

Actividad física y envejecimiento saludable

J. Ildefonso Arocha Rodulfo  0000-0002-8150-2621

Recibido: 14 mayo 2025

Aceptado: 25 junio 2025

RESUMEN

Todos envejecemos, pero algunas personas muestran signos de envejecimiento más temprano. Existen diferencias importantes entre el envejecimiento cronológico, que mide cuántos años ha vivido una persona, y el envejecimiento biológico, que involucra los procesos que causan cambios en el organismo, relacionados con la edad. Algunas personas envejecen biológicamente más lentamente que otras a pesar de tener la misma edad cronológica. La genética, el medio ambiente y el estilo de vida probablemente expliquen esta diferencia. Los estudios que evaluaron tanto los cambios en el estilo de vida como el envejecimiento biológico proporcionaron nuevos conocimientos sobre el envejecimiento y descubrieron que la actividad física es una de las intervenciones de entrenamiento potencialmente más efectivas que pueden limitar la progresión del envejecimiento biológico. La actividad física regular puede retardar el envejecimiento a través de cambios beneficiosos en la metilación del ADN, la modificación de la microbiota intestinal, la reducción del estrés oxidativo por ende la inflamación, mejorando colectivamente el estado físico y ralentizando el ritmo de envejecimiento. El ejercicio cardiovascular es una de las mejores medicinas para la salud general y lo que es bueno para el cuerpo también beneficia al cerebro. Se ha demostrado consistentemente que el

ejercicio ayuda a proteger el cerebro del deterioro cognitivo y tal vez incluso mejora el funcionamiento cognitivo si surgen problemas. Esta revisión narrativa tiene como objetivo resumir el conocimiento actual sobre la importancia de la actividad física y sus efectos beneficiosos sobre la salud cerebral.

Palabras clave: actividad física; obesidad; sedentarismo; fragilidad; envejecimiento; sarcopenia.

Physical activity and healthy aging

J. Ildefonso Arocha Rodulfo

ABSTRACT

We all age, but some people show signs of aging earlier. There are important differences between chronological aging, which measures how many years a person has lived, and biological aging, which involves the processes that cause age-related changes in the body. Some people age biologically more slowly than others despite being the same chronological age. Genetics, environment, and lifestyle probably explain this difference. Studies that evaluated both lifestyle changes and biological aging provided new insights into aging and found that physical activity is one of the most potentially effective training interventions that can limit the progression of biological aging. Regular physical activity can slow aging through beneficial changes in DNA methylation, modification of the gut microbiota, and reduction of oxidative stress and inflammation, collectively improving fitness and slowing the rate of aging. Cardiovascular exercise is one of the best medicines for general health

* Médico Cardiólogo, Sociedad Venezolana de Cardiología y Ambulatorio Claret, Caracas, Venezuela.

* iarocha@gmail.com

and what is good for the body also benefits the brain. Exercise has been consistently shown to help protect the brain from cognitive decline and perhaps even improve cognitive functioning if problems arise. This narrative review aims to summarize current knowledge about the importance of physical activity and its beneficial effects on brain health.

Keywords: physical activity; obesity; sedentarism; fragility; ageing; sarcopenia.

INTRODUCCIÓN

La capacidad funcional está relacionada con la salud y el bienestar personal, siendo fundamental para su autonomía y calidad de vida. Incluye aspectos físicos, mentales y sociales. En términos físicos, se relaciona con la capacidad de realizar actividades como caminar, levantar objetos, mantener el equilibrio, entre otros. En lo mental, se refiere a la capacidad de pensar, recordar, tomar decisiones y resolver problemas y en lo social, se vincula a la interacción con otras personas, relaciones sociales y participar en actividades comunitarias.^{1,2}

En el Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud del año 2015 se establece que la meta del envejecimiento saludable es contribuir a fomentar y mantener la capacidad funcional a lo largo de los años mozos, lo cual pueda resultar en bienestar e independencia en la ancianidad.^{1,2}

No existe función orgánica que disminuya de modo más dramático a lo largo de la vida como la muscular y no se conoce de deterioro de órgano alguno más notable y que afecte funciones tan disímiles de la vida diaria como la deambulaci3n, movilidad, estado nutricional global, equilibrio y hasta la respiraci3n.^{3,4}

La disminuci3n de la masa muscular y la fuerza con la edad est3 asociada con debilidad, disminuci3n de la flexibilidad, vulnerabilidad a enfermedades y/o lesiones, y alteraci3n de la capacidad funcional. El t3rmino sarcopenia se ha utilizado para referirse a la p3rdida de masa muscular, fuerza y deterioro del rendimiento f3sico en el anciano mayor y se ha convertido en una entidad importan-

te en una sociedad super envejecida. Para entender la fisiopatolog3a y las manifestaciones cl3nicas de la sarcopenia, es esencial explorar los cambios relacionados con la edad en las propiedades intr3nsecas de las fibras musculares.⁴

La inactividad y/o el sedentarismo causan una p3rdida de funci3n y eficiencia dentro del sistema m3sculo esquel3tico con deterioro de la masa muscular y eficiencia neuromuscular que afecta la fuerza y la potencia y, posteriormente, la capacidad para completar tareas funcionales y est3 estrechamente relacionada con fragilidad y dependencia lo que contribuye a inflar los gastos en atenci3n de la salud.⁵

Los boletines de la OMS apuntan que casi 1.800 millones de adultos (31%) no cumplen las recomendaciones mundiales de realizar una AF moderada durante al menos 150 minutos a la semana.⁶ El nivel de inactividad se ha incrementado 5% desde 2010 y, de mantenerse esta tendencia, este porcentaje ser3 del 35% en el a3o 2030.

