea universalmente recomendados para el tratamiento de la OA (Osteoarthritis Research Society International, European League Against Rheumatism) (Bannuru et al., 2019). Además, el ejercicio desempeña un papel fundamental en la prevención de la progresión de esta patología (American College of Rheumatology) (Hochberg et al., 2012), mostrando beneficios comparables a los obtenidos con el uso de analgésicos y antiinflamatorios (Kolasinski et al., 2020).

Las personas con OA o AR tienden a ser menos activas que aquellas sin esta patología, ya que la amplitud del movimiento articular puede estar más limitada debido a la rigidez, inflamación, dolor o cambios en el hueso, como la formación de osteofitos. Esta inactividad conduce a la pérdida de flexibilidad, atrofia muscular, aumento del umbral del dolor y fatiga. El efecto más inmediato y beneficioso del ejercicio en esta población es la reducción de los efectos negativos de la inactividad (Bennell & Messier, 2010). También es relevante implementar intervenciones no farmacológicas, como el ejercicio y las intervenciones psicoeducativas, para manejar la fatiga en personas con enfermedades reumáticas inflamatorias y musculoesqueléticas.

La importancia de la carga mecánica generada por el ejercicio o la actividad física en el mantenimiento de las articulaciones fue reconocida hace mucho tiempo y ejemplificada acertadamente en la cita de L. Sokoloff: *“El cartilago puede sobrevivir dentro de una gran variedad de demandas, pero por debajo o por encima de este rango, sufrirá”* (Lequesne et al., 1997). Por ello, es razonable considerar una ventana óptima de carga mecánica. Los niveles bajos de estrés mecánico, como los que resultan del reposo prolongado o la inactividad, provocan efectos catabólicos; cuando los niveles de carga son fisiológicos, se produce actividad anabólica; mientras que, ante altos niveles de estrés, que pueden deberse a la obesidad, actividad física intensa o el transporte repetido de peso, los condrocitos no logran adaptarse y los procesos catabólicos superan la actividad anabólica (Griffin & Guilak, 2005).

La función de las articulaciones sinoviales consiste en producir movimiento, lo cual es esencial para el funcionamiento articular normal. El movimiento articular permite alternar entre la compresión y la descompresión del cartílago articular (CA), funcionando como un mecanismo de bombeo mecánico, conocido como mecanismo de imbibición, que garantiza la penetración del líquido sinovial (principal fuente nutritiva del CA) en su interior. Por lo tanto, es de suma importancia una carga articular correcta para la fisiología normal del CA, lo cual se logra a través de una carga óptima (Palmoski & Brandt, 1984) y con la capacidad de realizar movimientos articulares en toda su amplitud normal.

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para OA e AR

La OA aún no tiene una cura, ya que se trata de una enfermedad crónica y degenerativa, por lo que el objetivo del tratamiento es lograr retrasar su progresión y aliviar sus efectos. Para ello, es necesario disminuir el dolor y la rigidez en la articulación, mantener y mejorar la movilidad de la misma y reducir las limitaciones físicas. La Osteoarthritis Research Society International (OARSI) en 2014 creó recomendaciones para el tratamiento de la OA de la rodilla, basándose en la evidencia científica sobre la eficacia y seguridad de cada tratamiento. La OARSI divide el tratamiento de acuerdo con la presencia o ausencia de comorbilidades y si la OA es unitaria o multirarticular, proponiendo un tratamiento fundamental (*“core”*) transversal para todos aquellos que tengan OA de la rodilla: control del peso, entrenamiento de fuerza para fortalecer los músculos de las extremidades inferiores, ejercicio acuático, un programa educativo y de autogestión, y ejercicio aeróbico (caminar, trabajo de resistencia, TaiChi) (McAlindon et al., 2014).

De acuerdo con la revisión sistemática de Conley et al. (2023), el cuidado no farmacológico para la artritis reumatoide debería incluir educación del paciente, atención centrada en el paciente, toma de decisiones compartida, ejercicio, órtesis y un enfoque multidisciplinario en la atención. Por otro lado, las Guías de ACSM para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio afirman que el ejercicio es una parte

esencial de un plan de tratamiento para individuos con cualquier tipo de artritis y presentan recomendaciones para la prescripción del ejercicio para personas con artritis (artritis reumatoide y osteoartritis), con el cuidado de progresar en las intensidades y volúmenes de forma gradual, considerando las limitaciones funcionales, el dolor y las preferencias personales de ejercicio..

Planeación:

Antes de comenzar a planificar las sesiones y la respectiva prescripción del ejercicio, todos los profesionales del ejercicio deben aprender brevemente sobre las comorbilidades y los desafíos específicos que enfrentan las personas con artritis reumatoide (AR) y osteoartritis (OA). Es fundamental realizar evaluaciones iniciales para detectar síntomas, capacidad funcional, aptitud física y otras limitaciones reportadas por el usuario.

Entre los principales objetivos generales del ejercicio para personas con OA y AR se destacan:

- Mejora del estilo de vida, convirtiendo el ejercicio en una práctica habitual.
- Control del dolor crónico.
- Control de la fatiga.
- Mejora de la función física y la capacidad para realizar actividades diarias.
- Minimizar posibles síntomas depresivos.
- Prevención o control de la obesidad.
- Educación para convivir con la enfermedad.
- Autoevaluación y estrategias de afrontamiento.
- Control de comorbilidades.
- Prevención y control de la sarcopenia: Varios estudios encontraron menor densidad mineral ósea y mayor incidencia de caídas y fracturas en pacientes con sarcopenia. La sarcopenia es prevalente en la AR y puede estar asociada con mayor actividad de la enfermedad y menor densidad mineral ósea, así como un aumento de caídas y fracturas (Tam et al., 2024).

Con respecto a los objetivos específicos, se destacan las siguientes propuestas de entrenamiento:

- Entrenamiento de fuerza: Los músculos interactúan constantemente con las articulaciones sinoviales, lo que puede influir en el proceso de osteoartritis. El objetivo principal del entrenamiento de fuerza recomendado es mantener las funciones musculares básicas (movimiento, estabilidad articular, absorción de impactos mecánicos y propiocepción), evitando la debilidad muscular, mejorando la estabilidad y la postura del cuerpo y el soporte de peso corporal. Además de ser considerado esencial

para el desempeño de actividades diarias, el entrenamiento de fuerza tiene un efecto positivo en la prevención de lesiones en las extremidades inferiores, uno de los factores de riesgo de la OA de rodilla. La debilidad del cuádriceps es una ocurrencia frecuente en la OA de rodilla, y ensayos clínicos previos han demostrado que el entrenamiento de fuerza del cuádriceps es efectivo para mejorar el dolor y la condición física (Bennell & Messier, 2010). La obesidad combinada con la sarcopenia, denominada obesidad sarcopénica, también está estrechamente asociada con la prevalencia de la OA de rodilla. El entrenamiento intensivo de fuerza puede cambiar la composición del muslo y ha demostrado ser prometedor en el tratamiento de las vías subyacentes de la enfermedad biomecánica (carga en la articulación de la rodilla) e inflamatoria. Sin embargo, en casos de desalineación varo, sus efectos sobre el dolor y el momento de aducción de la rodilla externa han sido cuestionables. En respuesta a esto y basado en análisis biomecánicos, enfoques recientes sugieren que el fortalecimiento de los músculos abductores de la cadera puede reducir la carga medial de la rodilla.

- Entrenamiento neuromotor: Su objetivo es mejorar el control neuromuscular y crear una estabilidad funcional compensatoria. El control neuromuscular es la capacidad de producir un movimiento controlado a través de la coordinación muscular. La estabilidad funcional, por otro lado, es la capacidad de la articulación para mantenerse estable durante el movimiento. Los estudios han demostrado los efectos beneficiosos del entrenamiento de fuerza en personas con OA; sin embargo, se ha sugerido que para aumentar la eficacia del entrenamiento se incluya el trabajo neuromotor, ya que es típico de esta patología la falta de estabilidad funcional, equilibrio y un déficit de la función neuromuscular. Al construir un plan de entrenamiento neuromotor, es necesario tener en cuenta las tres fases de progresión: estática, dinámica y funcional. Queremos que los segmentos que se encuentran bajo carga se mantengan en equilibrio tanto en situaciones estáticas como dinámicas, y que haya control postural durante esas mismas situaciones, sean ellas similares a las actividades diarias o a movimientos realizados durante el ejercicio físico. La fase estática corresponde a la función postural, en particular a la estabilidad del core y de la cintura pélvica con cambios en el centro de gravedad. La fase dinámica se refiere a la movilidad de los segmentos manteniendo el alineamiento articular y la estabilidad entre ellos, activando una sinergia entre todos los músculos involucrados. La fase funcional implica la realización de movimientos que se asemejan a patrones motores presentes en la vida diaria; en esta fase ya existe una estabilidad funcional en la que los músculos se activan para mantener la estabilidad de las articulaciones

y su alineamiento durante todo el movimiento (McAlindon et al., 2014). En la acuagimnasia, los ejercicios de cadena cinética cerrada ofrecen una carga inherentemente diferente, donde las sentadillas con el peso del cuerpo y las elevaciones de talones en el agua podrían definirse como entrenamiento neuromotor o de baja carga y alta velocidad. El ejercicio a máxima velocidad en el agua produce una carga relativa más alta en comparación con la velocidad lenta y con dolor mínimo, proporcionando una oportunidad para que los clínicos utilicen una mayor velocidad para abordar los déficits de potencia.

- Entrenamiento de estabilidad y postura: La OA incluye síntomas de inestabilidad. La evidencia reciente ha sugerido que los cambios en los factores biomecánicos de las extremidades inferiores durante actividades de carga pueden tener un impacto sustancial en la capacidad de mantener una postura neutral de la columna mientras se mueven las extremidades de manera independiente del tronco. Por lo tanto, el entrenamiento de estabilidad y postura es imperativo para un movimiento y función adecuados en todas las actividades diarias.
- Entrenamiento de flexibilidad: Su objetivo es disminuir la rigidez articular y aumentar la amplitud del movimiento de la articulación, que va disminuyendo con la progresión de la patología y posibles alteraciones en los huesos circundantes (osteófitos). El entrenamiento de flexibilidad debe realizarse antes del ejercicio aeróbico o del entrenamiento de fuerza, y los estiramientos deben realizarse de manera que causen cierto malestar, pero no dolor. El ACSM recomienda que este entrenamiento se realice diariamente y que los estiramientos sean en su mayoría estáticos, ya que son más cómodos para la persona y más fáciles de controlar, a diferencia de los estiramientos dinámicos que a veces presentan movimientos balísticos; sin embargo, con la progresión, los estiramientos se irán incorporando al entrenamiento, así como el aumento del tiempo de estiramiento en cada ejercicio, con un máximo de 30 segundos (ACSM, 2018).
- Reducción de peso (en casos de obesidad): Las recomendaciones de OARSI para la pérdida de peso en el tratamiento de la OA están ganando cada vez más importancia. Para un programa general de pérdida de peso, las directrices del ACSM recomiendan una reducción del 5-10% del peso inicial durante 3-6 meses mediante una intervención de ejercicio aeróbico moderado a intenso, entrenamiento de resistencia y cambios en el comportamiento. En casos de OA, Messier et al. (2005) informaron que una reducción de peso de 1 kg estaba asociada con una reducción de carga en la rodilla de 4 unidades por paso, una reducción clínicamente significativa cuando se considera sobre los muchos pasos realizados cada día.

- Educación: Esta intervención debería incluir información general para un estilo de vida saludable e información específica sobre la OA, sus implicaciones y alternativas para su manejo y convivencia. Asimismo, las estrategias posturales y los movimientos suaves pueden ayudar en el control del dolor. La rutina de autoevaluación del dolor es esencial para entender su respuesta al ejercicio y para la gestión de la intensidad del ejercicio. La esencia de un programa educativo debe ser ayudar a los pacientes a aprender a vivir con la enfermedad mientras mejoran su calidad de vida y alcanzan una sensación de bienestar (Hochberg et al., 2012).
- Enfoque psicológico: Factores como el miedo, la ansiedad y la depresión tienen efectos adversos sobre la discapacidad en personas con OA (Pereira et al., 2013), y al igual que el dolor, la depresión se considera un obstáculo importante para el manejo de la OA. La percepción de un individuo sobre la gravedad del dolor puede verse influenciada por factores mediadores centrales y componentes conductuales. Una clase de ejercicio estructurada en grupo puede ser una forma efectiva de aumentar la motivación al proporcionar un apoyo social para la adherencia al ejercicio y, por ende, promover cambios en el estilo de vida. Además, el ejercicio y la actividad física mejoran factores relacionados con el malestar psicológico, y estos cambios podrían conducir a una mejora del dolor y la función en personas con OA.

Maximizar la adherencia es un elemento clave que determina el éxito de cualquier intervención de ejercicio. Más allá de la mejora de la adherencia que, en general, las sesiones supervisadas pueden proporcionar, los instructores de ejercicio pueden utilizar las siguientes técnicas conductuales:

- Fomentar el contacto social entre los participantes.
- Promover el contacto frecuente durante todas las fases de la intervención.
- Definir objetivos conductuales claros y permitir retroalimentación sobre los logros.
- Ayudar a los participantes a auto-monitorear su dolor y la intensidad del ejercicio para completar la actividad.
- Establecer un compromiso personal con el proyecto a través del líder de ejercicio.

Otros cuidados:

Es necesario tener algunas preocupaciones especiales al practicar ejercicio físico:

- Calzado apropiado que absorba el choque y promueva estabilidad.
- Utilizar ejercicios funcionales que mejoren/faciliten las actividades de la vida diaria.

- Los individuos deben ser alentados a practicar ejercicio en el momento del día en que tienen menos dolor o cuando el efecto del analgésico es máximo.
- Mayores niveles de dolor 48 a 72 horas después del ejercicio generalmente se deben a las molestias musculares.

5. Aquagym/Ejercicio acuático en la OA y AR

Las principales características del Aquagym/ejercicio acuático son la utilización de las propiedades hidrostáticas e hidrodinámicas del agua. Las propiedades específicas del agua, como la presión hidrostática, la flotabilidad y la resistencia hidrodinámica, son factores que explican las adaptaciones crónicas reportadas asociadas con los programas de ejercicio acuático. Propiedades como la presión hidrostática, la flotabilidad y la resistencia hidrodinámica permiten ejercicios con menor sobrecarga articular y promueven adaptaciones físicas y control del dolor crónico (Yázig et al., 2019).

Considerando las características de los ejercicios acuáticos y los componentes de ejercicio recomendados para ser incluidos en los programas de intervención de OA (entrenamiento cardiorrespiratorio, entrenamiento de fuerza, entrenamiento de flexibilidad, entrenamiento de la marcha, entrenamiento de postura y equilibrio y enfoques psicológicos), el ejercicio acuático, cuando está correctamente estructurado, puede ser un tipo de ejercicio muy completo y abarcador para la KOA. Otro aspecto importante del ejercicio acuático es que una persona con dolor tiene dificultad con los ejercicios de carga, y debido a la flotabilidad, el ejercicio acuático permite que el ejercicio aeróbico y de resistencia se realice con menos sobrecarga articular (Yazigi et al., 2013).

6. Barreiras e Facilitadores para a prática de Atividade Física

La actividad física estructurada e intencionada en la que se incluye el ejercicio físico, provoca beneficios como la reducción del dolor y de la rigidez articular, y la mejora de la función en personas con OA de rodilla y/o cadera. Sin embargo, a pesar de los efectos positivos en los síntomas, a menudo las intervenciones a través del ejercicio no promueven un cambio comportamental sostenido, es decir, la adherencia disminuye claramente a lo largo del tiempo. La disminución de la adherencia a los programas de EF a largo plazo es problemática, ya que esos programas que se desarrollan con supervisión técnica, han sido identificados como uno de los mejores predictores de eficacia del tratamiento.

Los factores que influyen en la adherencia de los pacientes con OA al ejercicio físico se clasifican en intrínsecos y extrínsecos. Petursdottir, Arnadottir y Halldorsdottir (2010) constataron la existencia de facilitadores y barreras externas e internas al ejercicio físico. Los factores internos pueden ser categorizados como atributos

individuales (motivación, personalidad, autoimagen, actitud de salud, actitud de ejercicio, historial de ejercicio, conocimiento de la enfermedad) y experiencias personales (efecto del dolor, rigidez y fatiga, beneficios percibidos del ejercicio, calidad del sueño) relacionadas con el ejercicio. Por otro lado, los factores externos se refieren al entorno social (apoyo social, atención profesional, incentivo médico, compañeros de entrenamiento y estrato socioeconómico) y físico (efecto del clima, disponibilidad, accesibilidad y transporte). Cualquiera de los factores puede constituirse como facilitadores o barreras, dependiendo de cómo sea vivido por el individuo ese atributo/característica o condición.

Estrategias de adherencia a la Actividad Física. Las barreras y facilitadores a la adherencia a la actividad física son complejas, varían de individuo a individuo y pueden cambiar a lo largo del tiempo. Así, los profesionales de ejercicio físico al prescribir ejercicios, deben considerar cuáles son las barreras y facilitadores que van a interferir con los ejercicios establecidos e implementar estrategias para superar eventuales barreras. De este modo, la probabilidad de adherencia por parte del usuario será mayor (Bennell, Dobson, & Hinman, 2014).

En cuanto al cambio comportamental, las técnicas pueden consistir en la educación, en el establecimiento de objetivos, en la supervisión de ejercicios y en el uso de técnicas de auto-monitoreo. La educación sobre la enfermedad y los beneficios inherentes al ejercicio físico, puede realizarse a través de la comunicación verbal con el paciente según el grado de alfabetización (por ejemplo, usar un lenguaje accesible para personas con baja alfabetización), de la disponibilidad de información escrita y/o acceso a recursos multimedia, incluyendo aquellos que estén públicamente disponibles (por ejemplo, sitios, textos o vídeos con información confiable). De esta forma, el paciente puede aumentar su conocimiento sobre los beneficios de la actividad física en la OA y, así, promover su adherencia a largo plazo (Bennell, Dobson, & Hinman, 2014).

En este proceso, la supervisión es un aspecto fundamental, facilitando la prescripción y el seguimiento adecuado de un programa de ejercicio físico progresivo y flexible. Así, éste debe ser modificado regularmente para ajustarse a las necesidades y al estado clínico del paciente, tanto a nivel físico como psicológico, manteniendo el interés y la motivación del paciente para participar de forma continua. La monitorización del dolor antes y después de cada sesión de ejercicio, así como el auto-monitoreo (por ejemplo, diarios de registro de las sesiones de ejercicios, podómetros, etc.) y el seguimiento a través de contacto telefónico, son otras estrategias eficaces (Bennell, Dobson, & Hinman, 2014).

