



**Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Medicina**

**Año 2024
Trabajo Final de Carrera (Tesis)**

**Tipos de entrenamiento para combatir
la sarcopenia y la importancia de las
fibras musculares rápidas. Revision
sistemática.**

*Types of training to combat sarcopenia
and the importance of fast muscle fibers.
Systematic review.*

Alumno:

JUAN ANDRES VIDAL

JuanAndres.Vidal@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta

Interamericana

Tutor:

CIARMANTORI ANDRES

Licenciado en Kinesiología y Fisiatría

Andres.Ciarmatori@uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Agradecimientos:

Le agradezco profundamente a mi familia: Gladys, Marcos, Camila, Victoria, Nelida, Laura y a mis amigos por acompañarme desde el primer día, por estar siempre que los necesite y por su apoyo incondicional directa e indirectamente en cada paso que doy en la vida.

A mis compañeros de la facultad por formar parte de esta etapa universitaria desde el inicio hasta el final, compartiendo momentos de alegría, estrés, tristeza. Quiero dar las gracias a los docentes que me formaron no solo como profesional sino también como persona enseñándome valores de como trabajar en equipo y ser un buen compañero. Un especial agradecimiento a mi tutor de tesis el licenciado Andres Ciarmantori, por guiarme en este último esfuerzo para poder elaborar la tesis, por su calidad humana, paciencia y conocimientos compartidos.

Tipos de entrenamiento para combatir la sarcopenia y la importancia de las fibras rápidas. Revisión sistemática.

Types of training to combat sarcopenia and the importance of fast muscle fibers. Systematic review.

Autores: Vidal J, Ciarmantori A.

RESUMEN

Introducción: La presente investigación pretende comparar el impacto del entrenamiento excéntrico/concéntrico frente al entrenamiento pliométrico en adultos mayores con sarcopenia y también se realizará una evaluación de la calidad metodológica de los estudios utilizados para dicha investigación. La sarcopenia, una pérdida de masa y función muscular, afecta la calidad de vida y aumenta el riesgo de caídas en esta población. **Material y métodos:** Se realizó una revisión sistemática en bases de datos como PubMed y PEDro, seleccionando artículos que aplicaran estos tipos de entrenamiento en personas de 45-80 años y midieran la capacidad física mediante pruebas específicas, como el test de caminata de 6 minutos, el de fuerza de agarre, caminata rápida en 10 metros, a 5-repetition sit-to-stand (5xSTS) test y 1RM extensión de cuádriceps. **Resultados:** Los resultados mostraron que ambos tipos de entrenamiento mejoraron la capacidad funcional, con el entrenamiento excéntrico/concéntrico favoreciendo la resistencia muscular y el pliométrico, la potencia y coordinación. El análisis metodológico reveló una calidad moderada de los estudios incluidos. **Conclusión:** Una combinación de ambos entrenamientos puede proporcionar beneficios significativos, mejorando tanto la fuerza como la estabilidad en adultos mayores, lo que podría reducir el riesgo de caídas y promover una mejor calidad de vida en esta población.

Palabras Clave: escoliosis; escoliosis idiopática; tratamiento; fisioterapia; adolescentes.

ABSTRACT

Background This research will compare the impact of eccentric/concentric training versus plyometric training in older adults with sarcopenia, and it will also assess the methodological quality of the studies used. Sarcopenia, a loss of muscle mass and function, affects quality of life and increases fall risk in this population. **Material and methods:** A systematic review was conducted using databases such as PubMed and PEDro, selecting articles that applied these types of training in individuals aged 45-80 and measured

physical capacity through specific tests, including the 6-minute walk test, grip strength, 10-meter walk test, 5-repetition sit-to-stand (5xSTS) test, and 1RM quadriceps extension. **Results:** The results showed that both types of training improved functional capacity, with eccentric/concentric training enhancing muscular endurance and plyometric training benefiting power and coordination. The methodological analysis revealed a moderate quality of the included studies. **Conclusion:** A combination of both training types may provide significant benefits by improving both strength and stability in older adults, which could reduce the risk of falls and promote a better quality of life in this population.

Keywords: Sarcopenia; Strength Training; Plyometric Training; Physiotherapy; Age Adults.

INTRODUCCION

La sarcopenia es un síndrome geriátrico fisiológico que atraviesa el ser humano a partir de la cuarta década de vida, se caracteriza por la pérdida progresiva de masa muscular, acentuándose a partir de los 65-70 años. En los varones el proceso es más progresivo, mientras que en las mujeres presentan un descenso brusco que coincide con la menopausia. Los déficits de fuerza que genera la sarcopenia traen consecuencias tales como la pérdida de la coordinación, disminución de la performance física, disminución en las reacciones de equilibrio, de balance y por ende un aumento en el riesgo de caídas en adultos mayores. No solo trae efectos negativos en las capacidades físicas, también lleva a un mal funcionamiento del sistema vascular periférico. La prevalencia de sarcopenia presenta gran variabilidad ya que depende de diferentes factores, pero, principalmente se debe a las características de la población estudiada. En el caso de que la población estudiada tenga asociada antecedentes de fracturas del fémur u otras patologías que conlleven un periodo de inmovilidad prolongado, el porcentaje aumenta sustancialmente por arriba del 70%.⁽¹⁾