A nivel mundial, se observan diferencias notables en los niveles de inactividad f3sica en funci3n de la edad y el sexo:⁶⁻⁸

- a. Las mujeres son 5% menos activas que los hombres (33,8% versus 28,7%), dato que se mantiene desde el 2000.
- b. Despu3s de los 60 a3os, la AF se reduce en ambos sexos.
- c. El 81% de los adolescentes (de 11 a 17 a3os) no realiza AF, porcentaje particularmente m3s elevado en los pa3ses con ingresos medios y bajos.^{7,8}
- d. Las adolescentes son menos activas que los chicos: el 85% frente al 78% en el sexo opuesto.^{7,8}

Existe evidencia cl3nica abundante que nos se3ala que el uso de la maquinaria muscular en el contexto de la AF regular y vigorosa est3 asociada a un sinn3mero de beneficios para la salud general, independiente de la edad, sexo o etnia, gracias a una serie de compuestos bioactivos como las miocinas y las exercinas con efectos endocrinos, paracrin3s y autocrin3s sobre numerosos sistemas a trav3s de

vías moleculares o de señalización con una participación protagónica en la regulación del metabolismo energético, la inflamación y la sensibilidad a la insulina.⁹⁻¹¹

- a. Metabolismo: Exercinas como la irisina y la apelina mejoran la sensibilidad a la insulina y promueven el metabolismo de lípidos, claves en la lucha contra la obesidad y la diabetes 2 (DM2). La irisina secretada durante el ejercicio sirve de puente entre la función muscular y la salud ósea, promueve el crecimiento del hueso e inhibe su reabsorción.
- b. Corazón: Factor de crecimiento endotelial (VEGF por sus siglas en inglés) y el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF por sus siglas en inglés) estimulan la formación de nuevos vasos sanguíneos y protegen contra enfermedades cardiovasculares (ECV).
- c. Protección neurocognitiva: El lactato y el BDNF cruzan la barrera hematoencefálica, favoreciendo la neurogénesis y reduciendo el riesgo de enfermedad de Alzheimer (EA) y otras enfermedades neurodegenerativas.
- d. Sistema inmune, se acepta que el ejercicio, además de antioxidante, puede inducir mecanismos, como:^{12,13}
 - d.1. Movilizar células inmunitarias y mejorar respuesta del organismo contra infecciones e incluso cáncer.
 - d.2. Modificar la dinámica de la longitud del telómero (efecto “teloprotector”).
 - d.3. Promover los efectos antiinflamatorios a corto y largo plazo (por vía del fenotipo antiinflamatorio).
 - d.4. Estimular al sistema inmune adaptativo e inhibe el proceso acelerado de inmunosenescencia.
 - d.5. Incrementar la respuesta inmune post vacunación.
 - d.6. Contribuir a la prolongación del estado de salud y de la esperanza de vida.

La literatura actual ha demostrado que el entrenamiento mejora marcadores cardiometabólicos en

pacientes con sobrepeso u obesidad, independientemente de cambios en índice de masa corporal (IMC).

El sedentarismo/inactividad significa una pesada carga cardiometabólica y el gran peligro es su arraigo en las edades extremas de la vida.¹⁴

Pautas mundiales de diversas sociedades científicas sobre la AF periódica basadas en los niveles de ejercicio coinciden en el mismo consejo para todos (es decir, 150 min por semana de ejercicio de intensidad moderada a vigorosa).¹⁵⁻¹⁷

El enfoque de la atención prestada a las personas mayores ha evolucionado del tratamiento de las enfermedades individuales a la optimización de la capacidad funcional a lo largo del proceso de envejecimiento, con el objetivo de prevenir/aplazar la dependencia.^{3,4}

Bajo esta consideración, la fragilidad definida como un estado de mayor vulnerabilidad a los estresores debido a disminución de la reserva fisiológica, es uno de los constructos más utilizados para identificar a individuos en riesgo de deterioro funcional y eventos clínicos adversos.¹⁸

Recientemente se ha propuesto el constructo de “fortaleza de por vida” o “strengthspan” que se refiere a una métrica continua cuantitativa de fortaleza física que significa: construir reserva de fuerza muscular al principio de la vida, mantener las ganancias inducidas por la AF en la fuerza muscular durante la adultez y mantenerse fuerte en la vejez.¹⁹

Por consiguiente, al incrementar la fuerza muscular con AF de resistencia en cada etapa de la vida, no sólo se puede vivir más tiempo, sino vivir con independencia y capacidad funcional para realizar tareas físicas eficazmente a lo largo de la vida.¹⁹

Los beneficios de desarrollar fuerza desde edades tempranas parecen mantenerse incluso cuando se ajustan otros factores de salud, como la adiposidad y la capacidad cardiorrespiratoria. Las personas con

mayor fuerza a lo largo de estas etapas tienen un 34% menos probabilidad de desarrollar patologías metabólicas o de morir, lo que sugiere que entrenar actuaría como un factor protector y generador de salud.^{20,21}

El constructo de fortaleza de por vida luce más interesante cuando se incorporan los beneficios sobre la integridad ósea, teniendo en cuenta que en el binomio músculo-hueso la funcionalidad de uno depende del otro y un ejemplo es la atrofia muscular cuando ocurre una fractura, especialmente en los miembros inferiores o bien por enfermedad que obliga al reposo, como ocurrió en la pandemia del COVID-19.