7. Conclusiones

Este capítulo destaca la importancia crucial del ejercicio físico en la prevención y el control de la osteoartritis y la artritis reumatoide. Las evidencias científicas

acumuladas demuestran que la actividad física regular no solo mejora la función articular y la movilidad, sino que también desempeña un papel fundamental en la reducción del dolor y la mejora de la calidad de vida de los pacientes. El ejercicio puede promover la salud articular a través del fortalecimiento muscular, la mejora de la flexibilidad y el aumento de la resistencia, constituyendo así una intervención no farmacológica de gran relevancia.

Sin embargo, es imprescindible que se realice una investigación más profunda sobre la eficacia de diferentes protocolos de ejercicio, adaptados a las necesidades específicas de cada individuo y contexto. La validación científica de estos protocolos permitirá la construcción de directrices claras y adaptables, maximizando los beneficios del ejercicio en la gestión de estas condiciones. Los estudios futuros deben centrarse en poblaciones diversas y en diferentes etapas de las enfermedades, con el fin de desarrollar estrategias personalizadas que puedan implementarse en entornos clínicos y comunitarios. Solo a través de este enfoque basado en la evidencia será posible optimizar el manejo de la osteoartritis y la artritis reumatoide, garantizando que todos los pacientes tengan acceso a intervenciones efectivas y seguras para mejorar su salud y bienestar.

8. Referencias bibliográficas

- Altman, R. D. (1990). Osteoarthritis. Differentiation from rheumatoid arthritis, causes of pain, treatment. *Postgrad Med*, 87(3), 66-72, 77-68. <https://doi.org/10.1080/00325481.1990.11704582>
- Bannuru, R. R., Osani, M. C., Vaysbrot, E. E., Arden, N. K., Bennell, K., Bierma-Zeinstra, S. M. A., . . . McAlindon, T. E. (2019). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*, 27(11), 1578-1589. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>
- Bennell, K. L., & Messier, S. P. (2010). Osteoarthritis: Strength training, self-management or both for early knee OA. *Nat Rev Rheumatol*, 6(6), 313-314. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.49>
- Bennell, K. L., Dobson, F., & Hinman, R. S. (2014). Exercise in osteoarthritis: moving from prescription to adherence. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 28(1), 93-117. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2014.01.009>
- Chen, D. I., Shen, J., Zhao, W., Wang, T., Han, L., Hamilton, J. L., & Im, H. J. (2017). Osteoarthritis: toward a comprehensive understanding of pathological mechanism. *Bone research*, 5(1), 1-13.
- Conley, B., Bunzli, S., Bullen, J., O'Brien, P., Persaud, J., Gunatillake, T., . . . Lin, I. (2023). What are the core recommendations for rheumatoid arthritis care? Systematic review of clinical practice guidelines. *Clinical rheumatology*, 42(9), 2267-2278. <https://doi.org/10.1007/s10067-023-06654-0>
- Englund, M. (2010). The role of biomechanics in the initiation and progression of OA of the knee. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 24(1), 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.08.008>
- Griffin, T. M., & Guilak, F. (2005). The role of mechanical loading in the onset and progression of osteoarthritis. *Exerc Sport Sci Rev*, 33(4), 195-200. <https://doi.org/10.1097/00003677-200510000-00008>
- Hochberg, M. C., Altman, R. D., April, K. T., Benkhalti, M., Guyatt, G., McGowan, J., . . . American College of, R. (2012). American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis care & research*, 64(4), 465-474. <https://doi.org/10.1002/acr.21596>
- Katz, J. N. (2021). Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. *Journal of the American Medical Association*, 325(6), 568-578.
- Kolasinski, S. L., Neogi, T., Hochberg, M. C., Oatis, C., Guyatt, G., Block, J., . . . Reston, J. (2020). 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis care & research*, 72(2), 149-162. <https://doi.org/10.1002/acr.24131>

- Kraus, V.B., Blanco, F.J., Englund, M., Karsdal, M.A. & Lohmander, L.S. (2015). Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use. *Osteoarthritis & Cartilage*, 23,8,1233 – 1241. DOI: 10.1016/j.joca.2015.03.036
- Lequesne, M. G., Dang, N., & Lane, N. E. (1997). Sport practice and osteoarthritis of the limbs. *Osteoarthritis and cartilage*, 5(2), 75-86. [https://doi.org/10.1016/s1063-4584\(97\)80001-5](https://doi.org/10.1016/s1063-4584(97)80001-5)
- Liguori, G., & (ACSM), A. C. o. S. M. (2018). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (11 ed.).
- Maroudas, A. (1979). Physicochemical properties of articular cartilage. In: MAR Freeman (ed), *Adult articular Cartilage*, 2ª Ed, Pp. 215-331 London: Pitman Medical.
- Martin, K. R., Kuh, D., Harris, T. B., Guralnik, J. M., Coggon, D., & Wills, A. K. (2013). Body mass index, occupational activity, and leisure-time physical activity: an exploration of risk factors and modifiers for knee osteoarthritis in the 1946 British birth cohort. *BMC musculoskeletal disorders*, 14, 219. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-219>
- McAlindon, T. E., Bannuru, R. R., Sullivan, M. C., Arden, N. K., Berenbaum, F., Bierma-Zeinstra, S. M., . . . Underwood, M. (2014). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*, 22(3), 363-388. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>
- Messier, S. P., Resnik, A. E., Beavers, D. P., Mihalko, S. L., Miller, G. D., Nicklas, B. J., . . . Loeser, R. F. (2018). Intentional Weight Loss in Overweight and Obese Patients With Knee Osteoarthritis: Is More Better? [Randomized Controlled Trial Research Support, N.I.H., Extramural]. *Arthritis care & research*, 70(11), 1569-1575. <https://doi.org/10.1002/acr.23608>
- Minor, M., & Kay, D. (2009). Arthritis. In J. Durstine, G. Moore, P. Painter & S. Roberts, *ACSM Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*, 3rd ed. Pp. 259-264. Illinois: Human Kinetics.
- Mora, J. C.-A. (2018). Knee osteoarthritis: Pathophysiology and current treatment modalities. *Journal Of Pain Research*, 2189-2196.
- Palmoski, M. J., & Brandt, K. D. (1984). Effects of static and cyclic compressive loading on articular cartilage plugs in vitro. *Arthritis Rheum*, 27(6), 675-681. <https://doi.org/10.1002/art.1780270611>
- Pelletier, J. P., Martel-Pelletier, J., Altman, R. D., Ghandur-Mnaimneh, L., Howell, D. S., & Woessner, J. F., Jr (1983). Collagenolytic activity and collagen matrix breakdown of the articular cartilage in the Pond-Nuki dog model of osteoarthritis. *Arthritis and rheumatism*, 26(7), 866–874. <https://doi.org/10.1002/art.1780260708>.
- Petursdottir, U., Arnadottir, S. A., & Halldorsdottir, S. (2010). Facilitators and barriers to exercising among people with osteoarthritis: a phenomenological study. *Physical therapy*, 90(7), 1014-1025. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090217>
- Sharma L. (2021). Osteoarthritis of the Knee. *The New England journal of medicine*, 384(1), 51–59. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1903768>
- Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Haile, L. M., Rafferty, Q., Lo, J., Fukutaki, K. G., Cruz, J. A., Smith, A. E., Vollset, S. E., Brooks, P. M., Cross, M., Woolf, A. D., Hagens, H., Abbasi-Kangevari, M., Abedi, A., Ackerman, I. N., Amu, H., Antony, B., Arabloo, J., ... Kopec, J. A. (2023). Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 5(9), e508–e522. [https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(23\)00163-7](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00163-7)
- Tam, K., Wong-Pack, M., Liu, T., Adachi, J., Lau, A., Ma, J., . . . Rodrigues, I. B. (2024). Risk Factors and Clinical Outcomes Associated With Sarcopenia in Rheumatoid Arthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Clin Rheumatol*, 30(1), 18-25. <https://doi.org/10.1097/RHU.0000000000001980>
- Wing, C., & Peterson, J. A. (2012). EXERCISE AND ARTHRITIS: Guidelines for the Fitness Professional. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 16(2), 8-12. <https://doi.org/10.1249/01.FIT.0000413044.38612.9a>
- World Health Organization, WHO. (2022, 14/07/2022). Musculoskeletal health. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Yazigi, F., Espanha, M., Vieira, F., Messier, S. P., Monteiro, C., & Veloso, A. P. (2013). The PICO project: aquatic exercise for knee osteoarthritis in overweight and obese individuals. *BMC musculoskeletal disorders*, 14, 320. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-320>
- Yázigi, F., Veiga, D., Marcos-Pardo, P., & Espanha, M. (2019). Responsiveness of pain and symptom's items of knee injury and osteoarthritis outcome score (koos) to the aquatic exercise. *Revista de investigación en actividades acuáticas: monográfico especial de actividades acuáticas y salud*, 3(5), 24-28.

Zhang, W., McWilliams, D. F., Ingham, S. L., Doherty, S. A., Muthuri, S., Muir, K. R., & Doherty, M. (2011). Nottingham knee osteoarthritis risk prediction models. *Annals of the rheumatic diseases*, 70(9), 1599-1604. <https://doi.org/10.1136/ard.2011.149807>

Disfagia, prevención y tratamiento a través del ejercicio orofacial

María Itatí Palacio¹ - mariaitati.palacio@um.es

María Trinidad Herrero¹ - mtherrer@um.es

¹Neurociencia Clínica y Experimental (NiCE), Departamento de Anatomía Humana y Psicobiología, Instituto de Investigación Biomédica de Murcia (IMIB - Pascual Parrilla), Instituto de Envejecimiento, Facultad de Medicina, Universidad de Murcia.

Resumen

La deglución es una función básica y necesaria para la supervivencia del ser humano. La disfagia es el trastorno de la deglución que impide el paso seguro y eficiente del alimento y/o líquido desde la boca hasta el estómago. La presbifagia es la alteración de la deglución causada por los efectos propios del envejecimiento, que muchas veces permanece oculta y está infradiagnosticada. La disfagia y la presbifagia tienen una alta prevalencia en la población adulta mayor, causando pérdida de calidad de vida y complicaciones, pudiendo desencadenar neumonías aspirativas y muerte. El conocimiento de la neurofisiología de la deglución y de las causas de su disfunción es una herramienta fundamental para la prevención, el diagnóstico precoz y el tratamiento de la disfagia.

Palabras clave: Envejecimiento; fragilidad; disfagia; presbifagia; rehabilitación

1. Introducción

La deglución es esencial para la ingesta nutricional y para el manejo de las secreciones internas de los tractos aerodigestivos superior e inferior (Costa, 2018). Para que el programa motor de la deglución sea adecuado y seguro en cada una de las cuatro fases de la deglución (oral preparatoria, oral de transporte, faríngea y esofágica), es necesaria la participación de áreas corticales craneales, cinco pares craneales, y músculos de la boca, la faringe y el esófago, coordinados entre sí desde los núcleos del tronco del encéfalo (Krishnamurthy et al., 2021).

El desarrollo de las bases de la deglución comienza en el útero materno y progresa durante la infancia y los primeros años de la niñez (Kalhoff et al., 2024). La coordinación de la succión, la deglución y la respiración es uno de los programas neuromotores más complejos del recién nacido, aunque la maduración del sistema estomatognático no está completa al nacer (Palacio Ortega et al., 2024). Gradualmente, a través del aprendizaje sensoriomotor, la experiencia, la maduración neurológica, la integración sensorial, y la desensibilización del reflejo nauseoso, se desarrolla la función motora de deglución que se perfecciona hasta

hacerla consciente, permitiendo la alimentación correcta del sujeto (Kiyohara et al., 2012).

Neurofisiología de la deglución

La deglución puede ser voluntaria o refleja. La deglución voluntaria ocurre como respuesta al deseo de comer o beber mientras el sujeto está despierto y consciente y es parte de la conducta alimentaria (Kern et al., 2001). La deglución de secreciones orofaríngeas, sin la ocurrencia de la fase oral preparatoria, se denomina deglución refleja. No es intencional ni consciente, ocurre durante la vigilia y durante el sueño y se desencadena por estímulos sensoriales laringofaríngeos (Kiyohara et al., 2012).

El programa motor de la deglución se divide en cuatro etapas: ideación y planificación, programación, ejecución, y generación del movimiento (Ilustración 1). Es una sucesión de mecanismos excitatorios e inhibitorios de señales nerviosas motoras que comienzan en la corteza frontal y que se retroalimentan de estímulos sensoriales aferentes. Los inicios difieren si la deglución es refleja o voluntaria. La deglución refleja se inicia por el estímulo de receptores sensitivos localizados en la lengua, el paladar blando, la úvula, la pared posterior de la faringe y la laringe. La deglución voluntaria tiene su inicio en una acción directa controlada por la corteza cerebral (Prosiegel, 2019). Se ha demostrado que la deglución automática y la deglución voluntaria se procesan en áreas de la corteza cerebral. Ambos tipos de deglución están asociados con la activación de varias áreas corticales funcionalmente distintas de los lóbulos prefrontal, temporal y parietal (Martin et al., 2001).

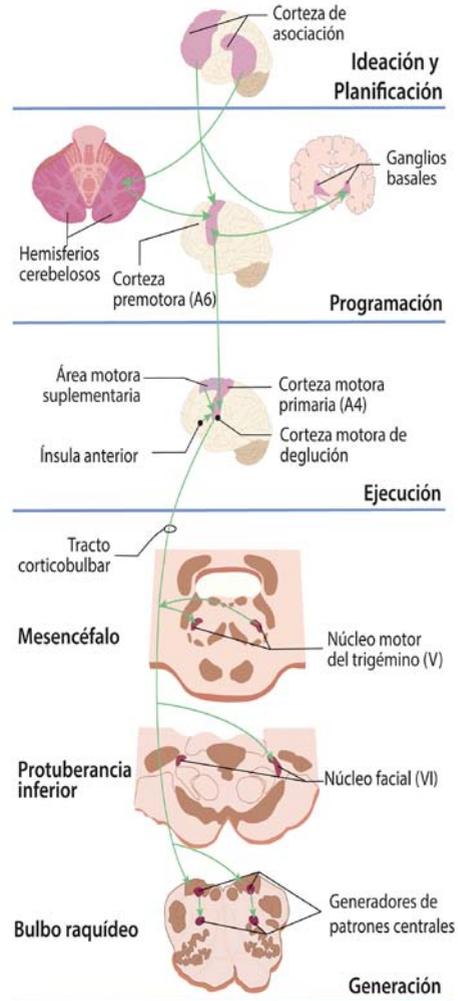


Ilustración 1. Neurofisiología de la deglución. Programa motor de la deglución en cuatro etapas. Fuente: elaboración propia, modificado de Li-Jessen & Ridgway, 2020.

La ideación de la deglución voluntaria empieza en la corteza frontal. La planificación del movimiento se realiza (después la de ideación en la deglución voluntaria y como respuesta a estímulos sensoriales en la deglución refleja) en la corteza de asociación prefrontal juntamente con la corteza de asociación somatosensorial (Knollhoff et al., 2022). Recibida la señal, la programación del movimiento de la musculatura de deglución es realizada de forma conjunta por ambos hemisferios cerebelosos y los ganglios basales que trabajan en paralelo para programar el movimiento de la musculatura de deglución y luego transmiten esta información a la corteza premotora, inhibiendo a los músculos que deben permanecer relajados. Para la ejecución del movimiento, la corteza de deglución (ubicada en la corteza motora anterolateral) recibe la información de la corteza premotora y a la vez recibe impulsos del área motora suplementaria y de la ínsula anterior que se envían a través del tracto corticobulbar (Li-Jessen & Ridgway, 2020). Debido a la superposición anatómica de las vías para el paso del aire y la nutrición, es esencial una coordinación precisa para que el alimento puede progresar de manera segura al estómago, sin entrar en la vía aérea. Esa coordinación es realizada por dos generadores de patrones centrales (GPC) ubicados en el bulbo raquídeo, que reciben las señales de la corteza a través del tracto corticobulbar y las transmiten a los núcleos motores. Uno de los GPC, el dorsal, está ubicado dentro del núcleo del tracto solitario y la formación reticular adyacente y contiene las neuronas generadoras involucradas en el desencadenamiento, la configuración y la sincronización del patrón de deglución secuencial o rítmico. El segundo GPC es ventrolateral, está ubicado en la formación reticular que rodea al núcleo ambiguo y distribuye las salidas motoras a los pares craneales V y VII que se encuentran en la protuberancia y a los nervios craneales IX, X, XI y XII en el bulbo raquídeo (Pitts & Iceman, 2023). El tracto corticobulbar también envía información directamente a los cuatro núcleos motores involucrados en la deglución: a) el núcleo motor del trigémino, b) el núcleo motor facial, c) el núcleo hipogloso, y d) el núcleo ambiguo. La información sensorial de las estructuras periféricas se recibe en el núcleo del tracto solitario y en regiones específicas de los núcleos sensoriales del trigémino. Esta información sensorial ayuda a iniciar la deglución, modifica el umbral para la deglución faríngea, y altera el nivel de reclutamiento muscular durante la deglución, reconociendo las características del estímulo (Wei et al., 2024).

Las señales generadas por los GCPs, modificadas por las aferencias sensitivas periféricas, producen cada una de las cuatro fases de la deglución (Lang, 2009). La primera fase de la deglución es la fase oral, que incluye la fase oral preparatoria y la fase oral de transporte. La fase oral preparatoria, es voluntaria y es donde tienen lugar la masticación y la formación del bolo alimenticio. El tiempo de duración de esta fase depende de factores como la eficiencia motora y el deseo del sujeto de saborear el alimento (Ertekin & Aydogdu, 2003). La fase oral de transporte comienza con la propulsión del bolo hacia la faringe. Esta fase es voluntaria y su

duración está relacionada con el estado de las funciones cerebrales superiores y la viscosidad y tamaño del bolo. La fase faríngea se inicia por la estimulación de los mecanorreceptores faríngeos y los propioceptores de la lengua que envían la información al SNC, es refleja, y dura aproximadamente 1 segundo (Rodríguez, 2020). La fase esofágica comienza con el paso del bolo por el esfínter esofágico superior (EES) que transforma la orofaringe en vía deglutoria y concluye cuando el bolo llega al estómago gracias a la onda peristáltica producida por las capas musculares esofágicas. Tiene una duración de entre 8 y 20 segundos y también es involuntaria (Costa, 2018). La interrupción y/o deterioro de cualquier fase del mecanismo de deglución puede comprometer la seguridad y eficacia de ésta.