Las fibras musculares rápidas juegan un papel crucial en la vida de los adultos mayores, ya que su importancia radica en mantener la funcionalidad y la calidad de vida a medida que envejecemos. Son las encargadas de preservar nuestra estabilidad en gestos que impliquen un alto nivel coordinativo y contribuyen en gran medida a las reacciones de balance y

equilibrio, las cuales nos permiten mantenernos de pie frente a situaciones de inestabilidad, pudiendo así evitar posibles caídas o en el peor de los casos ubicar el cuerpo de la mejor forma para que esa caída sea lo menos traumática posible. Estas fibras son responsables de generar fuerza y potencia de manera rápida. Además, la preservación de las fibras musculares rápidas contribuye a la prevención de la sarcopenia, y ayuda a mantener la independencia funcional del adulto mayor.^(2,3)

El ejercicio físico y en especial el entrenamiento de la fuerza como capacidad dominante, mediante la utilización de ejercicios concéntricos y/o excéntricos mostraron resultados positivos, siendo de suma importancia para el mantenimiento y ganancia, de fuerza muscular y de la performance física en adultos mayores.⁽⁴⁾ El entrenamiento de pliometría, una forma de ejercicio que se enfoca en movimientos que requieren el uso del ciclo de estiramiento-acortamiento en el cual se utilizan predominantemente fibras musculares rápidas que tienen mayor influencia en la potencia, velocidad y coordinación neuromuscular, podría ser beneficioso para el adulto mayor, mejorando la fuerza muscular, la coordinación, el equilibrio y la calidad de vida en general del adulto mayor, reduciendo el riesgo de caídas y lesiones.⁽³⁾ Como alternativa terapéutica en otro estudio se utilizó la restricción al flujo sanguíneo + el entrenamiento de la fuerza para la ganancia de fuerza muscular y el

rendimiento físico en adultos mayores. El entrenamiento con restricción al flujo sanguíneo es una técnica que implica la aplicación de una presión moderada en la parte superior de un miembro, generalmente con un manguito inflable especial, durante el ejercicio. Esto limita temporalmente el flujo sanguíneo arterial hacia los músculos, lo que crea un ambiente único para el crecimiento muscular y la mejora del rendimiento.(5) Sin embargo, el entrenamiento de la fuerza no genera una ganancia significativa del volumen muscular.(4,6)

La performance o el rendimiento físicos es descripto como la capacidad que tiene una persona para realizar tareas deportivas o simplemente para su desempeño en actividades básicas de la vida diaria como levantarse de la cama, una silla, ir al baño, agacharse, etc.

El objetivo de este estudio es comparar la efectividad entre el entrenamiento con ejercicios excéntricos y concéntricos vs el entrenamiento pliométrico con el fin de mejorar la performance física en el adulto mayor y realizar un análisis de calidad metodológica de los artículos utilizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

La siguiente investigación será una revisión sistemática. Para la realización de esta revisión sistemática se seleccionaron los estudios relacionados sobre el tema de investigación mediante una búsqueda en las

siguientes bases de datos: PUBMED-MEDLINE y PEDro. La búsqueda se realizó entre el 5 de octubre y 7 de noviembre de 2023.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BUSQUEDA	RESULTADOS
PUBMED	"Eccentric exercise OR concentric exercise OR plyometric exercise AND aging"	367
PEDro	"Plyometric exercise" AND "Muscle weakness" AND "Gerontology"	4

Tabla 1

CRITERIOS DE INCLUSION

Se incluyeron todos los artículos que apliquen programas de entrenamiento, ya sea con ejercicios excéntricos, concéntricos y pliométricos, en adultos mayores entre 45 y 80 años, tanto mujeres como hombres y que utilicen al menos alguno de las siguientes pruebas de rendimiento físico para comparar resultados: Test de Caminata de 6 minutos (6MWT), caminata rápida en 10 metros, a 5-repetition sit-to-stand (5xSTS) test, 1RM extensión de cuádriceps y el test de fuerza de agarre.

CRITERIOS DE EXCLUSION

Se excluyeron todos los artículos que incluyan dentro de su muestra adultos mayores con comorbilidades como diabetes, cardiopatías, osteoporosis, cáncer, dolor anterior de rodilla y antecedente de lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses.

SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

PUBMED-MEDLINE:

CAJA DE BUSQUEDA:

"Eccentric exercise OR concentric exercise OR plyometric exercise AND aging"

Se encontraron un total de 367 artículos, al aplicar los siguientes límites la lista de resultados se reduce a 45 artículos.

Límites utilizados:

- Edad: entre 45-65 años y + de 65 años.
- Tipos de estudios: Ensayos clínicos, ECA.
- Fecha de publicación: En los últimos 16 años.