Por consiguiente, la AF de fuerza es imprescindible para el binomio músculo-hueso que funciona como un sistema de retroalimentación positiva: lo que es bueno para el músculo lo es para el hueso y viceversa, ya que la contracción muscular fomenta su fortaleza y retarda la pérdida de la masa ósea, la cual avanza más rápidamente en las personas sedentarias y en los ancianos.²²

La fuerza mecánica podría preparar a los huesos y músculos para la regulación y liberación de factores específicos para ejercer sus efectos sobre el tejido opuesto, lo cual significaría que descifrar los mecanismos biomecánicos, celulares y moleculares responsables de la comunicación bioquímica entre hueso y músculo sea necesario para identificar nuevas terapias que puedan afectar simultáneamente a ambos de manera positiva.^{23,24}

Esta relación hueso-músculo es también humoral. El secretoma del músculo esquelético contiene moléculas que afectan el hueso, incluido el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1), el factor de crecimiento de fibroblastos básico (FGF-2), la interleucina-6 (IL-6), la IL-15, la miostatina, la osteoglicina (OGN), FAM5C, Tmem119 y la osteoactivina (26,27). Aunque los efectos del hueso sobre el músculo son poco conocidos, se han identificado algunas osteocinas. La prostaglandina E2 (PGE2) y Wnt3a, secretadas por los osteocitos, la osteocalcina (OCN) y el IGF-1, producidos por los osteoblas-

tos, y la esclerostina secretada por ambos tipos de células.^{26,27}

Es probable que el cartílago y el tejido adiposo también participen en este circuito de control. De hecho, se sabe que los condrocitos secretan Dickkopf-1 (DKK-1) y proteína Indian hedgehog (Ihh) y los adipocitos producen leptina, adiponectina e IL-6, que potencialmente modulan el metabolismo óseo y muscular.^{26,27} Por consiguiente, las estrategias terapéuticas dirigidas a ambos tejidos podrían revolucionar el tratamiento de enfermedades óseas y musculares relacionadas, como la osteoporosis y la sarcopenia, pero hasta el momento solo la AF cuenta con una sólida evidencia científica de respaldo.

El envejecimiento, la resistencia a la insulina, el estrés oxidativo y la inflamación son factores que favorecen la infiltración grasa e insuficiencia muscular de la siguiente forma:^{28,29}

- a. Las células madre mesenquimales tienen la capacidad de diferenciarse en osteoblastos, mioblastos y adipocitos. La infiltración grasa perjudica su diferenciación osteogénica y miogénica.
- b. La lipotoxicidad promueve el desplazamiento de las células madre de la osteogénesis y la miogénesis a la lipogénesis, lo que conduce a una interrupción general del metabolismo músculo esquelético.

Otros mecanismos neuronales como el deterioro de la placa o unión neuromuscular también pueden estar comprometidos con déficits en el rendimiento físico atribuidos a la sarcopenia y la osteoporosis. La masa magra corporal (MMC) está relacionada con la densidad mineral ósea (DMO) en hombres de edad avanzada y explica el 20% de la variabilidad de la DMO en el cuello del fémur.¹⁶⁻¹⁸ La carga repetitiva dió beneficios inducidos por el ejercicio sobre la masa ósea y el área muscular en un estudio con jugadores de tenis de 10 a 17 años. El cambio del área muscular explicó el 32% de la variabilidad en los beneficios inducidos por el ejercicio en la masa ósea, que parecía ser mayor que en las niñas posmenárquicas. En resumen, una masa magra lumbar más alta está relacionada

con un aumento de la DMO y una reducción del riesgo de fracturas, especialmente en mujeres posmenopáusicas.²⁹

Otra investigación, en 8000 personas, durante tres años, aquellos participantes con MMC baja eran más viejos, tenían menor IMC y de AF.³⁰ La presencia de MMC baja en el inicio se asoció con un deterioro cognitivo a los tres años más rápido en las funciones ejecutivas y la velocidad psicomotora a partir de múltiples regresiones lineales. Después de ajustar por covariables incluyendo edad, nivel de educación, porcentaje de grasa corporal y fuerza de agarre, la baja MMC se mantuvo independientemente asociada con la disminución de la función ejecutiva (normalizado: -0.032; P = 0,03)

De acuerdo con Chang y colaboradores,²⁴ los efectos del ejercicio en la salud ósea se cumplen a través de mecanismos celulares y moleculares de manera directa o indirecta, siendo los receptores de la superficie celular el punto de partida para comprender los efectos regulatorios directos de la carga mecánica, que incluyen adherencias focales, integrinas, receptores purinérgicos, conexina, poliestinas y esclerostina y de manera indirecta por la regulación del ambiente óseo inducida por el ejercicio a través de citocinas, factores inflamatorios y miocinas, como la irisina.²⁶ La conjunción del déficit muscular y óseo conllevan a la osteosarcopenia como indicativo de mayor fragilidad.

AF, poder anti envejecimiento del ejercicio y protección del deterioro cognitivo

A pesar de estos hallazgos positivos, el escepticismo prevalece en muchas especialidades médicas. El entusiasmo para la promoción del ejercicio como estrategia de prevención se ve a menudo atemperado por no haber estudios publicados controlados y aleatorios que hayan demostrado que el ejercicio puede reducir realmente la incidencia de déficit cognitivo leve (DCL); sin embargo, la ausencia de un juicio definitivo no es razón suficiente para ignorar las pruebas acumuladas hasta la fecha, como:

- Para el año 2019, se calculó que 57 millones de personas vivían con demencia en

el mundo, que aumentará a 153 millones para el año 2050. La proporción de personas con demencia ha aumentado con el tiempo en los países de bajos ingresos debido a un mayor incremento en la longevidad en comparación con los países de altos ingresos.³²

- Actualmente hay un conjunto de datos en animales y humanos demostrando el beneficio cognitivo de la AF, del tipo e intensidad que fuera, pero enmarcada dentro de los límites de la tolerancia.^{33,34}
- Estudios aleatorios muestran una convergencia entre el comportamiento, la neuroimagen y biomarcadores séricos y estudios de cohortes han demostrado asociaciones significativas entre el ejercicio y la reducción del riesgo de DCL y demencia.^{35,36}
- El ejercicio tiene beneficios para la salud, cubriendo a todos los órganos y sistemas, con mínimos efectos secundarios, económicamente rentable y aplicable en todos los estratos sociales sin distinción de edad ni de sexo.^{9,11,13,37} En adultos mayores, el ejercicio aumenta la probabilidad de supervivencia y envejecimiento saludable.³⁸
- El ejercicio reduce significativamente los factores mayores de riesgo cardiovascular^{20,21,39} que también lo son para EA y demencia vascular (DVA).