2. Fisiopatología de la disfagia

La disfagia es definida como la dificultad para hacer llegar los alimentos o los líquidos desde la boca al estómago, alterando la eficacia y/o la seguridad de la deglución (Clavé et al., 2015). La eficacia de la deglución se ve comprometida cuando el sujeto no es capaz de realizar los procesos para alimentarse correctamente, lo que resulta en malnutrición y/o deshidratación (McCarty & Chao, 2021). La alteración de la seguridad (aspiración o penetración en la vía aérea) tiene como consecuencia infecciones respiratorias, siendo la neumonía aspirativa la causa de muerte en el 50 % de los casos (Hurtte et al., 2023). Se estima que la disfagia afecta al 8% de la población mundial, y su incidencia aumenta en la población adulta mayor (Nagano et al., 2023). En personas mayores que viven de forma independiente, la prevalencia de la disfagia es entre el 30% y el 40% y aumenta hasta el 60% en pacientes mayores institucionalizados. En pacientes ancianos con trastornos neurológicos y/o demencia, la prevalencia aumenta al 64% y 80%, respectivamente (Baijens et al., 2016). La disfagia produce una serie de secuelas médicas, sociales y psicológicas que pueden provocar desnutrición, deshidratación, neumonía, enfermedad pulmonar crónica y disminución de la calidad de vida (Milewska et al., 2020).

Las consecuencias económicas de la disfagia son importantes. Los pacientes hospitalizados con disfagia generan costos 48% más altos que aquellos sin disfagia (Patel et al., 2018). Las personas con disfagia o presbifagia, suelen hacer ajustes intuitivos en su dieta y utilizan estrategias para controlar la ingesta de alimentos y líquidos (Ballesteros-Pomar et al., 2020). Sin embargo, ante la presencia de un deterioro adicional, un cambio agudo de salud o una cirugía, los problemas de deglución pueden desestabilizarse y empeorar el diagnóstico general, prolongar los días de hospitalización, aumentar los reingresos hospitalarios y provocar la necesidad de tratamientos prolongados de rehabilitación (Allen et al., 2020). Por ello, conocer los procesos anatómicos y fisiológicos de la deglución y sus alteraciones es esencial para poder prevenir o ralentizar la aparición de la disfagia en adultos mayores (Matsuo & Palmer, 2008).

Tipos de disfagia

Según la fase deglutoria afectada, la disfagia puede clasificarse en: disfagia orofaríngea (fases oral y faríngea), de mayor prevalencia y disfagia esofágica (fase esofágica) (Malhi, 2016).

En la fase oral, los problemas pueden estar asociados con un cierre labial deficiente o inexistente, menos fuerza o incompetencia de los músculos de la masticación, mala formación, control, y transporte del bolo alimenticio, una limitación o incoordinación del movimiento lingual, salivación excesiva, entumecimiento de la boca, y/o sequedad bucal (Rech et al., 2018). Como resultado, la comida puede acumularse en el vestíbulo de la boca y en las mejillas, generando fugas de saliva o alimento de la boca y la necesidad de varios intentos para deglutir (Dylczyk-Sommer, 2020).

La disfagia de la fase faríngea suele deberse a problemas de propulsión lingual, faríngea o de apertura del esfínter esofágico superior. Las alteraciones que pueden presentarse son: reflejo de deglución retardado, cierre velofaríngeo disminuido (con regurgitación nasal), movimiento epiglótico disminuido, escasa elevación laríngea, y trastornos o lesiones del esfínter esofágico superior. Estas dificultades generan que la retención del bolo se produzca en la faringe pudiendo provocar tos, regurgitación nasofaríngea, sialorrea o xerostomía, deglución fraccionada, disartria, asfixia e incluso aspiración y/o penetración en la vía aérea (Roy et al., 2007).

En la disfagia faríngea la función protectora de la laringe se altera, el reflejo de la tos se debilita, y puede producirse el paso de alimento o secreciones a la vía aérea. Las consecuencias pueden ser la retención, la penetración, y/o la aspiración de saliva o alimento. La retención se define como la acumulación de saliva o alimento en las vallecúlas o senos piriformes. La penetración tiene lugar cuando la saliva o el alimento ingresa al vestíbulo laríngeo y la aspiración se asocia con la presencia de saliva o alimento debajo de las cuerdas vocales, siendo la más grave de las tres (Speyer et al., 2022).

La disfagia esofágica presenta como signo la dificultad para seguir deglutiendo y se puede asociar a dolor o presión torácica, reflujo, regurgitación de alimento, intentos repetidos de deglución, y síntomas de aspiración, como tos y asfixia. La causa principal de la DE es la inflamación o estenosis de la pared esofágica (Louis & Nakhal, 2022).

Causas de la disfagia

La disfagia orofaríngea (DO), con una prevalencia del 80% del total de las disfgias diagnosticadas, es un síntoma y no una enfermedad. Cualquier anomalía de las estructuras orofaríngeas involucradas en la deglución o de los controles neuronales puede alterar la deglución y provocar la DO. Las causas de la DO pueden agruparse

en tres categorías: neurológicas, estructurales y otras etiologías (Wilkinson et al., 2021). El envejecimiento por sí mismo no es causa de disfagia, aunque hay cambios asociados a la edad que afectan a todas las fases de la deglución (González Cortés et al., 2018). Las causas neurológicas afectan la transmisión de información hacia y desde el SNC y, en consecuencia, se altera la función del sistema neuromuscular orofaríngeo. Pueden ser: a) de inicio agudo, b) neurodegenerativas, c) del desarrollo. Las causas mecánicas y estructurales son aquellas que alteran la integridad anatómica y/o fisiológica del mecanismo orofaríngeo y provocan dificultades para tragar. Se dividen en: a) congénitas, b) traumáticas, c) quirúrgicas o iatrogénicas, y d) neoplásicas. Por último, existen otras causas de disfagia entre las que se encuentran las enfermedades inflamatorias y los trastornos de origen psicógeno (Massa et al., 2022).

En los pacientes menores de 60 años, predominan las causas morfológicas y estructurales, mientras que en los pacientes mayores de 60 años las alteraciones neurológicas son las más frecuentes (Tulunay-Ugur & Eibling, 2018).

Envejecimiento y presbifagia

La presbifagia, es el resultado de los efectos del proceso normal de envejecimiento sobre los órganos de la deglución en los adultos mayores sanos (Martin et al., 1991). Se entiende como un estado transicional entre el proceso deglutorio saludable y la disfagia orofaríngea (Labeit et al., 2022).

Durante el envejecimiento las funciones fisiológicas se deterioran gradualmente. Esa degradación funcional está causada por fenómenos moleculares y celulares asociados con el envejecimiento normal (López-Otín et al., 2023). (Ilustración 2).

La neurodegeneración durante el envejecimiento disminuye la activación de las áreas correspondientes al procesamiento sensorial, la integración sensoriomotora, la coordinación y el control motor. Como manifestaciones anatómicas de los cambios en el sistema nervioso, el flujo sanguíneo cerebral se reduce, el surco cortical se ensancha, los ventrículos se agrandan y se produce dismotilidad asociada con la disminución de las neuronas mientéricas del esófago (Feng et al., 2023). La disminución de la función cognitiva en el envejecimiento provoca sesgo cognitivo respecto a las características de los alimentos, dificultad de ideación y de concentración. Los adultos mayores tienen menor capacidad de respuesta, mala coordinación de movimientos y falta de flexibilidad para ajustar la velocidad de la comida y la ingesta de alimentos (Harada et al., 2013). Los cambios en el sistema nervioso durante el envejecimiento provocan también un deterioro de los reflejos de deglución, de tos (protectores de las vías respiratorias) y de aducción laríngea (Ebihara et al., 2012).

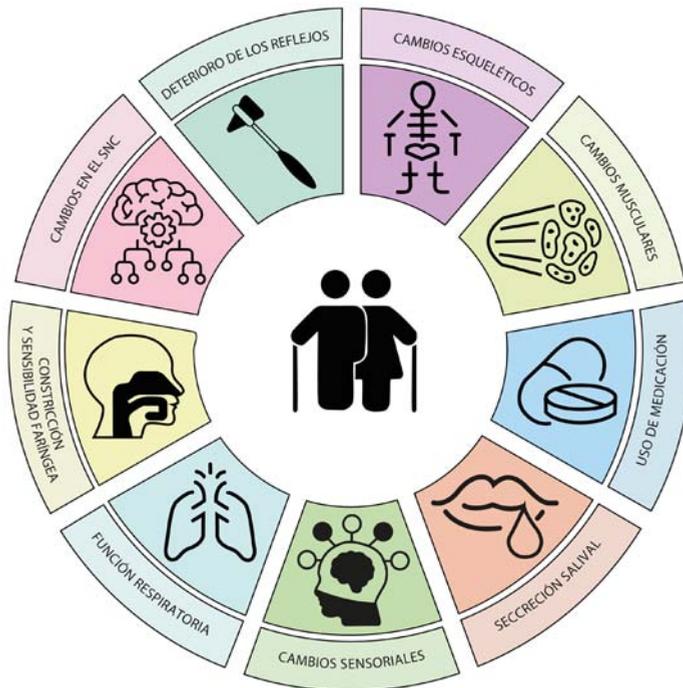


Ilustración 2. Cambios en el envejecimiento que afectan a la deglución. Fuente: elaboración propia.

El sistema esquelético, que interviene en la deglución, también se ve afectado por los cambios en el envejecimiento. Las posiciones del hueso hioides y la laringe se alteran debido a variaciones en la morfología de la columna y a la reducción del tono muscular (Kang et al., 2010). El cartílago envejecido (a causa de la acumulación de condrocitos senescentes) cambia de forma y se vuelve menos elástico, debilitando la capacidad protectora de las vías respiratorias de la epiglotis y los cartílagos aritenoides (Coryell et al., 2021). Con el envejecimiento las estructuras neurovasculares de la pulpa dental también se ven afectadas y los dientes se vuelven sensibles y dolorosos cuando se infectan. Tanto la pérdida de piezas dentales como el uso de prótesis mal adaptadas influyen negativamente en la deglución (Cavallero et al., 2020).

La masa muscular total en los adultos mayores, el contenido de agua en los músculos y de proteoglicanos de los tendones disminuye, mientras que la acumulación de grasa aumenta (Larsson et al., 2019). Se afectan el músculo orbicular de los labios (provocando fugas), los músculos masticatorios, el velo del paladar y los músculos de la lengua que muestran atrofia muscular, reducción de la fuerza, y menor rango de movimiento (McCoy & Desai, 2018). De la misma manera, el número de fibras musculares del EES disminuye y los impulsos que mantienen la tensión cricofaríngea se reducen. Esto produce un retraso en el

tiempo de apertura, menos elasticidad y distensibilidad del EES y menor cantidad de aperturas de este, lo que aumenta el riesgo de aspiración, el residuo faríngeo y el reflujo gastroesofágico (Cock & Omari, 2018).

La afectación de la función respiratoria con el envejecimiento está causada por la disminución del número de células epiteliales pulmonares, el aumento de la proporción de fibroblastos y la alteración de surfactante (Brandenberger & Mühlfeld, 2017). Todo esto provoca una disminución del volumen y la elasticidad pulmonar reduciendo la competencia de los adultos mayores para eliminar los residuos respiratorios, aumentando el riesgo de aspiraciones y penetraciones y la incoordinación de la respiración durante la deglución (Skloot, 2017).

La percepción sensorial también se deteriora progresivamente con el envejecimiento. Los adultos mayores tienen una mucosa oral más fina, una secreción más débil, menos quimiorreceptores y una percepción del gusto reducida, provocando una reducción del apetito y desnutrición y/o deshidratación (Lin, 2020). La reducción de la constricción y la sensación faríngea aumenta el tiempo del paso del bolo por la faringe y genera mayor prevalencia de aspiración post-deglución (Namasivayam-Macdonald & Riquelme, 2019). La producción reducida de saliva o xerostomía afecta el avance de los alimentos en la boca y aumenta los residuos orofaríngeos y el riesgo de mala higiene bucal (Toan & Ahn, 2021). Si a todos los cambios mencionados se suma el alto consumo de medicamentos por parte del adulto mayor, se genera un riesgo mayor de efectos secundarios sobre la función de deglución.

La mayoría de estas anomalías suelen ser clínicamente silenciosas porque el paciente las compensa intuitiva y eficazmente cambiando la consistencia de la dieta y la duración de la alimentación (Cavallero et al., 2020). En presencia de debilidad o enfermedad aguda, se puede pasar de tener una deglución envejecida o presbifagia no diagnosticada, a ser una persona con disfagia orofaríngea (Namasivayam-MacDonald et al., 2018).

3. Beneficios de la prevención

La intervención en la disfagia se realiza con tres tratamientos principales: 1) estrategias compensatorias, 2) estrategias de rehabilitación, y 3) técnicas de electroestimulación muscular (EMS) y de neuroestimulación, que facilitan la neuroplasticidad para la recuperación funcional. Las intervenciones compensatorias se utilizan para modificar posturas corporales y/o las características del bolo, para reducir el riesgo de aspiración (Calandra-Buonaura et al., 2021). Las modificaciones de los alimentos y líquidos deben realizarse después de haber evaluado cuál es el volumen y la viscosidad seguros para el sujeto (Newman et al., 2016). Los ejercicios de rehabilitación, por su parte, tienen como finalidad restablecer la función de deglución. Y, por último, existen los tratamientos

de neuroestimulación tanto periférica como central que pueden promover la neuroplasticidad en pacientes con disfagia, modulando la fuerza sináptica. La neuroestimulación periférica se utiliza para aumentar la información sensorial al sistema nervioso central, mientras que la estimulación cerebral central se utiliza para inducir cambios de plasticidad en la corteza y/o el cerebelo en forma directa (Cheng & Hamdy, 2022).

Si consideramos la presbifagia como un estado transicional entre una deglución sana y la disfagia, es en esta etapa donde se debería intervenir para evitar el agravamiento del trastorno y prolongar la etapa pre-frágil del sujeto. Por lo tanto, la estrategia de intervención debería ser la detección precoz y la rehabilitación de la función que ha comenzado a alterarse, reforzada según el caso, con técnicas de EMS.

Los ejercicios de rehabilitación se centran en el entrenamiento en fuerza, resistencia y velocidad de los grupos musculares que intervienen en la deglución, dirigidos a la función deglutoria. Algunos ejercicios son: la elevación de cabeza o Shaker y el chin tuck con resistencia o CTAR (para fortalecer los músculos suprahioides, aumentar el movimiento del hueso hioides durante la deglución y aumentar la apertura del esfínter esofágico superior) (Park & Hwang, 2021), la maniobra de Masako o deglución con retención de lengua (para fortalecer la base de la lengua y el movimiento de la pared faríngea) (Balou et al., 2019), el entrenamiento de fuerza muscular espiratoria (EMST) para sincronizar la respiración y la deglución y mejorar la tos protectora (Pauloski & Yahnke, 2022) y, por último, la estimulación sensorial con contrastes de temperaturas y sabores. Hay que tener en cuenta que la mala salud bucal, en combinación con la disfagia, se ha identificado como un factor de riesgo dominante para la neumonía por aspiración. Se considera que la aspiración de saliva contaminada con bacterias es el principal mecanismo patogénico de las infecciones pulmonares en pacientes con disfagia. Por este motivo el cuidado de la salud bucal es una recomendación suplementaria a cualquier tratamiento de disfagia (Dziewas et al., 2021).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la disfagia

Las fibras musculares de la mayoría de los músculos del sistema estomatognático son fibras de tipo I y de tipo IIA (Tabla 1). Las fibras tipo I son de contracción lenta, para realizar actividades de baja intensidad y larga duración (masticación, movimiento del bolo en la cavidad bucal). Las fibras de tipo II son de contracción rápida y se clasifican a su vez en tipo A, B y X. Estas fibras realizan actividades de corta duración y alta intensidad (Deglución faríngea, propulsión lingual). Las fibras de tipo IIA: son más resistentes a la fatiga y tienen una mayor capacidad oxidativa que las IIX; las fibras IIX son predominantemente glucolíticas y adaptadas para esfuerzos breves e intensos; y las fibras de tipo IIB son especialistas en producción de energía a través de la fosforilación oxidativa para actividades explosivas y de

muy corta duración. En el sistema estomatognático hay presencia de otro tipo de fibras musculares, pero en una proporción muy baja como son la fibra fetal, la cardíaca y la híbrida. La fibra fetal normalmente se expresa en las fibras musculares en desarrollo, pero aumenta en el masetero durante el envejecimiento. La fibra cardíaca, que normalmente se expresa en la aurícula del corazón, está presente en el músculo elevador de la mandíbula y las fibras híbridas en las que las propiedades fisiológicas cambian según la cantidad relativa de los diferentes contenidos de miosina (Korfage et al., 2000).

Tabla 1. Proporciones relativas de tipos de fibras en la musculatura del sistema estomatognático

MÚSCULO	FIBRAS						
	I	IIA	IIB	IIX	Fetales	Cardíacas	Híbridas
Facial							
Orbicular	•	•••					
Buccinador	•••	•••					
Cigomático	••	••	••				
Lengua							
Longitudinal superior	•••	••	•				•
Longitudinal transverso	••	•••	•				•
Geniogloso	•	•••					•
Mandíbula							
Elevador	•••	•		•	•	•	•••
Suprahioideo depresor	•••	•••		•			•
Infrahioideo depresor	•••	•••		•			•
Paladar							
Palatofaríngeo	•	••	••				•
Úvula	•	•••	••				
Elevador del velo palatino	•••	•	•				
Tensor del velo palatino	•••	•	•				
Faringe							
Constrictor faríngeo rostral	••	•••					•
Constrictor faríngeo caudal	•••	••					
Cricofaríngeo	••	•••					•
Cricotirofaríngeo	•••	••		•			
Digástrico	••	•••					•
Laringe							
Cricoaritenoides posterior	•••	•					•
Cricotiroideo	••	•••					
Cricoaritenoides lateral	••	••		••			
Tiroaritenoides	••	•••		••			•
Vocal	••	••		••			

NOTA: • = Presencia de número limitado de fibras. •• = Presencia de proporción significativa de fibras. ••• = Fibras predominantes.

Según los grupos musculares a trabajar realizaremos 1) ejercicios de contracción isotónica en los cual la fuerza es constante y el músculo está fijo por un extremo y

en el otro hay una carga móvil y constante, y 2) ejercicios de contracción isométrica donde las extremidades del musculo están fijas y hay un aumento de tensión y fuerza.

La neuroplasticidad es el principio por el cual el tratamiento de rehabilitación va a generar nuevas conexiones neuronales, independientemente de la edad y las características del sujeto. La neuroplasticidad es el proceso de cambios que se realizan en las vías neuronales para aumentar su funcionamiento mediante la sinaptogénesis, la reorganización, el fortalecimiento y la supresión de redes (Pauloski & Yahnke, 2022). La reconexión de las redes neuronales y el desarrollo de nuevas conexiones entre neuronas son los objetivos de los procesos de rehabilitación después de la pérdida de alguna función previamente adquirida. La plasticidad cerebral no solo funciona como un mecanismo automático, sino que tiene lugar también cuando se perciben estímulos externos, se generan nuevas ideas, se sienten emociones diferentes o se realizan correctamente movimientos recién aprendidos (Saway et al., 2024). De esta manera, cuando se utiliza la neuroplasticidad como instrumento terapéutico, se generan nuevas conexiones neuronales que serán las bases para nuevos aprendizajes (Kolb & Muhammad, 2014). Esta idea es fundamental para entender cómo se puede recuperar la función de deglución tras una lesión neurológica, como un accidente cerebrovascular. Independientemente del tratamiento elegido, existen 15 principios que subyacen a una neurorrehabilitación eficaz que promueva la neuroplasticidad (Maier et al., 2019).