El ejercicio debe promoverse e incluirse dentro de la prescripción escrita como un componente imprescindible del envejecimiento saludable dado que al reducir la inactividad física en un 25% podría evitar hasta un millón de casos de demencia en todo el mundo y ganarse muchos años de vida productiva,⁴⁰ que es la base de la neuroplasticidad y así aumentar la funcionalidad de la reserva cognitiva.^{34,36}

La reserva cognitiva se fortalece en función de la escolaridad, los aprendizajes, las lecturas, los razonamientos, las relaciones sociales, las emociones, los hábitos higiénicos y nutricionales, así como la AF.⁴¹

Actividad física, alimentación saludable y reserva cognitiva en la protección neurocognitiva

La importancia de la reserva cognitiva radica en la capacidad del cerebro para resistir el envejecimiento y los daños asociados, así como adaptarse a los cambios que conlleva. Esta capacidad permite explicar por qué algunas personas pueden tolerar mejor una patología cerebral, presentando menos síntomas clínicos de demencia.^{41,42,43} Por consiguiente, los hábitos saludables de vida y, particularmente, la AF es uno de los mejores aliados en el desarrollo de la reserva cognitiva.

La AF ha demostrado una mejora en la plasticidad neuronal, formando nuevas sinapsis (sinaptogénesis) y regenerando conexiones neuronales (neurogénesis). Los estímulos del ejercicio físico aeróbico aumentan el factor neurotrófico derivado del cerebro o BDNF, proteína que permite la supervivencia y crecimiento de las neuronas. La AF regular reduce los niveles de citocinas inflamatorias y de estrés oxidativo, contribuyendo a proteger frente a la neurodegeneración.^{38,43,44} Por otro lado, la AF moderada ayuda a mejorar el flujo sanguíneo y la oxigenación a nivel cerebral, optimizando la reserva cerebrovascular, aumentando la capacidad de los vasos sanguíneos para responder a la demanda metabólica del cerebro favoreciendo la eliminación de toxinas y proteínas dañinas, algunas de ellas relacionadas con la EA como la beta-amiloide.^{37,38,45}

La compleja estimulación del metabolismo cerebral a través de la AF favorece el envejecimiento saludable

Las modificaciones estructurales y funcionales del hipocampo sensibles al proceso de envejecimiento resultan en déficits en la cognición dependiente del hipocampo.^{47,48} La neurogénesis hipocampal adulta (NHA), descrita como la generación de nuevas neuronas a partir de células madre neuronales en el hipocampo, ha demostrado verse afectada negativamente por el envejecimiento. La extensa investigación ha destacado el papel de la AF en la regulación positiva de la cognición dependiente del hipocampo y la NHA; tales cambios operan en dos niveles principales. En el pri-

mer nivel, la AF puede causar modificaciones estructurales del hipocampo, y en el segundo nivel, por regulación de las vías moleculares y celulares involucradas. Estos cambios resultan en la remodelación vascular del nicho neurogénico, así como en la secreción de factores neurotróficos y antioxidantes, que a su vez pueden activar las células madre neuronales en reposo, al tiempo que restauran su capacidad de proliferación y aumentan su supervivencia, características que se ven afectadas negativamente durante el envejecimiento.^{47,48}

Sedentarismo/inactividad y homeostasis metabólica

Estudios que imitan el sedentarismo, en un ambiente controlado, han revelado mayores cifras de glucemia e insulina postprandial en sujetos sentados por tiempo prolongado al compararse con controles que se movilizan o están de pie.^{49,50}

La alteración fisiopatológica central del sedentarismo radica en la resistencia a la insulina, donde se generan una serie de modificaciones negativas en los diferentes sistemas del organismo que tienen responsabilidad sobre la homeostasis glucídica y lipídica. Esta resistencia a la insulina, que es mayor en la medida del tiempo transcurrido en actitud sedentaria y su antigüedad, también condiciona otros cambios que impactan en el desarrollo y avance del continuo cardiometabólico.^{5,51}

Aunque la evidencia sugiere que la AF puede retrasar el inicio de la demencia, la duración y la cantidad de actividad requerida sigue sin estar clara y para ello Wu y colaboradores⁵² analizaron los datos de 11.988 participantes de 10 cohortes para definir la relación dosis-respuesta entre la AF tardía y la demencia en adultos mayores. Utilizando como referencia la AF nula, el riesgo de demencia disminuyó en 12% con 0,1 a 3,0 horas/semana; 32% con 3,1 a 6,0 horas/semana, pero sin incremento adicional a mayor duración. En cuanto al gasto energético, los resultados mostraron que 3,1 a 6,0 horas semanales de AF con un gasto de 9,1 a 18,00 MET-horas / semana puede reducir el riesgo de demencia en 30% o más,⁵²

ACTIVIDAD FÍSICA Y ENVEJECIMIENTO SALUDABLE

esto es un gasto metabólico mayor al recomendado en las guías internacionales de actividad moderada de 3 a 6 MET y vigorosa, mayor de 6 MET.¹⁵⁻¹⁷

A partir de una base de datos del Reino Unido, Wu y colaboradores⁵³ analizaron los datos de 73.411 personas con una edad promedio de 56 años que usaron dispositivos de acelerómetro de forma continua durante siete días para medir su AF, la cantidad de energía que utilizaban, el tiempo sentado diario y el impacto sobre cinco trastornos neuropsiquiátricos (demencia, ictus, ansiedad, depresión y trastornos del sueño)⁵³ con estos resultados:

- Un gasto energético de AF de moderado a vigoroso significó entre un 14 - 40 % menos de probabilidades de desarrollar alguna de las cinco enfermedades.
- A más tiempo sedentario, mayor el riesgo de alguna de las enfermedades, entre el 5 - 54 %, en comparación con quienes pasaban menos tiempo sentados.
- Se confirmaron asociaciones con funciones cerebrales, estructuras cerebrales y biomarcadores periféricos, y destacan el papel mediador de los marcadores inflamatorios y metabólicos en estas asociaciones.
- Los investigadores pudieron medir objetivamente los distintos estados de AF, lo cual implica una mayor confiabilidad en los resultados.