Estos principios regulan la tipología y temporalización de la práctica rehabilitadora para obtener el mejor rendimiento físico y cognitivo del paciente y provocar cambios profundos en la capacidad del cerebro para retener y procesar información (Anaya & Branscheidt, 2019). Una terapia con objetivos específicos, con práctica variada, dificultad creciente, y con exposición del sujeto a información multisensorial, se correlaciona con una mayor actividad neuronal y conectividad en las áreas de la red de aprendizaje motor, se asocia con una mejor retención y una mayor conectividad entre las cortezas motora y sensorial (Afridi et al., 2023) La observación de la acción por parte del paciente, así como su ejecución, recluta principalmente las áreas corticales cerebrales premotoras y parietales lo que podría facilitar la ejecución del movimiento y el aprendizaje motor al facilitar la excitabilidad del sistema motor. Esta observación se consigue también con la realización de sesiones grupales. La interacción social y las acciones de un participante son a la vez una respuesta y un estímulo para el comportamiento de otro (Maier et al., 2019). La mayoría de los pacientes con daño neurológico experimentan déficits que cambian su vida más allá de la fase aguda, por eso la neurorrehabilitación, su duración y su diseño son componentes importantes de la recuperación. Aunque existen grandes variaciones en cuanto al tipo de terapia, su duración, y/o intensidad; la aplicación de los 15 principios basados en la

neuroplasticidad facilitará la planificación del tratamiento de neurorrehabilitación para lograr los objetivos terapéuticos establecidos.

Teniendo en cuenta los principios de neurorrehabilitación, el tipo de fibra muscular que se quiere trabajar, los objetivos a conseguir y las características particulares de cada sujeto, se debe planificar un tratamiento individualizado que especifique: 1) el número de repeticiones, 2) los ciclos de ejercicios, 3) el tiempo o ritmo y 4) la fuerza.

Si el objetivo del entrenamiento muscular oral es aumentar la fuerza, la carga del ejercicio debería ser del 80% - 90% de la carga soportada, las repeticiones entre 2 y 5, en ciclos de 5, con reposo de 2 a 5 minutos y la duración total del ejercicio debería ser de 5 a 10 segundos. Las repeticiones semanales deberían ser entre 3 y 6 (al menos 2 con supervisión).

Si el objetivo del entrenamiento muscular oral es aumentar la resistencia, la carga del ejercicio debería ser del 40% - 60% de la carga soportada, las repeticiones entre 10 y 50, en ciclos de 3, con reposo de 1 a 2 minutos y la duración total del ejercicio debería ser de 80 a 150 segundos. Las repeticiones semanales deberían ser entre 8 y 14 (al menos 2 con supervisión).

Si el objetivo del entrenamiento muscular oral es aumentar la velocidad, la carga del ejercicio debería ser del 30% - 50% de la carga soportada, las repeticiones entre 2 y 5, en ciclos de 3 a 5, con reposo de 2 a 5 minutos y la duración total del ejercicio debería ser de 20 a 40 segundos. Las repeticiones semanales deberían ser entre 3 y 6 (al menos 2 con supervisión).

Por último, en cada ejercicio, se deben tener en cuenta: las condiciones iniciales del sujeto (por ej. la posición de la laringe y músculos de la lengua), las órdenes motoras dadas (sincronización y amplitud de las contracciones musculares), las consecuencias sensoriales de las órdenes motoras (propiocepción del movimiento) y finalmente el resultado del movimiento (¿ha sido una deglución segura?).

5. Conclusiones

La función deglutoria es un mecanismo complejo, coordinado desde el tronco cerebral. La disfagia es el trastorno de la deglución que afecta la calidad de vida de los pacientes que la padecen y comprometen su vida por la gravedad de sus consecuencias. La presbifagia, como manifestación del envejecimiento fisiológico, ha sido un problema de salud habitualmente ignorado, por lo que sería necesario implementar medidas de detección temprana y de intervención específicas. La prevención de la disfagia es posible, pero requiere una detección precoz y un enfoque específico para que, comer durante el envejecimiento, vuelva a ser satisfactorio.

6. Referencias bibliográficas

- Afridi, A., Malik, A., & Rathore, F. (2023). Task oriented training for stroke rehabilitation: a mini review. *Rehabilitation sciences corner*, 73(11), 2295-2297. <https://doi.org/10.1002/hbm.23138>
- Allen, J., Greene, M., Sabido, I., Stretton, M., & Miles, A. (2020). Economic costs of dysphagia among hospitalized patients. *Laryngoscope*, 130(4), 974-979. <https://doi.org/10.1002/lary.28194>
- Anaya, M. A., & Branscheidt, M. (2019). Neurorehabilitation after Stroke: From Bedside to the Laboratory and Back. *Stroke*, 50(7), e180-e182. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.023878>
- Baijens, L. W. J., Clavé, P., Cras, P., Ekberg, O., Forster, A., Kolb, G. F., Leners, J. C., Masiero, S., Mateos-Nozal, J., Ortega, O., Smithard, D. G., Speyer, R., & Walshe, M. (2016). European society for swallowing disorders - European union geriatric medicine society white paper: Oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome. En *Clinical Interventions in Aging* (Vol. 11, pp. 1403-1428). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/CIA.S107750>
- Ballesteros-Pomar, M., Cherubini, A., Keller, H., Lam, P., Rolland, Y., & Simmons, S. (2020). Texture-modified diet for improving the management of oropharyngeal dysphagia in nursing home resident: an expert review. *J Nutr Health Aging*.
- Balou, M., Herzberg, E. G., Kamelhar, D., & Molfenter, S. M. (2019). An intensive swallowing exercise protocol for improving swallowing physiology in older adults with radiographically confirmed dysphagia. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 283-288. <https://doi.org/10.2147/CIA.S194723>
- Brandenberger, C., & Mühlfeld, C. (2017). Mechanisms of lung aging. En *Cell and Tissue Research* (Vol. 367, Número 3, pp. 469-480). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00441-016-2511-x>
- Calandra-Buonaura, G., Alfonsi, E., Vignatelli, L., Benarroch, E. E., Giannini, G., Iranzo, A., Low, P. A., Martinelli, P., Proveni, F., Quinn, N., Tolosa, E., Wenning, G. K., Abbruzzese, G., Bower, P., Antonini, A., Bhatia, K. P., Bonavita, J., Pellicchia, M. T., Pizzorni, N., ... Kaufmann, H. (2021). Dysphagia in multiple system atrophy consensus statement on diagnosis, prognosis and treatment. En *Parkinsonism and Related Disorders* (Vol. 86, pp. 124-132). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.03.027>
- Cavallero, S., Dominguez, L. J., Vernuccio, L., & Barbagallo, M. (2020). Presbyphagia and dysphagia in old age. *Geriatric Care*, 6(3). <https://doi.org/10.4081/gc.2020.9137>
- Cheng, I., & Hamdy, S. (2022). Metaplasticity in the human swallowing system: clinical implications for dysphagia rehabilitation. En *Neurological Sciences* (Vol. 43, Número 1, pp. 199-209). Springer-Verlag Italia s.r.l. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05654-9>
- Clavé, P., Arreola, V., & Velasco, M. (2015). Evaluación y diagnóstico de la disfagia orofaríngea. En P. Clavé & P. García (Eds.), *Guía de diagnóstico y de tratamiento nutricional y rehabilitador de la disfagia orofaríngea* (3.a ed., Vol. 1, pp. 57-78). Editorial Glossa.
- Cock, C., & Omari, T. (2018). Systematic review of pharyngeal and esophageal manometry in healthy or dysphagic older persons (>60 years). En *Geriatrics (Switzerland)* (Vol. 3, Número 4). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/geriatrics3040067>
- Coryell, P. R., Diekman, B. O., & Loeser, R. F. (2021). Mechanisms and therapeutic implications of cellular senescence in osteoarthritis. En *Nature Reviews Rheumatology* (Vol. 17, Número 1, pp. 47-57). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41584-020-00533-7>
- Costa, M. M. B. (2018). Neural control of swallowing. En *Arquivos de Gastroenterologia* (Vol. 55, pp. 61-75). IBPEPEGE - Inst. Bras. Estudos Pesquisas Gastroent. <https://doi.org/10.1590/s0004-2803.201800000-45>
- Dylczyk-Sommer, A. (2020). Dysphagia. Part 1: General issues. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 52(3), 226-232. <https://doi.org/10.5114/AIT.2020.98074>
- Dziewas, R., Michou, E., Trapl-Grundschober, M., Lal, A., Arsava, E. M., Bath, P. M., Clavé, P., Glahn, J., Hamdy, S., Pownall, S., Schindler, A., Walshe, M., Wirth, R., Wright, D., & Verin, E. (2021). European Stroke Organisation and European Society for Swallowing Disorders guideline for the diagnosis and treatment of post-stroke dysphagia. *European Stroke Journal*, 6(3), LXXIX-CXV. <https://doi.org/10.1177/239698732111039721>
- Ebihara, S., Ebihara, T., & Kohzuki, M. (2012). Effect of aging on cough and swallowing reflexes: Implications for preventing aspiration pneumonia. *Lung*, 190(1), 29-33. <https://doi.org/10.1007/s00408-011-9334-z>
- Ertekin, C., & Aydogdu, I. (2003). Neurophysiology of swallowing. En *Clinical Neurophysiology* (Vol. 114, Número 12, pp. 2226-2244). Elsevier Ireland Ltd. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(03\)00237-2](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(03)00237-2)
- Feng, H., Zhang PP, & Wang XW. (2023). Presbyphagia: Dysphagia in the elderly. *World Journal of Clinical Cases*, 11(11), 2363-2373. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.12998/wjcc.v11.i11.2363>

- González Cortés, M., Castro Macía, O., & Domínguez Collado, L. (2018). Disfagia y envejecimiento. En M. Rodríguez Acevedo, P. Vaamonde Lago, T. González Paz, A. Quintana Sanjuás, & M. González Cortés (Eds.), *Disfagia orofaríngea: actualización y manejo en poblaciones específicas* (1.a ed., pp. 181-188). Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial.
- Harada, C. N., Natelson Love, M. C., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. En *Clinics in Geriatric Medicine* (Vol. 29, Número 4, pp. 737-752). <https://doi.org/10.1016/j.cger.2013.07.002>
- Hurtte, E., Young, J., & Gyawali, C. P. (2023). Dysphagia. En *Primary Care - Clinics in Office Practice* (Vol. 50, Número 3, pp. 325-338). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2023.03.001>
- Kalhoff, H., Kersting, M., Sinnigen, K., & Lücke, T. (2024). Development of eating skills in infants and toddlers from a neuropsychiatric perspective. En *Italian Journal of Pediatrics* (Vol. 50, Número 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13052-024-01683-0>
- Kang, B. S., Oh, B. M., Kim, I. S., Chung, S. G., Kim, S. J., & Han, T. R. (2010). Influence of aging on movement of the hyoid bone and epiglottis during normal swallowing: A motion analysis. *Gerontology*, 56(5), 474-482. <https://doi.org/10.1159/000274517>
- Kern, M. K., Jaradeh, S., Arndorfer, R. C., & Shaker, R. (2001). Cerebral cortical representation of reflexive and volitional swallowing in humans. <http://www.ajpgi.org>
- Kiyohara, H., Umezaki, T., Sawatsubashi, M., Matsumoto, N., & Komune, S. (2012). Evaluation of Volitional and Reflexive Swallowing in Elderly Patients With a History of Pneumonia. En *Rhinology & Laryngology* (Vol. 121, Número 3).
- Knollhoff, S. M., Hancock, A. S., Barrett, T. S., & Gillam, R. B. (2022). Cortical Activation of Swallowing Using fNIRS: A Proof of Concept Study with Healthy Adults. *Dysphagia*, 37(6), 1501-1510. <https://doi.org/10.1007/s00455-021-10403-3>
- Kolb, B., & Muhammad, A. (2014). Harnessing the power of neuroplasticity for intervention. En *Frontiers in Human Neuroscience* (Vol. 8, Número JUNE). Frontiers Media S. A. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00377>
- Korfage, J. A. M., Brugman, P., & Van Eijden, T. M. G. J. (2000). Intermuscular and intramuscular differences in myosin heavy chain composition of the human masticatory muscles. En *Journal of the Neurological Sciences* (Vol. 178). www.elsevier.com/locate/jns
- Krishnamurthy, R., Philip, R., Balasubramaniam, R. K., & Rangarathnam, B. (2021). Effects of dual-task interference on swallowing in healthy aging adults. *PLoS ONE*, 16(6 June). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253550>
- Labeit, B., Muhle, P., von Itter, J., Slavik, J., Wollbrink, A., Sporns, P., Rusche, T., Ruck, T., Hüsing-Kabar, A., Gellner, R., Gross, J., Wirth, R., Claus, I., Warnecke, T., Dziewas, R., & Suntrup-Krueger, S. (2022). Clinical determinants and neural correlates of presbyphagia in community-dwelling older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.912691>
- Lang, I. M. (2009). Brain stem control of the phases of swallowing. En *Dysphagia* (Vol. 24, Número 3, pp. 333-348). <https://doi.org/10.1007/s00455-009-9211-6>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y., Thompson, W., Kirkland, J., Sandri, M., & Kogod, A. (2019). Sarcopenia: aging-related loss of muscle mass and function. *Physiol Rev*, 99, 427-511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061>
- Li-Jessen, N., & Ridgway, C. (2020). Neuroanatomy of Voice and Swallowing. En P. Weissbrod & D. Francis (Eds.), *Neurologic and Neurodegenerative Diseases of the Larynx*, (1.a ed., pp. 21-41). Springer Cham.
- Lin, F. R. (2020). Making sense of the senses in aging research. En *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* (Vol. 75, Número 3, pp. 529-530). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa028>
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2023). Hallmarks of aging: An expanding universe. En *Cell* (Vol. 186, Número 2, pp. 243-278). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.11.001>
- Louis, E., & Nakhal, E. (2022). Disfagia esofágica. *Acta Otorrinolaringológica*, 32(1.0), 40-54. www.svorl.org.ve
- Maier, M., Ballester, B. R., & Verschure, P. F. M. J. (2019). Principles of Neurorehabilitation After Stroke Based on Motor Learning and Brain Plasticity Mechanisms. En *Frontiers in Systems Neuroscience* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00074>
- Malhi, H. (2016). Dysphagia: warning signs and management. *British Journal of Nursing*, 25(10), 546-549. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.640946>
- Martin, R. E., Goodyear, B. G., Gati, J. S., & Menon, R. S. (2001). Cerebral Cortical Representation of Automatic and Volitional Swallowing in Humans. www.jn.physiology.org

- Martin, W., Jones, D., & Jones, B. (1991). Aging and Neurological Disease. En Bronwyn Jones & Martin Donner (Eds.), *Normal and Abnormal Swallowing* (1.a ed., Vol. 1, pp. 189-202). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4150-6>
- Massa, L., Fattori, B., Nacci, A., Santoro, A., Palagini, L., Abelli, M., Forfori, F., & Pini, S. (2022). Psychopathological aspects of dysphagia: a systematic review on correlations with eating disorders and other psychiatric conditions. En *Eating and Weight Disorders* (Vol. 27, Número 3, pp. 881-892). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01227-z>
- Matsuo, K., & Palmer, J. B. (2008). Anatomy and Physiology of Feeding and Swallowing – Normal and Abnormal. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 19(4), 691. <https://doi.org/10.1016/J.PMR.2008.06.001>
- McCarty, E. B., & Chao, T. N. (2021). Dysphagia and Swallowing Disorders. En *Medical Clinics of North America* (Vol. 105, Número 5, pp. 939-954). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2021.05.013>
- McCoy, Y. M., & Desai, R. V. (2018). Presbyphagia Versus Dysphagia: Identifying Age-Related Changes in Swallow Function. En *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups SIG* (Vol. 15, Número 1). <https://perspectives.pubs.asha.org/>
- Milewska, M., Grabarczyk, K., Dąbrowska-Bender, M., Jamróz, B., Dziewulska, D., Staniszewska, A., Panczyk, M., & Szostak-Węgierek, D. (2020). The prevalence and types of oral- and pharyngeal-stage dysphagia in patients with demyelinating diseases based on subjective assessment by the study subjects. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101484>
- Nagano, A., Onaka, M., Maeda, K., Ueshima, J., Shimizu, A., Ishida, Y., Nagami, S., Miyahara, S., Nishihara, K., Yasuda, A., Satake, S., & Mori, N. (2023). Prevalence and Characteristics of the Course of Dysphagia in Hospitalized Older Adults. *Nutrients*, 15(20). <https://doi.org/10.3390/nu15204371>
- Namasivayam-MacDonald, A. M., Barbon, C. E. A., & Steele, C. M. (2018). A review of swallow timing in the elderly. *En Physiology and Behavior* (Vol. 184, pp. 12-26). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.10.023>
- Namasivayam-Macdonald, A. M., & Riquelme, L. F. (2019). Presbyphagia to dysphagia: Multiple perspectives and strategies for quality care of older adults. *Seminars in Speech and Language*, 40(3), 227-242. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688837>
- Newman, R., Vilardell, N., Clavé, P., & Speyer, R. (2016). Effect of Bolus Viscosity on the Safety and Efficacy of Swallowing and the Kinematics of the Swallow Response in Patients with Oropharyngeal Dysphagia: White Paper by the European Society for Swallowing Disorders (ESSD). En *Dysphagia* (Vol. 31, Número 2, pp. 232-249). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9696-8>
- Palacio Ortega, M., Bermejo Alegría, R., Herrán Landeros, C., & López Ortega, M. (2024). Evaluación oromotora y de la alimentación. En F. Fernández Rego & G. Torró Ferrero (Eds.), *Fisioterapia en Atención Temprana. Una intervención dirigida al niño, la familia y el entorno* (1a, Vol. 1, pp. 213-220). Editorial Médica Panamericana.
- Park, J. S., & Hwang, N. K. (2021). Chin tuck against resistance exercise for dysphagia rehabilitation: A systematic review. En *Journal of Oral Rehabilitation* (Vol. 48, Número 8, pp. 968-977). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/joor.13181>
- Patel, D. A., Krishnaswami, S., Steger, E., Conover, E., Vaezi, M. F., Ciucci, M. R., & Francis, D. O. (2018). Economic and survival burden of dysphagia among inpatients in the United States. *Diseases of the Esophagus*, 31(1). <https://doi.org/10.1093/dote/dox131>
- Pauloski, B. R., & Yahnke, K. M. (2022). Using Ultrasound to Document the Effects of Expiratory Muscle Strength Training (EMST) on the Geniohyoid Muscle. *Dysphagia*, 37(4), 788-799. <https://doi.org/10.1007/s00455-021-10328-x>
- Pitts, T., & Iccaman, K. E. (2023). Deglutition and the Regulation of the Swallow Motor Pattern. *Physiology*, 38(1). <https://doi.org/10.1152/physiol.00005.2021>
- Prosiegel, M. (2019). Neurology of swallowing and dysphagia. En O. Ekberg (Ed.), *Dysphagia: diagnosis and treatment* (pp. 83-106). Springer Cham.
- Rech, R. S., Baumgarten, A., Colvara, B. C., Brochier, C. W., de Goulart, B. N. G., Hugo, F. N., & Hilgert, J. B. (2018). Association between oropharyngeal dysphagia, oral functionality, and oral sensorimotor alteration. *Oral Diseases*, 24(4), 664-672. <https://doi.org/10.1111/odi.12809>
- Rodríguez, R. (2020). Concepto y epidemiología de la disfagia. Fisiología de la deglución normal. En Ricote Belinchón (Ed.), *Guía de disfagia. Manejo de la disfagia en AP* (1.a ed., Vol. 1, pp. 8-11). BrysemFARMA S.L.
- Roy, N., Stemple, J., Merrill, R. M., & Thomas, L. (2007). Dysphagia in the Elderly: Preliminary Evidence of Prevalence, Risk Factors, and Socioemotional Effects. En *Rhinology & Laryngology* (Vol. 116, Número 11).

- Saway, B. F., Palmer, C., Hughes, C., Triano, M., Suresh, R. E., Gilmore, J., George, M., Kautz, S. A., & Rowland, N. C. (2024). The evolution of neuromodulation for chronic stroke: From neuroplasticity mechanisms to brain-computer interfaces. En *Neurotherapeutics* (Vol. 21, Número 3). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.neurot.2024.e00337>
- Skloot, G. S. (2017). The Effects of Aging on Lung Structure and Function. En *Clinics in Geriatric Medicine* (Vol. 33, Número 4, pp. 447-457). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2017.06.001>
- Speyer, R., Cordier, R., Farneti, D., Nascimento, W., Pilz, W., Verin, E., Walshe, M., & Woisard, V. (2022). White Paper by the European Society for Swallowing Disorders: Screening and Non-instrumental Assessment for Dysphagia in Adults. *Dysphagia*, 37(2), 333-349. <https://doi.org/10.1007/s00455-021-10283-7>
- Toan, N. K., & Ahn, S. G. (2021). Aging-related metabolic dysfunction in the salivary gland: A review of the literature. En *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Número 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms22115835>
- Tulunay-Ugur, O. E., & Eibling, D. (2018). Geriatric Dysphagia. En *Clinics in Geriatric Medicine* (Vol. 34, Número 2, pp. 183-189). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2018.01.007>
- Wei, K. C., Wang, T. G., & Hsiao, M. Y. (2024). The Cortical and Subcortical Neural Control of Swallowing: A Narrative Review. En *Dysphagia* (Vol. 39, Número 2, pp. 177-197). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00455-023-10613-x>
- Wilkinson, J. M., Codipilly, D. C., & Wilfahrt, R. P. (2021). Dysphagia: Evaluation and Collaborative Management. *American Family Physician*, 103(2), 97-106. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2021/0115/p97.html>

7. Agradecimientos

Este estudio fue apoyado por las subvenciones de la Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, cofinanciadas por la Unión Europea, Next Generation EU/PRTR (Número de referencia: TED2021-130942B-C21//MICIU/AEI/10.13039/501100011033), la "Fundación Primafrío" con el número de código 39747, COST Participatory Approaches with Older Adults (PAAR-net), con el número de código CA22167, y China-Spain AI Technology Joint Laboratory con la Universidad Dianzi de Hangzhou.

Bloque 7. - Cáncer

Ejercicio físico como fortaleza para la salud y bienestar en adultas mayores con cáncer de mama

Rosa María Cruz-Castruita¹ - rosa.cruzcst@uanl.edu.mx
Silvia Carolina Medrano Mena¹ - silvia.medranomn@uanl.edu.mx
Norma Angélica Borbón-Castro² - normaa.borbon@ues.mx
Israel Francisco Cruz Castruita³ - israfccastruita@gmail.com

¹Facultad de Organización Deportiva. Universidad Autónoma de Nuevo León.

²Licenciatura en Entrenamiento Deportivo. Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica Hermosillo.

³Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS.

Resumen

El cáncer de mama se ha consolidado como una de las principales causas de muerte entre las mujeres a nivel mundial y representa un desafío crítico en el ámbito de la salud pública, especialmente debido a su creciente incidencia en poblaciones de mayor edad. Frente a este panorama, el ejercicio físico se presenta como una estrategia clave en la prevención y tratamiento del cáncer de mama. El propósito del capítulo es presentar evidencia teórica y empírica actual en relación con el cáncer de mama en población adulta mayor. Se reporta en la literatura más reciente que la mayoría de las alteraciones en glándula mamaria provienen de epitelio, por esta razón se otorga el nombre de carcinoma. Estos conforman un grupo de lesiones con diferentes afectaciones a nivel microscópico y comportamiento. Actualmente se sigue reportando en la literatura que el cáncer es una enfermedad incurable. Sin embargo, la actividad física, además de ser un potencial protector de desarrollo, puede también ser un coadyuvante en el tratamiento del cáncer de mama. Con la práctica regular de ejercicio físico, es posible obtener diversos beneficios como resultado de la forma en la que se prescribe el ejercicio físico. Estudios refieren que la práctica controlada y sistemática del ejercicio físico aeróbico y de resistencia muscular de moderada a alta intensidad, con volúmenes de 75 minutos diarios y con frecuencia diaria aporta múltiples beneficios a la salud, pues se estima que reduce el riesgo de padecer cáncer de mama hasta en un 25% en mujeres pre y postmenopáusicas, además de generar un impacto positivo en la salud emocional y composición corporal. Se concluye que la adecuada planificación del ejercicio físico como parte del tratamiento para el cáncer de mama, puede aportar beneficios a nivel sistémico, mejoras en la calidad de vida y el aumento de supervivencia.

Palabras clave: Actividad física; cáncer de mama; personas adultas mayores; prevención; tratamiento; calidad de vida.

1. Introducción

El cáncer de mama se ha consolidado como una de las principales causas de muerte entre las mujeres a nivel mundial y representa un desafío crítico en el ámbito de la salud pública, especialmente debido a su creciente incidencia en poblaciones de mayor edad (Sánchez, 2012). Las estadísticas muestran que, en el 2022 se presentaron más de 600,000 muertes por esta enfermedad en el mundo,

y fue el tipo de cáncer más común en las mujeres, en especial en aquellas que solamente tenían como factores de riesgo la edad y el sexo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). Con el aumento en la esperanza de vida, el riesgo de desarrollar esta enfermedad también se incrementa, afectando principalmente a mujeres adultas mayores, donde factores biológicos y hormonales específicos del envejecimiento agravan las tasas de mortalidad (Cyr et al., 2011; Lodi et al., 2017).

El incremento en la incidencia y mortalidad del cáncer de mama es importante al considerar que a nivel mundial se experimenta un proceso de envejecimiento relacionado a una esperanza de vida superior a los 60 años (OMS, 2024). Además, es de especial importancia en mujeres mayores de 70 años, un grupo que históricamente ha sido subrepresentado en los programas de detección temprana y en ensayos clínicos, debido a la falta de inclusión en protocolos de diagnóstico y tratamiento adaptados a sus necesidades específicas. Las mujeres mayores suelen presentar tumores con características biológicas diferentes, más sensibles a hormonas, pero con mayores complicaciones asociadas, lo que plantea desafíos adicionales para su tratamiento y manejo clínico (Dedousis et al., 2023).

Frente a este panorama, el ejercicio físico se presenta como una estrategia clave en la prevención y tratamiento del cáncer de mama. La actividad física regular se ha relacionado con una reducción en el riesgo de desarrollar cáncer de mama, pues contribuye a un mejor metabolismo, control de peso y fortalecimiento del sistema inmunológico, factores importantes en la prevención de enfermedades crónicas (Sánchez, 2012). Por lo tanto, es fundamental implementar programas de prevención o de control que incluyan la promoción de estilos de vida saludables y el ejercicio, especialmente en poblaciones de riesgo, como las mujeres mayores. Este enfoque preventivo no solo ayuda a reducir el riesgo de cáncer de mama, sino que también promueve un bienestar integral en una población mundial cada vez más envejecida (Lodi et al., 2017).

Por lo anterior, el propósito del presente capítulo es presentar evidencia teórica y empírica actual en relación con el cáncer de mama en población adulta mayor, para brindar a los profesionales de la salud y del área de la actividad física y deporte y al público en general información reciente y práctica de la prescripción de ejercicio como tratamiento del cáncer de mama en este grupo de edad. Por lo tanto, el capítulo se estructura en cuatro partes, en la primera se da a conocer el proceso de la enfermedad, en la segunda los beneficios del ejercicio físico durante el proceso de la enfermedad, en la tercera recomendación para prescribir ejercicio y, por último, un cierre del capítulo para resaltar los hallazgos más importantes.

2. Fisiopatología del cáncer de mama

Se reporta en la literatura más reciente que la mayoría de las alteraciones en glándula mamaria provienen de epitelio, por esta razón se otorga el nombre de

carcinoma. Estos conforman un grupo de lesiones con diferentes afectaciones a nivel microscópico y comportamiento. Cuando se refiere a carcinomas in situ de esta glándula, se trata de ductales o lobulillares, diferenciándose entre ellos en crecimiento, tipo celular y ubicación. Encontrando en datos reportados por el instituto nacional de cáncer los subtipos y sus porcentajes: un 76 % para ductal infiltrante, 8% lobulillar invasivo, 7% ductal/lobulillar, mucinoso 2.4%, tubular 1.5%, medular 1.2% y papilar 1% (Li, 2005).

2.1. Carcinoma ductal in situ

Este grupo se conforma de lesiones con diferentes manifestaciones clínicas e histología. Su nombre se atribuye a la proliferación celular en área ductal, sin afectación a tejido contiguo detectado mediante estudios histopatológicos (Allred, 2010). Su clasificación consta de un grupo de características físicas, crecimiento, histología y necrosis, su hallazgo puede ser de manera individual o grupal (Grases et al., 1999; Rosen, 1993).

Considerando estas características se mencionan 5 tipos de carcinoma ductal in situ:

1. El tipo comedón se presenta con necrosis central en las áreas afectadas, esta necrosis se aprecia en muchas ocasiones de manera calcificada. Las calcificaciones se detectan mediante imagen en una disposición de línea o ramificadas. Encontrando mediante histología una célula tumoral grande y con cambios en su núcleo, con un aumento en su división celular. Este tipo se asocia a una mayor probabilidad de metástasis (Schwartz et al., 1989; Silverstein et al., 1990), además al presentarse una mayor necrosis se relaciona a una mayor recurrencia posterior a ser tratado (Fisher et al., 2000).
2. El tipo cribiforme se presenta formando glándulas agrupadas sin material entre las uniones, sus células son pequeñas con núcleo uniforme, con necrosis celular con afectación a una célula o a un grupo pequeño.
3. El tipo micropapilar son grupos menores de células alineadas a la membrana basal del área afectada el cual se dispone hacia el lumen del ducto. Las células son pequeñas con núcleos con poca alteración.
4. El tipo papilar presenta extensiones de la célula tumoral dentro del lumen, con centro vascular (Grabowski et al., 2008).
5. El tipo sólido se forma de células tumorales unidas, no se aprecia necrosis, y cuenta con espacios que se conocen como “*fenestraciones*” o papilas.

Se conocen diferentes sistemas de clasificación, lo importante es saber que utilizan el núcleo celular, necrosis, y que reconocen 3 categorías agrupadas en bajo,

intermedio y grado alto (Holland et al., 1994; Lagios et al., 1989; Pinder et al., 2010; Poller et al., 1994):

- Lesiones de bajo grado: cuentan con receptores de estrógeno y progesterona, son diploides con baja proliferación, y no se relacionan en la mayoría de los casos con oncogenes como HER 2-EU O p53.
- Lesiones grado intermedio: presentan alteraciones que se encuentran entre bajo grado y alto grado.
- Lesiones de alto grado: no cuentan con receptores de estrógeno y progesterona, se presentan con aneuploidía, alta proliferación, oncogén receptor 2 de factor de crecimiento epidérmico “HER 2”, alteración de p53, acumulación proteica y aumento de angiogénesis.

2.2. Carcinoma ductal infiltrante

Este tipo de carcinoma se reporta en un 75% de los casos, esto lo hace el más común en lesiones que invaden el parénquima. En estudios patológicos se reporta como una lesión con color pálido, agrupada, afectan tejido periférico, irregular, estrellado. Genera fibrosis, otorgando el patrón sólido característico en ultrasonido. Cuenta con 3 grados: a) grado 1 o bien diferenciado; b) grado 2 o modernamente diferenciado; c) grado 3 o poco diferenciado (Elston & Ellis, 1991).

2.3. Carcinoma lobular infiltrante

Se reporta en un 5.4% de los casos, por lo cual es el segundo más común de las lesiones que invaden parénquima. Estos semejan a nivel macroscópico a carcinomas ductales infiltrantes, diferenciándose en que no se encuentran lesiones de masa y, en ocasiones presentan consistencia normal, y en ocasiones se sospecha que la causa es la falta de tinción (Sánchez-Cárdenas et al., 2018). Se describe al microscopio como células pequeñas infiltradas en tejido de la glándula y adiposo, individual, alineado, alrededor de los conductos, con poca fibrosis. Estos comúnmente se presentan bilateral, céntricos, en mujeres mayores, son más grandes, y diferenciados, con resultado positivo de receptores para estrógeno y se relaciona a mutación en gen de la cadherina (CDH1; Sánchez-Cárdenas et al., 2018).

Existen reportes de un 20 a 54% de relación a mujeres con familiares con cáncer gástrico difuso hereditario con mutación CDH1. Además de relacionarse con alteraciones en los genes ATM, BRCA2, CHEK2, PALB2, PIK3CA, PTEN y AKT1, estos últimos tres se relacionan a la vía fosfatidilinositol 3-quinasa; y un 50% cuentan con mutación de E-cadherina. No se relaciona con alteración de BRCA1 (Berx et al., 1996; De Leeuw et al., 1997; Desmedt et al., 2016; Winchester et al., 1998; Yadav et al., 2021).

3. Beneficios de la práctica de actividad física en el cáncer de mama

Los beneficios a la salud a través del movimiento corporal que genera un aumento de consumo de energía por encima del basal, entiéndase como actividad física, y la práctica de esta actividad de forma planificada y con un objetivo, es decir, ejercicio físico, han sido ampliamente demostrados (Delrieu et al., 2020). En patologías como el cáncer, la actividad física vista desde la perspectiva de la prevención hasta como parte del tratamiento, se ha relacionado como un factor protector para el desarrollo de esta enfermedad (Johnsson et al., 2019) así como un coadyuvante para un mejor pronóstico y supervivencia de la enfermedad, lo que favorece a la reducción de mortalidad por cáncer (Mctiernan et al., 2019).

3.1. Actividad física como método preventivo del desarrollo de cáncer de mama

El cáncer de mama es una patología a la cual se le ha atribuido que su principal razón de desarrollo (90% a 95%) es por adoptar un estilo de vida no saludable, por ejemplo, tener hábitos de consumo de productos procesados y ultraprocesados, alcohol, desarrollar obesidad y ser sedentario (Castelló et al., 2015; Lacoviello et al., 2021; Romieu et al., 2017), todos estos considerados como factores externos y/o ambientales. Bajo este contexto, es posible establecer diversas alternativas y estrategias de prevención al considerar el control del peso corporal y seguir las pautas de recomendación de dieta y ejercicio físico.

De tal manera que los efectos de la actividad física han sido cada vez más contundentes, ya que se ha podido demostrar su asociación inversa con la mortalidad en pacientes con cáncer de mama, por ejemplo, el Comité Asesor de las Directrices de Actividad Física (PAGAC, por sus siglas en inglés), a través de una revisión sistemática (Mctiernan et al., 2019) presentó estudios de grado alto en el que la reducción del riesgo relativo de desarrollo de cáncer de mama es de un 12% hasta 21%. El rol que juegan las hormonas y las etapas de desarrollo en la mujer es fundamental al momento de determinar los efectos benéficos que la actividad física puede otorgar.

Por tanto, la edad es un factor crucial para determinar el alcance de los efectos positivos de protección, ya que estos pueden variar a lo largo del ciclo de vida de la mujer. Estadísticas mencionan que se le atribuye aproximadamente un 16% en la etapa de la adolescencia, 8% en la edad adulta temprana, 15% en la adultez madura y 17% a partir de los 50 años (Romieu et al., 2017). Son las mujeres en etapas premenopáusicas y posmenopáusicas quienes se ven considerablemente favorecidas por el efecto positivo de la actividad física (Mctiernan et al., 2019) ya que esta favorece a reducir los niveles séricos de estrógenos y andrógenos, hormonas asociadas al mayor riesgo del desarrollo del cáncer de mama (Pizot et al., 2016).

3.2. Actividad física como tratamiento en el diagnóstico del cáncer de mama

Actualmente se sigue reportando en la literatura que el cáncer es una enfermedad incurable, la cual a medida que evoluciona tiende a disminuir la calidad de vida de quien lo padece (Delrieu et al., 2020). Sin embargo, la actividad física, además de ser un potencial protector de desarrollo, puede también ser un coadyuvante en el tratamiento del cáncer de mama. Practicar ejercicio físico genera cambios en la homeostasis del organismo, por lo tanto, influye en la regulación de los factores sistémicos que influyen en la progresión del cáncer de mama. Hong y Lee (2020), a través de una revisión sistemática, enlistan aquellos factores sistémicos que sufren cambios por la práctica de ejercicio físico y que son implicados en la prevención, progresión y recurrencia del cáncer de mama (Ilustración 1).

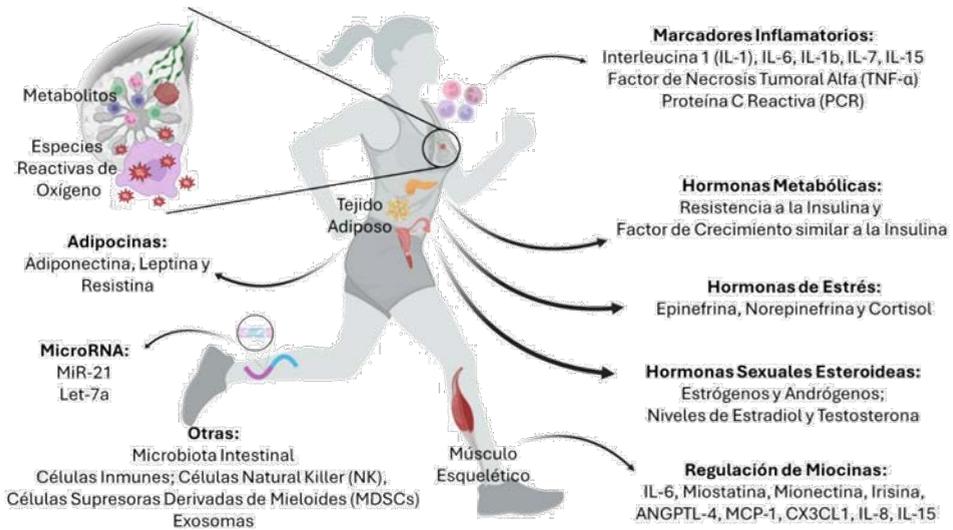


Ilustración 1. Mediadores afectados por la actividad física.