Estos hallazgos enfatizan que el volumen total de AF es el factor crucial para los beneficios para la salud, en lugar de cómo se distribuye en el tiempo y cualquier esquema seleccionado es más beneficioso que permanecer inactivo.⁵⁴

Shi y colaboradores⁵⁵ analizaron los datos del Estudio de Salud de las Enfermeras y la asociación de comportamientos sedentarios y AF ligera (AFL) con el envejecimiento saludable. Entre 45.176 participantes (media de edad; 59,2 ± 6,0 años), 3.873 (8,6%) mujeres lograron un envejecimiento saludable. Después del ajuste para las covariables, las probabilidades de envejecimiento

saludable fueron:

- Reducción del 12% (IC 95: 7-17%) por cada aumento de 2 horas diarias frente al televisor.
- Aumento del 6% (IC 95: 3-9%) por cada incremento de 2 horas diarias en AFL.
- Aumento con la sustitución de una hora de estar sentado frente al televisor por AFL o AF moderada a vigorosa (AFMV).
- Entre los que dormían 7 horas al día o menos, la sustitución del tiempo de televisión por el sueño también se asoció con mayores probabilidades de envejecimiento saludable.⁵⁵

El proyecto Investigación de Ganancia Neurocognitiva con la Intervención del Ejercicio (IGNITE por Investigating Gains in Neurocognition in an Intervention Trial of Exercise):⁵⁶ se analizaron 585 adultos, cognitivamente sanos, y observaron cómo la distribución de su tiempo diario entre sueño, sedentarismo y distintos niveles de AF influía en su rendimiento cognitivo. Los resultados mostraron que apenas una diferencia de solo 5 minutos diarios de AFMV se asoció con mejores resultados en memoria de trabajo, velocidad mental y atención ejecutiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La insuficiencia muscular lleva a la pérdida de la independencia, haciendo las actividades cotidianas como caminar, lavar, salir de compras o vestirse, tareas difíciles o imposibles de cumplir. Además, con la debilidad muscular se encadenan una serie de eventos deletéreos para la función cognitiva como es menor socialización, dificultad para la lectura o compartir con familiares o amigos facilitando el camino para el aislamiento y la demencia.

El fortalecimiento de la musculatura esquelética junto a la mejora del estado físico contribuyen al envejecimiento saludable con mayor autoconfianza y autoestima, facilitando la socialización.

La fuerza muscular no solo es esencial para la salud de los adultos; también juega un papel crucial en el desarrollo saludable de niños y adolescentes y,

por consiguiente, en un mundo cada vez más sedentario, donde los niveles de fuerza están disminuyendo entre los jóvenes. Estimular el desarrollo osteomuscular desde edades tempranas se ha convertido en una necesidad global. Invertir en aumentar la fuerza de los más jóvenes es invertir en su futuro y esta fortaleza física acumulada durante la infancia, juventud y la edad adulta se vincula con un menor riesgo de enfermedades cardiometabólicas y neurodegenerativas en la adultez.^{19,57,58}

La exposición temprana a actividades de fortalecimiento es necesaria para preparar a los jóvenes de hoy para la participación en diversas actividades físicas a lo largo de la vida y alcanzar una vejez saludable y activa, modulada por la influencia secuencial y acumulativa de la fuerza muscular y desarrollo óseo en las habilidades motoras y físicas.

Los movimientos cíclicos o elípticos regulares ayudan a mantener las articulaciones lubricadas y saludables. Los músculos fuertes también protegen las articulaciones de cargas excesivas. Cuando los músculos no soportan adecuadamente el cuerpo, las articulaciones degeneran más rápido, lo que conduce a la osteoartritis de rodilla o cadera con el riesgo potencial de reemplazo.

En cuanto a lo cognitivo, hay un impacto positivo sobre la capacidad cognitiva con promoción de la neuroplasticidad.

Las bondades del ejercicio son tan sorprendentes que incluso una única sesión puede impactar en el rendimiento cognitivo y académico de los niños. Así, andar tan solo 20 minutos genera un incremento significativo de la actividad en las áreas relacionadas con la atención y el control cognitivo de preadolescentes, en comparación con permanecer sentado.⁶¹

Un meta análisis de 3.200 participantes entre 5 y 14 años, concluyó que el ejercicio mejora el coeficiente intelectual (CI) de los niños y adolescentes en una media de 4 puntos, cifra comparable al que se obtiene por cada año de educación formal.⁶² Además, estos beneficios se observaron

tanto en niños con inteligencia normal como en aquellos con niveles más bajos, demostrando que el ejercicio es una herramienta inclusiva y accesible.⁶² Tales efectos positivos no se limitaron al CI; el ejercicio también aumenta la inteligencia fluida, fundamental para resolver problemas y adaptarse a situaciones, habilidades clave para los más jóvenes.^{59,60}

La AF es importante en la tercera edad para prevenir el deterioro cognitivo tardío y la demencia, debido a su impacto metabólico y cerebrovascular positivo.^{47,55,57} Los datos sugieren que los adultos mayores que cumplen las directrices de AF tienen una reducción del riesgo del 20% para el deterioro cognitivo y la demencia, pero a pesar de ello pocas son las personas mayores cumplidoras de tales recomendaciones.

Caminar es la AF más popular, su rendimiento puede optimizarse con pesas de tobillos, apurar la cadencia de marcha o caminar en pendiente. A pesar de su simplicidad, el caminar es una actividad compleja que exige de estabilidad, actitud corporal, atención, coordinación, tipo de zancada y distribución del peso corporal.