Nota. IGF: factor de crecimiento similar a la insulina; PCR: proteína C reactiva; TNF: factor de necrosis tumoral; IL: interleucina; ANGPTL-4, similar a la angiopoyetina 4; MCF-1: proteína quimioatrayente de monocitos-1; CX3CL1, ligando de quimiocina 1 del motivo C-X3-C; NK: células asesinas naturales; MDSC, células supresoras derivadas de mieloides. Modificada de "A systematic review of the biological mechanisms linking physical activity and breast cancer" por B. S. Hong y P. K. Lee, 2020, *Physical Activity and Nutrition*, 24(3).

Con la práctica regular de ejercicio físico, es posible obtener diversos beneficios, y si bien, no hay literatura concluyente que especifique si las intervenciones físicas de manera grupal o individual sean más efectivas unas que otras, el resultado es gracias a la forma en la que se prescribe el ejercicio físico. Los efectos se ven reflejados en la disminución de la fatiga, considerada como una de las principales barreras para la adherencia y al mantenimiento de la capacidad física. Sin embargo,

al lograr favorecer en esta disminución es posible que se mantengan o mejoren otros aspectos como lo es la fuerza muscular, resistencia cardiorrespiratoria, apetito, la mejora en el estado de ánimo y la autoestima, estos últimos principalmente favorecidos por el seguimiento del ejercicio físico de manera grupal (Antunes et al., 2024; Buffart et al., 2017; Lavallée et al., 2019).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para el cáncer de mama

La evidencia científica muestra el impacto positivo que presenta el ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama al disminuir el riesgo de recurrencia en 50% y mortalidad entre 58 al 60% cuando se cumplen las pautas de actividad física establecidas, asimismo, al realizarlo de manera recreativa genera un efecto protector clave para la salud, disminuyendo toxicidades del tratamiento, síntomas depresivos, fatiga relacionada con el cáncer, dolor, así como mejorar el sueño y calidad de vida en general de las enfermas (Cannioto et al., 2021). González et al. (2024) señalan que mujeres supervivientes de cáncer de mama presentan mejoras significativas en peso, índice de masa corporal, circunferencias de cintura y cadera y condición física al someterse durante 24 semanas a 75 minutos por sesión, dos veces por semana a un programa de entrenamiento de remo. Soriano-Maldonado et al. (2023) evaluaron variables de aptitud física y fatiga relacionadas con el cáncer, síntomas depresivos, calidad de vida relacionada con la salud y satisfacción con la vida en sobrevivientes de cáncer de mama posterior a someterse en un programa de entrenamiento de resistencia dinámica, concluyendo sobre la efectividad que tienen estos programas en el aumento de la fuerza muscular, aunque por la complejidad de la enfermedad y resultados obtenidos en variables ligadas a calidad de vida se sugieren acciones más holísticas.

La OMS destaca que 150 minutos de ejercicio físico moderado por semana puede reducir el riesgo de contraer cáncer, en particular de mama y colon al estar asociados con la acumulación de grasa corporal (Aldas-Vargas et al., 2021). En este contexto, se toma como ejercicio físico regular entrenamientos realizados a intensidades inferiores al 70% del máximo consumo de oxígeno (Villamizar et al., 2021; Koevoets et al., 2022) donde el metabolismo de las grasas puede ser significativo y, por las características de sobrepeso u obesidad que presentan las enfermas de cáncer de mama, entrenar a estas intensidades también puede generar otros beneficios tales como regular marcadores inflamatorios producto de la enfermedad y composición corporal (Ramírez et al., 2017), mejorar aspectos de fatiga y de depresión (Koevoets et al., 2022). Además, es una alternativa para el tratamiento de la linfedema por disminuir aspectos de sintomatología y volumen, así como repercutir positivamente sobre la fuerza de agarre y el sistema cardiovascular (Pereira-Rodríguez et al., 2021).

Estudios refieren que la práctica controlada y sistemática del ejercicio físico aeróbico y de resistencia muscular de moderada a alta intensidad (> 3 Mets), con

volúmenes de 75 minutos diarios (única o múltiples sesiones) y con frecuencia diaria aporta múltiples beneficios a la salud al mejorar el funcionamiento cardiorrespiratorio y musculoesquelético, pues se estima que reduce el riesgo de padecer cáncer de mama hasta en un 25% en mujeres pre y postmenopáusicas (Coello, 2020), además de generar un impacto positivo en la salud emocional y composición corporal (Courneya et al. 2007). Autores como Van Waart et al. (2015) sugieren la diversificación de los medios para el desarrollo de un programa de ejercicio físico con la finalidad de generar las condiciones de accesibilidad adecuadas para los diferentes tipos de pacientes con cáncer de mama o pecho, en ese sentido, los medios pueden ser el hogar o instalaciones deportivas al aire libre o en gimnasios donde se cuente con área para ejercicio cardiovascular, peso integrado y peso libre. Los tipos y recomendaciones son:

- **Ejercicio físico en casa:** este tipo de programas representan una alternativa viable para quienes que no pueden trasladarse a instalaciones deportivas o bien, prefieren entrenamientos de menor intensidad. Respecto a la dosificación de la carga de ejercicio físico, se recomienda un volumen de 150 minutos por semana, con intensidades variables del 12 a 14 en la Escala de Borg de esfuerzo percibido, la frecuencia de los entrenamientos deberá ser de cinco días por semana y será adecuado al tipo de ejercicio que se realice, uno o dos minutos entre series para trabajos de fuerza y en trabajos aeróbicos el indicador será la escala de esfuerzo percibido.
- **Programa de ejercicio físico supervisado:** suponen una alternativa eficaz para el mejoramiento de la salud al ser entrenamientos individualizados y supervisados, los entrenamientos que combinan ejercicios aeróbicos y de resistencia muscular de intensidad moderada a alta han tenido un impacto positivo en la fuerza muscular, aptitud cardiorrespiratoria y funcionamiento físico. En cuanto a la dosificación de la carga de ejercicio se puede considerar un volumen de 60 minutos por semana divididos en 20 minutos por sesión durante tres días, las intensidades pueden elevarse hasta el 80% de una repetición máxima (1RM), se deben priorizar los entrenamientos de grandes grupos musculares con máquinas de peso integrado y peso libre solo para quienes tienen dominio técnico de los ejercicios. Las series y repeticiones pueden variar dependiendo del volumen y la intensidad.

En la tabla 1 se presentan las recomendaciones generales de ejercicio físico para pacientes con cáncer emitidas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (Marzo-Castillejo et al., 2018).

Tabla 1. Recomendaciones generales de ejercicio físico para pacientes con cáncer.

Frecuencia	En pacientes que han concluido tratamiento oncológico se sugiere que el ejercicio aeróbico sea gradual con actividad física entre 3 a 5 días por semana. Podrán incluir entrenamiento de resistencia muscular 2 a 3 días por semana. Los ejercicios de flexibilidad activa, pasiva, dinámica o estática pueden ser realizados diariamente. Pacientes con tratamientos sistémicos pueden aumentar el número de sesiones diarias de ejercicio físico durante el curso del primer mes.
Intensidad	Supervivientes de cáncer que han completado el tratamiento pueden elevar gradualmente la intensidad del ejercicio físico. Además de emplear estimaciones o monitoreo de la Frecuencia Cardíaca (FC), en tratamiento es preciso que los supervivientes empleen la escala de esfuerzo percibido. La intensidad para ejercicios aeróbicos debe ser moderada lo cual supone un máximo consumo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) del 40 y 60%. La puntuación en la escala de esfuerzo percibido deberá situarse entre 12 a 13 o bien, del 60 a 85% de VO_{2max} . El ejercicio de fuerza en una intensidad moderada del 60% a menos del 70% de 1RM. En tanto que la intensidad de la flexibilidad debe considerarse con reservas asociadas a la cirugía y/o la radioterapia.
Tiempo	Se recomienda una sola sesión por día principalmente durante tratamiento activo. Los sobrevivientes que hayan completado tratamientos podrán considerar un incremento de la duración la cual estará en función del grado de tolerancia y esta podrá ser equiparable con pacientes sanos. Respecto al ejercicio aeróbico la recomendación varía entre 75 minutos a intensidad vigorosa y 150 minutos a intensidad moderada o bien, la combinación de ambas. Para los ejercicios de resistencia muscular que se realicen con el propio peso corporal o con implementos se debe considerar mínimamente una serie de 8 a 12 repeticiones.
Tipo	Por su naturaleza, el ejercicio aeróbico debe ser prolongado pudiendo ejecutar actividades de caminata a paso ligero, trote, ciclismo, natación, actividades rítmicas, entre otras. El ejercicio de fuerza debe involucrar grandes grupos musculares y priorizar el trabajo con implementos como máquinas de peso integrado, peso libre, bandas de resistencia, peso corporal y la combinación de los anteriores.
Progresión	La progresión deberá ser gradual y adaptarse al proceso de recuperación de cada paciente.

5. Conclusiones

La atención a los adultos mayores desde las diversas esferas de la salud se ha vuelto prioridad para los gobiernos y organizaciones civiles a nivel mundial, siendo necesario crear estrategias que incidan positivamente en su calidad de vida e independencia (Molina-Cevallos & Camino-Acosta, 2024), principalmente por el incremento acelerado que experimenta este grupo etario y en ellos, las enfermedades crónicas no transmisibles [ECNT] (Mero et al., 2024). Actualmente, existen soluciones innovadoras que permiten a los adultos mayores recibir cuidados desde el hogar, en cualquier momento del día y de manera integral (Amador, 2020; Molina-Cevallos & Camino-Acosta, 2024). En este sentido, para el caso del ejercicio físico, aplicar planes personalizados con base a características propias del adulto mayor genera implicaciones directas en la salud cardiovascular (Villamizar et al., 2021), musculoesquelética (Ranal et al., 2023) y mental (Aldas-Vargas et al., 2021). Para esto, es preciso que se establezcan zonas de

entrenamiento seguras y sean monitoreados por especialistas en el área quienes especifiquen la intensidad, volumen y frecuencia del entrenamiento, principalmente cuando se conjunta la edad avanzada con alguna ECNT tal como adultos mayores que padecen o han padecido cáncer de mama (García-Chico et al., 2023).

En la constante búsqueda de la adecuada planificación del ejercicio como parte del tratamiento para el cáncer de mama, se sigue presentando literatura que puede aportar datos contradictorios; sin embargo, debido a los beneficios a nivel sistémico, mejora en la calidad de vida y el aumento de supervivencia, se refuerza el papel fundamental que tiene la práctica de actividad física y/o ejercicio (Ortega et al., 2021), por lo que, se considera imperativo continuar en el trabajo de reforzar las investigaciones con evidencia que sea más precisa en la planificación, individualización y apoyo multidisciplinario para potenciar los resultados positivos del ejercicio en el cáncer de mama.

6. Referencias bibliográficas

- Aldas-Vargas, C. A., Chara-Plua, N. J., Guerrero-Pluas, P. J., & Flores-Peña, R. (2021). Actividad física en el adulto mayor. *Dominio de las Ciencias*, 7(5), 64-77.
- Allred, D. C. (2010). Ductal carcinoma in situ: terminology, classification, and natural history. *Journal of the National Cancer Institute Monographs*, 41, 134-138. [10.1093/jncimonographs/lgq035](https://doi.org/10.1093/jncimonographs/lgq035)
- Amador, Y. D. (2020). Evaluación de la funcionalidad y grado de dependencia de adultos mayores de una Fundación para la Inclusión Social. *Revista cubana de enfermería*, 36(3), 1-16. <http://orcid.org/0000-0003-2685-5149>
- Antunes, P., Joaquim, A., Sampaio, F., Nunes, C., Ascensão, A., Vilela, E., Teixeira, M., Oliveira, J., Capela, A., Amarelo, A., Leão, I., Marques, C., Viamonte, S., Alves, A., & Esteves, D. (2024). Exercise training benefits health-related quality of life and functional capacity during breast cancer chemotherapy: A randomized controlled trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 56(4). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003341>
- Berx, G., Cleton-Jansen, A. M., Strumane, K., de Leeuw, W. J., van, R. F., & Cornelisse, C. (1996). E-cadherin is inactivated in a majority of invasive human lobular breast cancers by truncation mutations throughout its extracellular domain. *Oncogene*, 13(9), 1919-1925. <https://doi.org/10.1038/bjc.1997.523>
- Buffart, L. M., Kalter, J., Sweegers, M. G., Courneya, K. S., Newton, R. U., Aaronson, N. K., Jacobsen, P. B., May, A. M., Galvão, D. A., Chinapaw, M. J., Steindorf, K., Irwin, M. L., Stuiver, M. M., Hayes, S., Griffith, K. A., Lucia, A., Mesters, I., van Weert, E., Knoop, H., ... Brug, J. (2017). Effects and moderators of exercise on quality of life and physical function in patients with cancer: An individual patient data meta-analysis of 34 RCTs. *Cancer Treatment Reviews*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2016.11.010>
- Castelló, A., Martín, M., Ruiz, A., Casas, A. M., Baena-Cañada, J. M., Lope, V., Antolín, S., Sánchez, P., Ramos, M., Antón, A., Muñoz, M., Bermejo, B., De Juan-Ferré, A., Jara, C., Chacón, J. I., Jimeno, M. A., Rosado, P., Díaz, E., Guillem, V., ... Pollán, M. (2015). Lower breast cancer risk among women following the World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research lifestyle recommendations: Epigeicam case-control study. *PLoS ONE*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126096>
- Cannioto, R. A., Hutson, A., Dighe, S., McCann, W., McCann, S. E., Zirpoli, G. R., ... & Ambrosone, C. B. (2021). Physical activity before, during, and after chemotherapy for high-risk breast cancer: relationships with survival. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 113(1), 54-63. <https://doi.org/10.1093/jnci/djaa046>
- Coello, J. F. H. (2020). Actividad Física para pacientes con diagnóstico de cáncer: Guía de prescripción deportiva para Ecuador. *riccafd: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(3), 18-41. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i3.10100>
- Courneya, K. S., Segal, R. J., Mackey, J. R., Gelmon, K., Reid, R. D., Friedenreich, C. M., ... & McKenzie, D. C. (2007). Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *Journal of clinical oncology*, 25(28), 4396-4404. <https://doi.org/10.1200/JCO.2006.08.2024>

- Cyr, M., Gillanders, W. E., AFT, R. L., Eberlein, T. J., & Margenthaler, J. A. (2011). Breast cancer in elderly women (> 80 years): Variation in standard of care? *Journal of Surgical Oncology*, 103, 201-206. <https://doi.org/10.1002/jso.21799>
- Dedousis, D., Zhang, A. I., Vassiliou, A. N., Cao, S., Yammani, D., Kyasaram, R. K., Shanahan, J. P., Keinath, M. C., Hsu, M. L., Fu, P., Dowlati, A., & Montero, A. J. (2023). Survival in elderly patients with breast cancer with and without autoimmune disease. *Cancer Medicine Wiley*, 12, 13086-13099. : 10.1002/cam4.5989
- De Leeuw W. J., Bex, G., Vos, C. B., Peterse, J. L., Van de Vijver, M. J., Litvinov, S., Van, F., Cornelisse, C. J., Cleton-Jansen, A. M. (1997). Simultaneous loss of E-cadherin and catenins in invasive lobular breast cancer and lobular carcinoma in situ. *Journal of Pathology*, 183(4), 404-411. <https://doi.org/10.1002/%28SICI%291096-9896%28199712%29183%3A4%3C404%3A%3AAID-PATH1148%3E3.O.CO%3B2-9>
- Delrieu, L., Pialoux, V., Pérol, O., Morelle, M., Martin, A., Friedenreich, C., Febvey-Combes, O., Pérol, D., Belladame, E., Cléménçon, M., Roitmann, E., Dufresne, A., Bachelot, T., Heudel, P. E., Touillaud, M., Trédan, O., & Fervers, B. (2020). Feasibility and health benefits of an individualized physical activity intervention in women with metastatic breast cancer: Intervention study. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(1). <https://doi.org/10.2196/12306>
- Desmedt, Ch., Zoppi, G., Gundem, G., Pruneri, Larsimont, D., Fornili, M., Fumagalli, D., Brown, D., Rothé, F., Vincent, Kheddoumi, N., Rouas, G., Majaj, S., Brohé, S., Van, P., Maisonneuve, P., Salgado, R., Van, T., Lambrechts, D., Bose, R., Metzger, O., Galant, Ch., Bertucci, F., Piccart Gebhart, M., Viale, G., Biganzoli, E., Campbell, P. J., & Sotiriou, Ch. (2016). Genomic characterization of primary invasive lobular breast cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 34(16), 1872-1881. <https://doi.org/10.1200/JCO.2015.64.0334>
- Elston, C. W., & Ellis, I. O. (1991). Pathological prognostic factors in breast cancer I: The value of histological grade in breast cancer: experience from a large study with long-term follow-up. *PubMed. Histopathology*, 19(5), 403-410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.1991.tb00229.x>
- Fisher, E. R., Dignam, J., Tan-Chiu, E., Costantino, J., Fisher, B., Paik, S., & Wolmark, N. (2000). Pathologic findings from the National Surgical Adjuvant Breast Project (NSABP): Eight-year update of protocol B-17: Intraductal carcinoma. *Cancer*, 86(3), 429-438. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19950315\)75:6%3C1310::AID-CNCR2820750613%3E3.O.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19950315)75:6%3C1310::AID-CNCR2820750613%3E3.O.CO;2-G)
- García-Chico, C., López-Ortiz, S., Peñín-Grandes, S., Pinto-Fraga, J., Valenzuela, P. L., Emanuele, E., ... & Santos-Lozano, A. (2023). Physical exercise and the hallmarks of breast cancer: a narrative review. *Cancers*, 15(1), 324. <https://doi.org/10.3390/cancers15010324>
- González, J. G., García, J. C. F., & Pérez, M. R. (2024). Remar en banco fijo mejora la condición física en mujeres supervivientes de cáncer de mama. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (56), 480-486.
- Grabowski, J., Salzstein, S. L., Robins, G., & Blair, S. (2008). Intracystic papillary carcinoma: A review of 917 cases. *Cancer*, 113(5), 916-920. 10.1002/cncr.23723
- Grases, P. J., Tresserra, R., & Fàbregas, R. (1999). Carcinoma ductal in situ de la mama. *Prog Obstet Ginecol*, 42, 201-215.
- Holland, R., Peterse, J. L., Millis, R. R., Eusebi, V., Faverly, D., van de Vijver, M. J., & Zafrani, B. (1994). Ductal carcinoma in situ: a proposal for a new classification. *Seminars in Diagnostic Pathology*, 11(3), 167-180.
- Hong, B. S., & Lee, K. P. (2020). A systematic review of the biological mechanisms linking physical activity and breast cancer. *Physical Activity and Nutrition*, 24(3). <https://doi.org/10.20463/pan.2020.0018>
- Johnsson, A., Broberg, P., Krüger, U., Johnsson, A., Tornberg, Å. B., & Olsson, H. (2019). Physical activity and survival following breast cancer. *European Journal of Cancer Care*, 28(4). <https://doi.org/10.1111/ecc.13037>
- Koevoets, E. W., Schagen, S. B., De Ruiter, M. B., Geerlings, M. I., Witlox, L., Van der Wall, E., ... & Monnikhof, E. M. (2022). Effect of physical exercise on cognitive function after chemotherapy in patients with breast cancer: a randomized controlled trial (PAM study). *Breast cancer research*, 24(1), 36.
- Lacoviello, L., Bonaccio, M., de Gaetano, G., & Donati, M. B. (2021). Epidemiology of breast cancer, a paradigm of the "common soil" hypothesis. *Seminars in Cancer Biology*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2020.02.010>
- Lagios, M. D., Margolin, F. R., Westdahl, P. R., & Rose, M. R. (1989). Mammographically detected duct carcinoma in situ: Frequency of local recurrence following tylectomy and prognostic effect of nuclear grade on local recurrence. *Cancer*, 63(4), 618-624. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19890215\)63:4%3C618::AID-CNCR2820630403%3E3.O.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19890215)63:4%3C618::AID-CNCR2820630403%3E3.O.CO;2-J)