El Estudio en Alzheimer y Familia (ALFA por ALzheimer's and FAMilies) está centrado en adultos entre 45 y 65 años (edad crítica en el desarrollo de los factores de riesgo de demencia) silentes por más de 20 años antes que los síntomas hagan su aparición.⁶⁴

De los hallazgos del estudio ALFA:

- a. Detección de concentraciones bajas de proteína beta amiloide en los que cumplieron con la AF frente a los que permanecieron sedentarios o practicaron poca AF. La acumulación de esta proteína es uno de los eventos más tempranos en el desarrollo de la enfermedad que dispara una cascada de procesos neurodegenerativos que conducen al deterioro cognitivo y la demencia.
- b. Los participantes activos mostraban mayor grosor de la corteza cerebral en las regiones asociadas con la EA (el grosor

cortical es un marcador de atrofia y neurodegeneración).

A medida que aumenta la esperanza de vida, DCL y demencia se están convirtiendo en un gran desafío para la salud pública. La prevención es crucial y la AF es la estrategia imprescindible. Las recomendaciones enfatizan realizarla durante un tiempo determinado en la semana, se ha demostrado que incluso pequeñas o ráfagas de ejercicio de alta intensidad durante el día tienen un efecto protector cerebral.⁴⁵ Se puede resumir en: “un poco es mejor que nada, y nunca es demasiado tarde para empezar”. El ejercicio es barato, accesible y no tiene efectos secundarios.

REFERENCIAS

- World Health Organization. Active ageing: A Policy Framework. Geneva: World Health Organization, 2002.
- Organización Mundial de la Salud Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. Ginebra: OMS; 2015 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/186466>, acceso del 09.09.2023).
- Wang DXM, Yao J, Zirek Y, Reijnierse EM, Maier AB. Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2020 Feb;11(1):3-25. doi: 10.1002/jcsm.12502.
- Lim JY, Frontera WR. Skeletal muscle aging and sarcopenia: Perspectives from mechanical studies of single permeabilized muscle fibers. *J Biomech*. 2023 May;152:111559. doi: 10.1016/j.jbiomech.2023.111559.
- Arocha Rodulfo JI. Sedentarismo, enfermedad del siglo XXI. *Clin Investig Arterioscl* 2019;31(5):233-40; doi: 10.1016/j.arteri.2019.04.004.
- Strain T, Flaxman S, Guthold R, Semanova E, Cowan M, Riley LM et al; Country Data Author Group. National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5·7 million participants. *Lancet Glob Health*. 2024 Aug;12(8):e1232-e1243. doi: 10.1016/S2214-109X(24)00150-5.
- Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020;4(1):23-35. doi: 10.1016/S2352-4642(19)30323-2.
- Li H, Zhang W, Yan J. Physical activity and sedentary behavior among school-going adolescents in low- and middle-income countries: insights from the global school-based health survey. *PeerJ*. 2024;12:e17097. doi: 10.7717/peerj.17097.
- Walzik D, Wences Chirino TY, Zimmer P, Joisten N. Molecular insights of exercise therapy in disease prevention and treatment. *Signal Transduct Target Ther*. 2024;9(1):138. doi: 10.1038/s41392-024-01841-0.
- Magliulo L, Bondi D, Pini N, Marramiero L, Di Filippo ES. The wonder exerkines-novel insights: a critical state-of-the-art review. *Mol Cell Biochem*. 2022;477(1):105-113. doi: 10.1007/s11010-021-04264-5.
- Gaesser GA, Hall SE, Angadi SS, Poole DC, Racette SB. Increasing the Health Span: Unique Role for Exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2025 Apr 17. doi: 10.1152/japophysiol.00049.2025.
- Lancaster GI, Febbraio MA. The immunomodulating role of exercise in metabolic disease. *Trends Immunol*. 2014;35(6):262-69. doi: 10.1016/j.it.2014.02.008.
- Domaszewska K, Boraczyński M, Tang YY, Gronek J, Wochna K, Boraczyński T et al. Protective Effects of Exercise Become Especially Important for the Aging Immune System in The Covid-19 Era. *Aging Dis*. 2022;13(1):129-143. doi: 10.14336/AD.2021.1219.
- Arocha Rodulfo I. The Cardiometabolic Burden of Sedentarism and Its Implications on Health. *Clin Med Res* 2022; 11(4): 95-101, doi: 10.11648/j.cmr.20221104.12
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
- Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging* 2021;25:824-853. doi: 10.1007/s12603-021-1665-8.
- Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Böck M, et al; ESC National Cardiac Societies; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021 Sep 7;42(34):3227-3337. doi: 10.1093/eurheartj/ehab484.
- Rodríguez-Mañas L, Rodríguez-Sánchez I. Research on frailty: where we stand and where we need to go. *J Am Med Dir Assoc* 2021;22:520-3; doi: 10.1016/j.jamda.2021.01.061.
- Faigenbaum AD, Garcia-Hermoso A, MacDonald JP, Mortatti A, Rial Rebullido T. Bridging the gap between strengthspan and lifespan. *Br J Sports Med*. 2024 Jul 1;58(14):758-760. doi: 10.1136/bjsports-2024-108357.
- Momma H, Kawakami R, Honda T, Sawada SS. Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Br J Sports Med*. 2022 Jul;56(13):755-763. doi: 10.1136/bjsports-2021-105061.
- Clausen JSR, Marott JL, Holtermann A, Gyntelberg F, Jensen MT. Midlife Cardiorespiratory Fitness and the Long-Term Risk of Mortality: 46 Years of Follow-Up. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(9):987-995. doi: 10.1016/j.jacc.2018.06.045.
- Arocha-Rodulfo JI. La maquinaria muscular, fuente insuperable de beneficios. *Elementos* 2024;133:25-30. Disponible en www.elementos.buap.mx
- Bonewald L. Use It or Lose It to Age: A Review of Bone and Muscle Communication. *Bone*. 2019 March ; 120: 212-218. doi:10.1016/j.bone.2018.11.002
- Chang X, Xu S and Zhang H (2022) Regulation of bone health through physical exercise: Mechanisms and types. *Front. Endocrinol*. 13:1029475. doi: 10.3389/fendo.2022.1029475.
- Hu X, Wang Z, Wang W, Cui P, Kong C, Chen X, Lu S. Irisin as an agent for protecting against osteoporosis: A review of the current mechanisms and pathways. *J Adv Res*. 2023 Sep 3:S2090-1232(23)00237-0. doi: 10.1016/j.jare.2023.09.001.
- Tagliaferri C, Wittrant Y, Davicco MJ, Walrand S, Coxam V. Muscle and bone, two interconnected tissues. *Ageing Res Rev*. 2015 May;21:55-70. doi: 10.1016/j.arr.2015.03.002.
- Laurent MR, Dubois V, Claessens F, Verschueren SM, Vanderschueren D, Gielen E, Jardi F. Muscle-bone interactions: From experimental models to the clinic? A critical update. *Mol Cell Endocrinol*. 2016 Sep 5;432:14-36. doi: 10.1016/j.mce.2015.10.017.
- Zhu Y, Hu Y, Pan Y, Li M, Niu Y, Zhang T et al. Fatty infiltration in the musculoskeletal system: pathological mechanisms and clinical implications. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024 Jun 28;15:1406046. doi: 10.3389/fendo.2024.1406046.