- Lavallée, J. F., Abdin, S., Faulkner, J., & Husted, M. (2019). Barriers and facilitators to participating in physical activity for adults with breast cancer receiving adjuvant chemotherapy: A qualitative systematic review. *Supportive Care in Cancer*, 27(5), 1861-1875. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4557-7>
- Li C. I., Uribe, D. J., & Daling, J. R. (2005). Clinical Characteristics of different histologic types of breast cancer. *British Journal of Cancer*, 93, 1046-1052. [10.1038/sj.bjc.6602787](https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6602787)
- Lodi, M., Scheer, L., Reix, N., Heitz, D., Carin, A. J., Thiébaud, N., Neubrger, K., Tomasetto, C., & Mathelin, C. (2017). Breast cancer in elderly women and altered clinico-pathological characteristics: a systematic review. *Springer*, 166, 657-668. [10.1007/s10549-017-4448-5](https://doi.org/10.1007/s10549-017-4448-5)
- Marzo-Castillejo, M., Vela-Vallespin, C., Bellas-Beceiro, B., Bartolomé-Moreno, C., Melús-Palazón, E., Vilarrubí-Estrella, M., & Nuin-Villanueva, M. (2018). Recomendaciones de prevención del cáncer. Actualización PAPPS 2018. Atención primaria, 50(Suppl 1), 41.
- Mctiernan, A., Friedenreich, C. M., Katzmarzyk, P. T., Powell, K. E., Macko, R., Buchner, D., Pescatello, L. S., Bloodgood, B., Tennant, B., Vaux-Bjerke, A., George, S. M., Troiano, R. P., & Piercy, K. L. (2019). Physical Activity in Cancer Prevention and Survival: A Systematic Review. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 51, Issue 6). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001937>
- Mero, M. S. M., Rodríguez, M. I. L., Andrade, D. M. V., & Alencastro, J. A. P. (2024). Enfermedades crónicas no transmisibles en la persona mayor. Reflexiones de sus abordajes desde la atención primaria de salud. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(1), 64.
- Molina-Cevallos, D. S., & Camino-Acosta, S. A. (2024). La atención al adulto mayor. Necesidad y posibilidad. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(1), 260-272. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.992>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Cáncer de mama. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Envejecimiento y salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Ortega, M. A., Fraile-Martínez, O., García-Montero, C., Pekarek, L., Guijarro, L. G., Castellanos, A. J., Sanchez-Trujillo, L., García-Honduvilla, N., Álvarez-Mon, M., Buján, J., Zapico, Á., Lahera, G., & Álvarez-Mon, M. A. (2021). Physical activity as an imperative support in breast cancer management. In *Cancers* (Vol. 13, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/cancers13010055>
- Pereira-Rodríguez, J. E., Marcos-Sánchez, D., Sebastián, J., Vilorio-Madrid, A. P., Hernández-Romero, R. J., Delgadillo-Espinosa, W. A., & López-Mejía, C. A. (2021). Efectividad del ejercicio físico como tratamiento para el linfedema en pacientes con cáncer. *Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna*, 8(2), 89-113.
- Pinder, S. E., Duggan, C., Ellis, I. O., Cuzick, J., Forbes, J. F., Bishop, H., Fentiman, I. S., George, W. D. (2010). A new pathological system for grading DCIS with improved prediction of local recurrence: results from the UKCCCR/ANZ DCIS trial. *British Journal of Cancer*, 103(1), 94-100. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6605718>
- Pizot, C., Boniol, M., Mullie, P., Koechlin, A., Boniol, M., Boyle, P., & Autier, P. (2016). Physical activity, hormone replacement therapy and breast cancer risk: A meta-analysis of prospective studies. *European Journal of Cancer*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2015.10.063>
- Poller D. N., Silverstein, M. J., Galea, M., Locker, A. P., Elston, C. W., Blamey, R. W., & Ellis, I. O. (1994). Ideas in pathology. Ductal carcinoma in situ of the breast: a proposal for a new simplified histological classification association between cellular proliferation and c-erbB-2 protein expression. *Mod Pathol*, 7(2), 257-262.
- Ramírez, K., Acevedo, F., Herrera, M. E., Ibáñez, C., & Sánchez, C. (2017). Actividad física y cáncer de mama: un tratamiento dirigido. *Revista médica de Chile*, 145(1), 75-84.
- Ranal, A., Husniyah, H., Fienti, Y., Putri, S. A., Lenin, F., Musrika, M., ... & Xin, D. (2023). Physical activity training education for the elderly at nursing homes. *Pengabdian: Jurnal Abdimas*, 1(1), 14-19.
- Romieu, I., Amadou, A., & Chajes, V. (2017). The role of diet, physical activity, body fatness, and breastfeeding in breast cancer in young women: Epidemiological evidence. In *Revista de Investigación Clínica* (Vol. 69, Issue 4). <https://doi.org/10.24875/RIC.17002263>
- Rosen P. O. H. (1993). *Tumors of the Mammary Gland*. Washington, DC.
- Sánchez, C. (2012). Vejez y cáncer de mama, el desafío del siglo 21. *Revista Médica de Chile*, 140, 649-658. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012000500015>

- Sánchez-Cárdenas, C. D., Rodríguez-López, P., Ortega-González, P., & Montaña-Asencia, P. (2018). Ascitis por carcinoma lobulillar infiltrante bilateral de mama. *Medicina Interna de México*, 34(5), 804-809. <https://doi.org/10.24245/mim.v34i5.1935>
- Schwartz G. F., Patchefsky, A. S., & Finklestein, S. D. (1989). Nonpalpable in situ ductal carcinoma of the breast. Predictors of multicentricity and microinvasion and implications for treatment. *Arch Surg*, 121(1), 29-32.
- Silverstein M. J., Waisman, J. R., Gamagami, P., Gierson, E. D., Colburn, W. J., Rosser, R. J., Gordon, P. S., Lewinsky, B. S., & Fingerhut, A. (1990). Intraductal carcinoma of the breast (208 cases): Clinical factors influencing treatment choice. *Cancer*, 66(1), 102-108.
- Soriano-Maldonado, A., Díez-Fernández, D. M., Esteban-Simón, A., Rodríguez-Pérez, M. A., Artés-Rodríguez, E., Casimiro-Artés, M. A., ... & Casimiro-Andújar, A. J. (2023). Effects of a 12-week supervised resistance training program, combined with home-based physical activity, on physical fitness and quality of life in female breast cancer survivors: the EFICAN randomized controlled trial. *Journal of Cancer Survivorship*, 17(5), 1371-1385. doi.org/10.1007/s11764-022-01192-1
- Van Waart, H., Stuiver, M. M., van Harten, W. H., Geleijn, E., Kieffer, J. M., Buffart, L. M., ... & Aaronson, N. K. (2015). Effect of low-intensity physical activity and moderate-to high-intensity physical exercise during adjuvant chemotherapy on physical fitness, fatigue, and chemotherapy completion rates: results of the PACES randomized clinical trial. *Journal of clinical oncology*, 33(17), 1918-1927.
- Villamizar, J. A. F., Castelblanco, S. Y., & Bolívar, A. A. (2021). Capacidad aeróbica: Actividad física musicalizada, adulto mayor, promoción de la salud. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (39), 953-960.
- Winchester, D. J., Chang, H. R., Graves, T. A., Menck, H. R., Bland, K. I., & Winchester, D. P., (1998). A comparative analysis of lobular and ductal carcinoma of the breast: presentation, treatment, and outcomes. *Journal of the American College of Surgeons*, 186(4), 416-422.
- Yadav, S., Chunling, H., Nathanson, K. L., Weitzel, J. N., Goldgar, D. E., Kraft, P., Ganaolivu, R. D., Na, J., Hung, H., Boddicker, N. J., Larson, N., Yao, S., Weinberg, C., Vachon, C. M., Trentham-Dietz, A., Taylor, J. A., Sandler, D. R., Patel, A., Palmer, J. R., Olson, J. E., Neuhausen, S., Martinez, E., Lindstrom, S., Lacey, J. V., Kurim, A. W., John, E. M., Haiman, Ch., Bernstein, L., Auer, P. W., Anton Culver, H., Ambrosone, Ch., Karam, R., Chao, E., Yussuf, A., Pesaran, T., Dolinsky, J. S., Hart, S. N., LaDucan, H., Polley, E. C., Domchek, S. M., & Couch, F. J. (2021). Germline Pathogenic Variants in Cancer Predisposition Genes Among Women With Invasive Lobular Carcinoma of the Breast. *Journal of Clinical Oncology*, 39(35), 3918-3926. <https://doi.org/10.1200/JCO.21.00640>

7. Agradecimientos

Agradecemos a la Red de Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud/Healthy-Healthy-Age por la invitación a participar en el libro.

Cáncer de próstata: Prescripción y planificación de ejercicio físico

Carlos Soares Pernambuco¹ - karlos.pernambuco@hotmail.com
Carlos Henrique Ribeiro Moreira² - cacauesporteandgra@gmail.com
Jani Cleria Pereira Bezerra³ - j.cleria@gmail.com

¹Universidade Estácio de Sá - UNESA.

²Universidade Pitágoras UNOPAR.

³Universidade Vassouras UNIVASSOURAS.

Resumen

El cáncer de próstata es una de las neoplasias más prevalentes entre los hombres en todo el mundo, lo que representa un importante problema de salud pública, especialmente entre personas mayores de 50 años. Hacer un resumen del capítulo de máximo 300 palabras en español, sin estructurar. La actividad física regular, especialmente el entrenamiento de fuerza y las actividades aeróbicas, se recomienda como parte integral de la atención del cáncer, con el objetivo de reducir los efectos secundarios de la terapia hormonal, que a menudo incluyen pérdida de masa muscular, aumento de peso y aumento del riesgo cardiovascular. Sin embargo, es importante que los sobrevivientes de cáncer de próstata consulten a sus médicos antes de comenzar cualquier programa de ejercicios para asegurarse de que sea seguro y apropiado para sus condiciones individuales. Un programa de ejercicio personalizado, desarrollado con la orientación de un profesional sanitario, puede resultar muy beneficioso.

Palabras clave: Ejercicio; cáncer; próstata; salud masculina; ejercicio para la salud.

1. Introducción

El cáncer de próstata es una de las neoplasias más prevalentes entre los hombres en todo el mundo, lo que representa un importante problema de salud pública, especialmente entre personas mayores de 50 años. Según Global Cancer Statistics (2024), el cáncer de próstata es el tipo más común en hombres y el segundo en términos de mortalidad global, afectando principalmente a poblaciones de edad avanzada (Bray et al., 2024; Siegel et al., 2024). En Brasil, datos del Instituto Nacional del Cáncer (INCA) indican que, para el período 2023-2025, se diagnosticarán aproximadamente 72 mil nuevos casos anualmente, siendo los más incidentes, reforzando la relevancia de medidas preventivas y tratamientos efectivos (De Oliveira Santos et al., 2023). En este contexto, el ejercicio físico ha demostrado ser una herramienta valiosa entre los enfoques no farmacológicos para la prevención y el tratamiento del cáncer de próstata.

La actividad física regular, especialmente el entrenamiento de fuerza y las actividades aeróbicas, se recomienda como parte integral de la atención del

cáncer, con el objetivo de reducir los efectos secundarios de la terapia hormonal, que a menudo incluyen pérdida de masa muscular, aumento de peso y aumento del riesgo cardiovascular (Bezerra, 2020). La literatura científica ha demostrado que el ejercicio físico no sólo actúa para prevenir el cáncer de próstata, sino que también destaca como una intervención esencial para la rehabilitación y mejora de la calidad de vida, el nivel de estrés y la fatiga relacionada con el cáncer (cáncer de fatiga) durante y después de los tratamientos (Bezerra, 2020). Los estudios indican que el ejercicio regular contribuye a la preservación de la masa muscular, la densidad mineral ósea y el acondicionamiento y flexibilidad cardiovascular, mitigando los efectos adversos de la terapia hormonal, que a menudo causa pérdida ósea y sarcopenia en hombres de edad avanzada (Dubu et al., 2022).

Además de los beneficios físicos, el ejercicio también juega un papel crucial en la salud mental de los pacientes. Los hombres diagnosticados con cáncer de próstata a menudo enfrentan problemas emocionales como ansiedad, depresión y aislamiento social, que pueden verse exacerbados por los efectos secundarios del tratamiento y los cambios en la imagen corporal. Reseñas de estudios indican que el ejercicio regular puede contribuir a mejorar la salud mental, promover la autoestima y reducir los síntomas depresivos (Bezerra et al., 2022; Dovey; Horowitz; Waingankar, 2023). Esta relación entre actividad física y salud mental es especialmente relevante en la población de edad avanzada, que constituye el principal grupo afectado por la enfermedad.

La práctica de ejercicio físico es especialmente importante para los hombres mayores de 60 años, que a menudo se enfrentan a complicaciones adicionales, como enfermedades cardiovasculares y sarcopenia, agravadas por los tratamientos contra el cáncer. El envejecimiento está directamente asociado con una disminución de la capacidad funcional y un mayor riesgo de enfermedades crónicas, incluido el cáncer de próstata. Por tanto, la implementación de programas de ejercicio adaptados a las necesidades específicas de esta población es fundamental para asegurar el mantenimiento de la salud y la calidad de vida (García et al., 2023; GBD, 2024)

En Brasil, la investigación en esta área ha crecido, con aumento de publicaciones sobre cáncer de próstata y ejercicio físico en revistas científicas. Un estudio como el de Bezerra (2020) destaca la importancia de programas de actividad física personalizados, que consideren la edad, el estadio de la enfermedad y las condiciones clínicas de cada paciente. El desarrollo de programas de formación individualizados, supervisados por profesionales cualificados, es fundamental para garantizar la seguridad y eficacia de las intervenciones, promoviendo mejores resultados clínicos y la adherencia al tratamiento a largo plazo (Bezerra, 2020; Deminice, 2022). Los estudios indican que el ejercicio físico regular ayuda a prevenir el cáncer de próstata, modulando factores de riesgo como la obesidad, la inflamación crónica y la resistencia a la insulina. Un metaanálisis demostró que los

hombres físicamente activos tienen una reducción significativa en el riesgo de desarrollar cáncer de próstata, especialmente en sus formas más agresivas (Bergengren et al., 2023).

Además, el ejercicio físico se ha asociado con una mejora de la respuesta inmune y una disminución de la producción de citoquinas inflamatorias, elementos que juegan un papel crucial en el desarrollo y progresión de la neoplasia de próstata (Kaushik et al., 2022). Esta evidencia fue corroborada en revisiones sistemáticas, que resaltan la importancia del entrenamiento físico en la prevención.

2. Fisiopatología de la enfermedad

El término “*cáncer*” apareció por primera vez entre el 460 y el 377 a.C. cuando el padre de la medicina, Hipócrates, lo detectó. Actualmente, es una palabra que engloba los más diversos tipos de enfermedades neoplásicas, dependiendo de factores extrínsecos e intrínsecos, matizándose, sobre todo, por la falta de control de la división celular y la capacidad de invadir estructuras orgánicas (Thuler, 2011). La fisiopatología del cáncer depende de mutaciones genéticas, que provocan transcripciones erróneas en las actividades de los protooncogenes, genes especiales que, cuando se activan, se convierten en oncogenes, responsables de la transformación maligna de las células. La oncogénesis o carcinogénesis, en general, ocurre lentamente, requiriendo los efectos acumulativos de diferentes carcinógenos y la susceptibilidad individual a que ocurra daño celular (Cabellino et al., 2024).

En cuanto a la epidemiología, se menciona que la neoplasia cutánea no melanoma es la más común en Brasil, representando el 31,3% del total de casos, seguida por el cáncer de mama femenino (10,5%), el cáncer de próstata (10,2%), colon y recto. (6,5%), pulmón (4,6%) y estómago (3,1%) se considera un problema de salud pública y, por lo tanto, debe recibir total atención y apoyo por parte del gobierno. En este contexto, el cáncer de próstata (CAp) es hegemónico en todas las regiones del país, siendo responsable de la muerte de 16.300 hombres en 2021 y se estima 72 mil nuevos casos para 2025, según la literatura, es una enfermedad de lento crecimiento, moderado y generalmente ocurre de manera silenciosa, lo que demuestra el hecho de que la gran mayoría de los portadores masculinos son asintomáticos (De Oliveira Santos et al., 2023).

Según informaciones del Sistema Único de Salud (SUS), la Hiperplasia Benigna Prostática (HPB) es una de las afecciones más comunes entre los hombres mayores de 40 años, con un aumento de su incidencia a medida que avanza la edad. Las investigaciones muestran que la HPB afecta a alrededor del 50 % de los hombres mayores de 50 años, aunque algunos pueden ser asintomáticos. Sin embargo, quienes se ven afectados por la HPB enfrentan síntomas urinarios y, en algunos casos, también experimentan una disminución de la función eréctil, lo que puede

comprometer aún más su calidad de vida. Un análisis histopatológico de la próstata en muestras de autopsia reveló que aproximadamente el 50% de los hombres entre 51 y 60 años presentan signos de HPB, y esta proporción se eleva a entre el 80% y el 90% en hombres mayores de 70 años (Cabellino et al., 2024).