- 29.- Kaji H. Linkage between muscle and bone: common catabolic signals resulting in osteoporosis and sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2013;16:272-277. doi: 10.1097/MCO.0b013e32835fe6a5.
- 30.- Tessier AJ, Wing SS, Rahme E, Morais JA, Chevalier S. Association of Low Muscle Mass With Cognitive Function During a 3-Year Follow-up Among Adults Aged 65 to 86 Years in the Canadian Longitudinal Study on Aging. *JAMA Netw Open*. 2022 Jul 1;5(7):e2219926. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.19926.
- 31.- Kaji H. Interaction between Muscle and Bone. *J Bone Metab*. 2014;21(1):29-40; doi: 10.11005/jbm.2014.21.1.29
- 32.- Livingston G, Huntley J, Liu KY, Costafreda SG, Selbæk G, Alladi S et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing Commission. *Lancet*. 2024 Aug 10;404(10452):572-628. doi: 10.1016/S0140-6736(24)01296-0. n
- 33.- Babaei P, Azari HB. Exercise Training Improves Memory Performance in Older Adults: A Narrative Review of Evidence and Possible Mechanisms. *Front Hum Neurosci*. 2022;15:771553. doi: 10.3389/fnhum.2021.771553.
- 34.- Latino F, Tafuri F. Physical Activity and Cognitive Functioning. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Jan 26;60(2):216. doi: 10.3390/medicina60020216.
- 35.- Erickson KI, Leckie RL, Weinstein AM. Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiol Aging*. 2014 Sep;35 Suppl 2:S20-8. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2014.03.034.
- 36.- Badea A, Mahzarnia A, Reddy D, Dong Z, Anderson RJ, Moon HS et al. Neuroimaging Biomarkers of Neuroprotection: Impact of Voluntary versus Enforced Exercise in Alzheimer's Disease Models. *bioRxiv [Preprint]*. 2025 Apr 3:2025.03.28.646015. doi: 10.1101/2025.03.28.646015.
- 37.- Qiu Y, Fernández-García B, Lehmann HI, Li G, Kroemer G, López-Otín C, Xiao J. Exercise sustains the hallmarks of health. *J Sport Health Sci*. 2023 Jan;12(1):8-35. doi: 10.1016/j.jshs.2022.10.003.
- 38.- Rebelo-Marques A., De Sousa Lages A., Andrade R., Ribeiro C.F., Mota-Pinto A., Carrilho F., Espregueira-Mendes J. Aging Hallmarks: The Benefits of Physical Exercise. *Front. Endocrinol*. 2018;9:258. doi: 10.3389/fendo.2018.00258.
- 39.- Isath A, Koziol KJ, Martinez MW, Garber CE, Martinez MN, Emery MS, et al. Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. *Prog Cardiovasc Dis*. 2023 Apr 28:S0033-0620(23)00038-5. doi: 10.1016/j.pcad.2023.04.008.
- 40.- Barnes DE, Yaffe K. The projected effect of risk factor reduction on Alzheimer's disease prevalence. *Lancet Neurology*. 2011; 10(9):819-28; doi: 10.1016/S1474-4422(11)70072-2.
- 41.- Beveridge J, Sheth P, Thakkar S, Silverglate B, Grossberg G. The impact of cognitive reserve relative to risk of Alzheimer's disease and rate of progression: an up-to-date review of the literature. *Expert Rev Neurother*. 2025;25(2):175-187. doi: 10.1080/14737175.2024.2445015.
- 42.- Song S, Stern Y, Gu Y. Modifiable lifestyle factors and cognitive reserve: A systematic review of current evidence. *Ageing Res Rev*. 2022 Feb;74:101551. doi: 10.1016/j.arr.2021.101551.
- 43.- Barnes JN. Exercise, cognitive function, and aging. *Adv Physiol Educ*. 2015 Jun;39(2):55-62. doi: 10.1152/advan.00101.2014.
- 44.- Jost Z, Kujach S. Understanding Cognitive Decline in Aging: Mechanisms and Mitigation Strategies - A Narrative Review. *Clin Interv Aging*. 2025 Apr 15;20:459-469. doi: 10.2147/CIA.S510670.
- 45.- Tari AR, Walker TL, Huuha AM, Sando SB, Wisloff U. Neuroprotective mechanisms of exercise and the importance of fitness for healthy brain ageing. *Lancet*. 2025 Mar 29;405(10484):1093-1118. doi: 10.1016/S0140-6736(25)00184-9.
- 46.- Klil-Drori K, Cinalioglu K, Rej S. Brain Health and the Role of Exercise in Maintaining Late-Life Cognitive Reserve: A Narrative Review Providing the Neuroprotective Mechanisms of Exercise. *Am J Geriatric Psychiatry* 2022;30 (4, supplement):S72; doi.org/10.1016/j.jagp.2022.01.067.
- 47.- Famand S, Du Preez A, Kim C, de Lucia C, Ruepp MD, Stubbs B, Thurett S. Cognition on the move: Examining the role of physical exercise and neurogenesis in counteracting cognitive aging. *Ageing Res Rev*. 2025 Mar 8;107:102725. doi: 10.1016/j.arr.2025.102725.
- 48.- Ben Ezzdine L, Dhahbi W, Dergaa I, Ceylan HI, Guelmami N, et al. Physical activity and neuroplasticity in neurodegenerative disorders: a comprehensive review of exercise interventions, cognitive training, and AI applications. *Front Neurosci*. 2025 Feb 28;19:1502417. doi: 10.3389/fnins.2025.1502417
- 49.- Pulsford RM, Blackwell J, Hillsdon M, Kos K. Intermittent walking, but not standing, improves postprandial insulin and glucose relative to sustained sitting: a randomised cross-over study in inactive middle-aged men. *J Sci Med Sport*. 2017; 20:278-283; doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.012.
- 50.- Lavie CJ, Arena R, Swift DL, Johannsen NM, Sui X, Lee DC et al. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circulation Res* 2015;117(2):207-19; doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.305205.
- 51.- Arocha Rodulfo JI. Approach to the cardiometabolic continuum. Narrative description. *Clin Investig Arterioscler*. 2021 May-Jun;33(3):158-167. doi: 10.1016/j.arteri.2020.10.003.
- 52.- Wu W, Ding D, Zhao Q, Xiao Z, Luo J, Ganguli M et al; for Cohort Studies of Memory in an International Consortium (COSMIC). Dose-response relationship between late-life physical activity and incident dementia: A pooled analysis of 10 cohort studies of memory in an international consortium. *Alzheimers Dement* 2023;19(1):107-122. doi: 10.1002/alz.12628.
- 53.- Wu JY, Yu JT. Accelerometer-Measured Physical Activity, Sedentary Behavior, and Incident Neuropsychiatric Diseases: A Large Prospective Cohort Study of 73,411 Participants (S1.003). *Neurology*. 2025 Apr 8;104(7_Supplement_1):3304. doi: 10.1212/WNL.0000000000010928.
- 54.- Liao DQ, Li HM, Chen HJ, Lai SM, Tang XL, Qiu CS et al. Association of Accelerometer-Derived Physical Activity Pattern With the Risks of All-Cause, Cardiovascular Disease, and Cancer Death. *J Am Heart Assoc*. 2025 Apr 2:e039225. doi: 10.1161/JAHA.124.039225.
- 55.- Shi H, Hu FB, Huang T, Schernhammer ES, Willett WC et al. Sedentary Behaviors, Light-Intensity Physical Activity, and Healthy Aging. *JAMA Netw Open*. 2024 Jun 3;7(6):e2416300. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.16300.
- 56.- Collins AM, Mellow ML, Smith AE, Wan L, Gothe NP, Fanning J et al. 24-Hour time use and cognitive performance in late adulthood: results from the Investigating Gains in Neurocognition in an Intervention Trial of Exercise (IGNITE) study. *Age Ageing*. 2025 Mar 28;54(4):afaf072. doi: 10.1093/ageing/afaf072.
- 57.- Faigenbaum AD, Ratamess NA, Kang J, Bush JA, Rial Rebullido T. May the Force Be with Youth: Foundational Strength for Lifelong Development. *Curr Sports Med Rep*. 2023 Dec 1;22(12):414-422. doi: 10.1249/JSR.0000000000001122.
- 58.- Timpka S, Petersson IF, Zhou C, Englund M. Muscle strength in adolescent men and risk of cardiovascular disease events and mortality in middle age: a prospective cohort study. *BMC Med*. 2014 Apr 14;12:62. doi: 10.1186/1741-7015-12-62.
- 59.- Revelo Herrera SG, Leon-Rojas JE. The Effect of Aerobic Exercise in Neuroplasticity, Learning, and Cognition: A Systematic Review. *Cureus*. 2024 Feb 11;16(2):e54021. doi: 10.7759/cureus.54021.
- 60.- Solis-Urra P, Fernandez-Gamez B, Liu-Ambrose T, Erickson KI, Ortega FB, Esteban-Cornejo I. Exercise as medicine for the brain: moving towards precise and personalised recommendations. *Br J Sports Med*. 2024;58(13):693-695. doi: 10.1136/bjsports-2024-108158.
- 61.- Hillman CH, Pontifex MB, Raine LB, Castelli DM, Hall EE, Kramer AF. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children.

ACTIVIDAD FÍSICA Y ENVEJECIMIENTO SALUDABLE

- Neuroscience. 2009;159(3):1044-54. doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.01.057.
- 62.- Morales JS, Valenzuela PL, Martínez-de-Quel Ó, Sánchez-Sánchez JL, Muntaner-Mas A, Erickson KI, et al. Exercise Interventions and Intelligence in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. *Pediatrics*. 2024;154(6):e2023064771. doi: 10.1542/peds.2023-064771.
- 63.- Calvin CM, Deary IJ, Fenton C, Roberts BA, Der G, Leckenby N, Batty GD. Intelligence in youth and all-cause-mortality: systematic review with meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2011;40(3):626-44. doi: 10.1093/ije/dyq190.
- 64.- Akinci M, Aguilar-Domínguez P, Palpatzis E, Shekari M, García-Prat M, Deulofeu C et al; ALFA study. Physical activity changes during midlife link to brain integrity and amyloid burden. *Alzheimers Dement*. 2025 May;21(5):e70007. doi: 10.1002/alz.70007.