A pesar de ser multifactoriales, muchas veces debidas a condiciones fisiológicas, las neoplasias prostáticas están estrechamente relacionadas con el envejecimiento y, en consecuencia, la incidencia aumenta con los años, confirmando la veracidad del 70% de los casos diagnosticados después de los 60 años (Melegh y Oltean, 2019). La literatura demuestra que existe influencia de otros probables factores extrínsecos como: población negra, nutrición, tabaco, alcoholismo y vasectomía (De Kós Araújo, 2024). No solo eso, se cree que la patogénesis de CAP está asociada con la acción de los andrógenos en sus receptores nucleares implicados en los mecanismos de proliferación, diferenciación y apoptosis celular. Por lo tanto, las desregulaciones en los procesos de activación de genes relacionados con el complejo receptor de andrógenos pueden resultar en el desarrollo del fenotipo neoplásico (Sandhu et al., 2021).

2.1 Factores de riesgo

- **Edad:** El cáncer de próstata es poco común en hombres de hasta 40 años, pero su incidencia aumenta significativamente después de los 50 años. Este aumento está influenciado principalmente por cambios hormonales propios de esta etapa de la vida, incluyendo una disminución en la producción de testosterona (Sung et al., 2021).
- **Testosterona:** La testosterona es una de las principales hormonas sexuales masculinas y se puede encontrar en tres formas: testosterona, estradiol y dihidrotestosterona (DHT). Cada una de estas formas actúa sobre receptores específicos, desencadenando cambios metabólicos y estructurales en las células diana. En el caso de la próstata, la testosterona juega un papel importante como estimulador celular. Bajo la acción de una enzima, la testosterona se convierte en DHT, que se une a receptores específicos en esta región. Esta conexión desencadena la transcripción de genes responsables de modular la proliferación y secreción de las células de la próstata (De Lima Rocha et al., 2023).
- **Leptina:** Esta hormona interviene en la regulación del metabolismo, el control de la ingesta de alimentos y la función neuroendocrina, con mayor producción en personas obesas, ya que es liberada por las células del tejido adiposo. Además, también se puede producir en la placenta, la glándula pituitaria y los huesos. Sus niveles varían según los niveles de insulina: aumentan con el pico de insulina y disminuyen después de las comidas. La testosterona también puede influir en la reducción de esta hormona. En la próstata estimula.

3. Beneficios de la práctica de actividad física en la enfermedad

El ejercicio físico puede ofrecer varios beneficios a los pacientes con cáncer de próstata, tanto durante el tratamiento como en la fase de recuperación. Algunos de estos beneficios incluyen reducir la fatiga con ejercicio regular, aliviar los síntomas depresivos y de ansiedad, combatir la pérdida de masa magra que puede ocurrir durante el tratamiento, aliviar los síntomas urinarios con ejercicios especializados, como el ejercicio pélvico, y mejorar la salud cardiovascular. Sin embargo, es importante que los sobrevivientes de cáncer de próstata consulten a sus médicos antes de comenzar cualquier programa de ejercicios para asegurarse de que sea seguro y apropiado para sus condiciones individuales. Un programa de ejercicio personalizado, desarrollado con la orientación de un profesional sanitario, puede resultar muy beneficioso (Dos Santos Alves y De Castro, 2022).

Históricamente se creía que el descanso físico era fundamental para la recuperación de los pacientes con cáncer de próstata. Sin embargo, recientemente se ha producido un importante cambio de perspectiva, promoviendo la incorporación de la actividad física como complemento esencial al tratamiento del cáncer. El diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad suele conllevar una serie de limitaciones físicas y psicológicas, así como efectos secundarios que pueden manifestarse a lo largo de la terapia. Estos efectos pueden convertirse en obstáculos, resultando en la necesidad de reducir las dosis, retrasar los tratamientos o, en casos extremos, interrumpir la terapia, lo que puede tener consecuencias adversas sobre la efectividad del tratamiento y la supervivencia del paciente (Bezerra et al., 2022).

Actualmente, la investigación sobre la actividad física en pacientes con cáncer de próstata es amplia y diversa e incluye una variedad de estudios que abordan diferentes intervenciones de actividad física en diversas etapas del tratamiento. Estos estudios han medido una variedad de parámetros fisiológicos y psicológicos, como el rendimiento físico, la incidencia de incontinencia, la calidad de vida y los niveles de fatiga. Además, existe evidencia de que la terapia con ejercicios puede tener un efecto beneficioso en la prevención de complicaciones a largo plazo, mejorando así la salud general de los pacientes. Varias directrices internacionales recomiendan actualmente la práctica de actividad física durante el tratamiento del cáncer, destacando su importancia para optimizar la recuperación y la calidad de vida de los pacientes. Este cambio de enfoque refleja una comprensión cada vez mayor de los beneficios de la actividad física no solo para la salud física, sino también para el bienestar emocional y psicológico de los pacientes en tratamiento (Dos Santos Alves y De Castro, 2022).

4. Prescripción y planificación de ejercicio físico para la patología

El Programa de Ejercicio Físico Oncológico (ONCOFITNESS) consiste en ejercicios de estiramiento; resistencia cardiorrespiratoria y resistencia muscular, fuerza y flexión, adoptando los siguientes criterios (Bezerra, 2020; Pereira Bezerra et al., 2022):

- El paciente recibirá un programa de acondicionamiento físico personalizado, según la clasificación Nivel I – Débil; Nivel II – Intermedio; y Nivel III – Avanzado, definido por pruebas de Acondicionamiento Físico.
- La determinación de la carga para controlar la intensidad del esfuerzo se mantuvo en una escala de ligera a moderada (50% a 75% de la frecuencia cardíaca máxima), en una escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) de 9-13 y con un consumo de 3 a 6 MET, realizando 3 series de 6 a 10 repeticiones, con 3 sesiones semanales de 40 a 50 minutos, con hasta 48 horas de diferencia.

División por sesión:

- Estiramiento (5 minutos) – ejercicios para la movilidad articular realizados en una sola serie de flexión estática, con fines de “*movilidad*”, en el nivel 0-30 de la Escala PERFEX, permaneciendo en esta posición durante 6 segundos (Dantas et al., 2008).
- Resistencia Cardiorrespiratoria (10 minutos) – caminar en la cinta a la velocidad obtenida en la prueba de 6 minutos.
- Resistencia Muscular (10-15 minutos): ejercicios para las extremidades superiores e inferiores, abdomen y espalda, realizados en dos series, con 15 repeticiones realizadas a velocidad moderada a rápida.
- Fuerza (10-15 minutos): ejercicios para las extremidades superiores e inferiores, el abdomen y la espalda, realizados en dos series, con 8 repeticiones realizadas a baja velocidad.
- Flexión (5 minutos): utilice los mismos ejercicios que el estiramiento. El entrenamiento de flexibilidad se realizó en tres series de ejercicios de flexión estática, para efectuar el umbral de “*malestar*”, en el nivel 61-80 de la Escala PERFEX, permaneciendo en esta posición durante 10 segundos (Dantas et al., 2008).
- Los ejercicios que se realizan varían en posición: de pie, sentado en una silla, en un banco, en el suelo y a cuatro patas en el suelo; variaciones de soporte: sin soporte, apoyo en la pared, apoyo en el respaldo de la silla, apoyo en un soporte pegado a la pared, apoyo en un palo y apoyo en la pelota; y variaciones de materiales: a mano alzada, con banda elástica, con mancuerna de mano, con palo y con pelota.

5. Conclusiones

Finalmente, esperamos que el ejercicio para personas con cáncer de próstata sea una opción positiva y pueda practicarse tanto durante el tratamiento, evitando la fatiga, los síntomas depresivos y la pérdida de masa corporal magra, como también durante la fase de recuperación para restablecer las funciones del sistema urinario, mejora la salud cardiovascular y la vida social. Alentamos a los profesionales del ejercicio a trabajar en asociación con equipos multidisciplinarios para evitar posibles daños o efectos secundarios y aumentar el éxito del tratamiento.

6. Referencias bibliográficas

- Bergengren, O.; Pekala, K. R.; Matsoukas, K.; Fainberg, J. et al. 2022 Update on Prostate Cancer Epidemiology and Risk Factors-A Systematic Review. *Eur Urol*, 84, n. 2, p. 191-206, Aug 2023.
- Bezerra, J. C. P. Estresse, fadiga oncológica e qualidade de vida em pacientes com distintos níveis de condicionamento físico. 2020.
- Bezerra, J. C. P.; De Souza Vale, R. G.; Brandão, P. P.; Pernambuco, C. S. et al. Fadiga oncológica de pacientes com câncer de distintos níveis de atividade física. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, n. 45, p. 422-431, 2022.
- Bezerra, J. C. P.; Jesus, E. V.; Pernambuco, C. S.; Dantas, E. H. M. Cardiorespiratory conditioning in the quality of life of elderly cancer patients. *Academia Letters*, 2021.
- Bray, F.; Laversanne, M.; Sung, H.; Ferlay, J. et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 74, n. 3, p. 229-263, May-Jun 2024.
- Cabellino, L. F.; Vimercati, J. O.; Thiengo, P. G. C.; Sanches, E. T. et al. Avanços Contemporâneos na Compreensão da Fisiopatologia, Diagnóstico e Tratamento da Hiperplasia Prostática Benigna: Uma Revisão Abrangente. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 6, n. 4, p. 2276-2286, 2024.
- Carvalho, H. C. P.; Almeida, S. F.; Dias, M. J. C.; Abdalla, D. R. A importância da atividade física na prevenção do câncer de próstata. *Seven Editora*, 2023.
- Crivelaro, V. L. R.; Marques, J. P.; Paglia, B. A. R. O papel obesogênico dos hormônios reguladores do apetite. *Brazilian Journal of Health Review*, 7, n. 1, p. 3360-3369, 2024.
- Dantas, E. H. M.; Salomão, P. T.; Vale, R. G. S.; Junior, A. A. et al. Scale of perceived exertion in the flexibility (PERFLEX): a dimensionless tool to evaluate the intensity? *Fit Perf J*, 7, p. 289-294, 2008.
- De Kós Araújo, B. Breve revisão literária sobre o câncer de próstata: epidemiologia, fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. *Brazilian Journal of Health Review*, 7, n. 2, p. e68289-e68289, 2024.
- De Lima Rocha, G. C.; Da Silva, C. C.; Da Silva Neres, E. G.; Peixinho, A. L. S. S. et al. Revisão bibliográfica sobre a testosterona. *Brazilian Journal of Health Review*, 6, n. 5, p. 20751-20762, 2023.
- De Oliveira Santos, M.; De Lima, F. C. D. S.; Martins, L. F. L.; Oliveira, J. F. P. et al. Estimativa de incidência de câncer no Brasil, 2023-2025. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 69, n. 1, 2023.
- Deminice, R. Exercício físico para o tratamento do câncer: evidências científicas e o contexto brasileiro. *J Phys Educ*, 33, p. e3201, 2022.
- Dos Santos Alves, A. L.; De Castro, C. B. L. Benefícios da atividade física no tratamento do câncer: uma revisão. *Cadernos ESP*, 16, n. 4, p. 92-103, 2022.
- Dovey, Z.; Horowitz, A.; Waingankar, N. The influence of lifestyle changes (diet, exercise and stress reduction) on prostate cancer tumour biology and patient outcomes: A systematic review. *BJUI Compass*, 4, n. 4, p. 385-416, Jul 2023.
- Dubu, J.; Boyas, S.; Roland, V.; Landry, S. et al. Physical Activity Program for the Survival of Elderly Patients With Lymphoma: Study Protocol for Randomized Phase 3 Trial. *JMIR Res Protoc*, 11, n. 11, p. e40969, Nov 25 2022.

- Elalaoui, S. C.; Laarabi, F. Z.; Afif, L.; Lyahyai, J. et al. Mutational spectrum of BRCA1/2 genes in Moroccan patients with hereditary breast and/or ovarian cancer, and review of BRCA mutations in the MENA region. *Breast Cancer Res Treat*, 194, n. 1, p. 187-198, Jul 2022.
- García, L.; Pearce, M.; Abbas, A.; Mok, A. et al. Non-occupational physical activity and risk of cardiovascular disease, cancer and mortality outcomes: a dose-response meta-analysis of large prospective studies. *Br J Sports Med*, 57, n. 15, p. 979-989, Aug 2023.
- GBD. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*, 403, n. 10440, p. 2133-2161, May 18 2024.
- Hikisz, P.; Jacenik, D. The Tobacco Smoke Component, Acrolein, as a Major Culprit in Lung Diseases and Respiratory Cancers: Molecular Mechanisms of Acrolein Cytotoxic Activity. *Cells*, 12, n. 6, Mar 11 2023.
- Houben, L. H. P.; Overkamp, M.; P, V. A. N. K.; Trommelen, J. et al. Resistance Exercise Training Increases Muscle Mass and Strength in Prostate Cancer Patients on Androgen Deprivation Therapy. *Med Sci Sports Exerc*, 55, n. 4, p. 614-624, Apr 1 2023.
- Huang, L.; Labonte, M. J.; Craig, S. G.; Finn, S. P. et al. Inflammation and Prostate Cancer: A Multidisciplinary Approach to Identifying Opportunities for Treatment and Prevention. *Cancers (Basel)*, 14, n. 6, Mar 8 2022.
- Kaushik, D.; Shah, P. K.; Mukherjee, N.; Ji, N. et al. Effects of yoga in men with prostate cancer on quality of life and immune response: a pilot randomized controlled trial. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 25, n. 3, p. 531-538, Sep 2022.
- Key, T. J.; Bradbury, K. E.; Perez-Cornago, A.; Sinha, R. et al. Diet, nutrition, and cancer risk: what do we know and what is the way forward? *Bmj*, 368, p. m511, Mar 5 2020.
- Kim, J.-S.; Galvão, D. A.; Newton, R. U.; Gray, E. et al. Exercise-induced myokines and their effect on prostate cancer. *Nature Reviews Urology*, 18, n. 9, p. 519-542, 2021.
- Lam, J. C.; Lang, R.; Stokes, W. How I manage bacterial prostatitis. *Clin Microbiol Infect*, 29, n. 1, p. 32-37, Jan 2023.
- Lopez, P.; Taaffe, D. R.; Newton, R. U.; Galvao, D. A. Resistance exercise dosage in men with prostate cancer: systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53, n. 3, p. 459, 2020.
- Meleghe, Z.; Oltean, S. Targeting Angiogenesis in Prostate Cancer. *Int J Mol Sci*, 20, n. 11, May 31 2019.
- Pereira Bezerra, J. C.; Veras De Jesus, E.; Dos Santos Moreira, G.; De Figueiredo Neto, P. A. et al. Efecto del Oncofitness en el rango de movimiento articular de pacientes con cáncer de próstata. *Ciencias de la actividad física (Talca)*, 23, n. Especial, 2022.
- Sandhu, S.; Moore, C. M.; Chiong, E.; Beltran, H. et al. Prostate cancer. *Lancet*, 398, n. 10305, p. 1075-1090, Sep 18 2021.
- Schmidt, T.; Rudolph, I. [Exercise and physical activity for patients with prostate cancer]. *Urologie*, 62, n. 1, p. 23-26, Jan 2023.
- Sekhoacha, M.; Riet, K.; Motloung, P.; Gumenu, L. et al. Prostate Cancer Review: Genetics, Diagnosis, Treatment Options, and Alternative Approaches. *Molecules*, 27, n. 17, Sep 5 2022.
- Siegel, R. L.; Giaquinto, A. N.; Jemal, A. Cancer statistics, 2024. *CA Cancer J Clin*, 74, n. 1, p. 12-49, Jan-Feb 2024.
- Sung, H.; Ferlay, J.; Siegel, R. L.; Laversanne, M. et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin*, 71, n. 3, p. 209-249, May 2021.
- Thuler, L. C. S.; Sant'ana, D. R.; Rezende, M. C. R. ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer. In: *ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer*, 2011. p. 127-127.

Información sobre los editores

Pablo Jorge Marcos Pardo

Catedrático de Universidad | Doctor y Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte | Máster Universitario en Actividades Acuáticas | Experto Universitario en Entrenador Personal y Deportivo | Fundador y coordinador de la red internacional de investigación "*HEALTHY-AGE: Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud*" del Consejo Superior de Deportes del Gobierno de España | Departamento de Educación. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Almería, España.

J. Arturo Abraldes Valeiras

Licenciado y Doctor en Educación Física por la Universidade A Coruña | Profesor Titular en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia | Investigador Principal del Grupo de Investigación, Innovación y Transferencia Movement Sciences and Sport (MS&SPORT) de la Universidad de Murcia | Director de la Escuela de Práctica de la Educación Física y Deportiva (EPEFYDE) de la Universidad de Murcia.

Raquel Vaquero Cristóbal

Doctora y Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte | Máster Universitario en Envejecimiento | Premio Extraordinario Fin de Carrera | Mención Nacional de Fin de Carrera de Educación Universitaria | Premio Científicas Jóvenes en Ciencias del Deporte 2022 | Profesora de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia, España | Investigadora del Grupo de Investigación Movement Sciences and Sport (MS&SPORT) | Nivel 4 de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) | Vocal del comité ejecutivo de la ISAK desde 2018 y Secretaría General de la ISAK desde 2024.



Enfermedades crónicas y ejercicio físico: Guía de la red HEALTHY-AGE es una obra indispensable que explora el poder del ejercicio físico como herramienta de intervención y mejora en el tratamiento de enfermedades crónicas y en el envejecimiento activo. Desarrollada por la Red de Investigación en Envejecimiento Activo, Ejercicio y Salud (HEALTHY-AGE), esta guía recoge años de investigación y experiencia de destacados profesionales de las ciencias del deporte, de la medicina, de la psicología y de otras disciplinas de la salud.

Organizado en capítulos específicos, el libro aborda desde enfermedades psiquiátricas y neurológicas, como la depresión, ansiedad y el Alzheimer, hasta enfermedades metabólicas, cardiovasculares, pulmonares y músculo-esqueléticas, incluyendo el cáncer. Cada sección explica los mecanismos detrás de estas condiciones y ofrece recomendaciones detalladas de ejercicios seguros y adaptados para mejorar la calidad de vida de personas que enfrentan estos desafíos de salud.

Dirigida tanto a profesionales del deporte y de la salud como a pacientes, cuidadores y familiares, esta obra práctica y accesible proporciona una nueva perspectiva sobre el papel del ejercicio en el tratamiento de condiciones crónicas. Al leer esta guía, descubrirás cómo la actividad física puede ser una intervención poderosa y accesible, capaz de transformar la salud física, mental, social y emocional y promoviendo una vida más autónoma, activa y plena.