En el buscador de PEDro se ha utilizado una búsqueda simple en la cual se utilizaron las siguientes palabras y se utilizó el conector AND. Obteniendo 4 artículos de los cuales se excluyó uno por no ser un ensayo clínico.

- Plyometric exercise
- Muscle weakness
- Gerontology

PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Tras un análisis de los estudios potencialmente relevantes para la revisión, se seleccionaron los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. En la figura 1 se describe como se realizó la selección de los artículos incluidos.

PEDro:

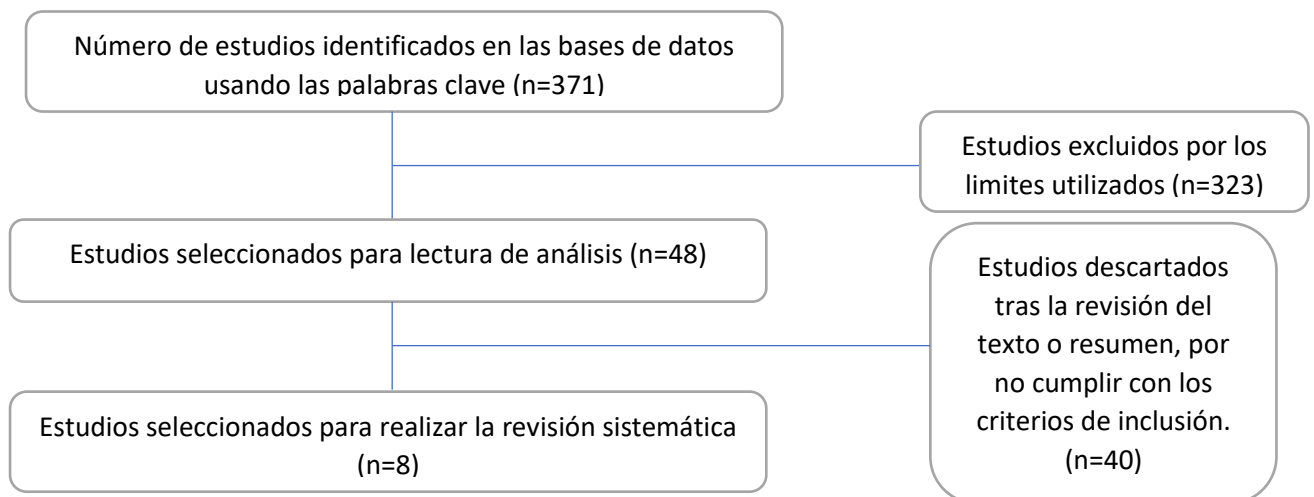


Figura 1. Identificación y proceso de selección, de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

AMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio de la presente revisión es universitario.

EVALUACION DE CALIDAD METODOLOGICA:

Para el presente trabajo se utilizó la evaluación de los ensayos clínicos, utilizando la escala del Physiotherapy Evidence Database (PEDro). La escala PEDro utiliza 11 criterios que evalúan calidad metodológica de estudios controlados

aleatorizados y hace énfasis en dos aspectos: la validez interna (criterios 2 al 9) e información estadística para la interpretación de resultados (criterios 10-11).

RESULTADOS:

Test de Caminata de 6 Minutos (6MWT):

En el estudio de Naczk et al. se observó mejoras significativas en la distancia recorrida durante el 6MWT en los adultos mayores que participaron en un entrenamiento inercial, el cual incluye componentes excéntricos. Esto demuestra que este tipo de entrenamiento no solo mejora la fuerza, sino también la capacidad funcional, particularmente en términos de movilidad prolongada.(7)

Así mismo en el estudio de Diaz et al. se encontraron mejoras tanto en el grupo de entrenamiento excéntrico como en el de resistencia convencional en el 6MWT, lo que indica que ambos tipos de entrenamiento pueden aumentar la capacidad de resistencia aeróbica, fundamental para la movilidad funcional en adultos mayores con sarcopenia.(8)

Caminata rápida en 10 metros:

Según Ramírez-Campillo et al. el entrenamiento de resistencia a alta velocidad mejoró la velocidad de la marcha en esta prueba, en comparación con el entrenamiento de baja velocidad. Esto sugiere que un enfoque en ejercicios más rápidos puede ser más efectivo para mejorar la movilidad rápida, lo cual es crítico en situaciones cotidianas de desplazamiento rápido.(9)

Además de las mejoras en el test de caminata de 6 minutos, Naczk et al. observaron aumentos en la velocidad de la marcha durante el 10-meter walk test, lo que refuerza la efectividad del entrenamiento excéntrico para mejorar no solo la fuerza, sino también la capacidad de movilización rápida, esencial para reducir el riesgo de caídas.(7)

5-Repetition Sit-to-Stand Test (5xSTS):

Aunque el estudio de Zebac et al. no se centró específicamente en el 5xSTS, los resultados relacionados con la mejora en la fuerza explosiva de los músculos extensores sugieren que los ejercicios pliométricos podrían traducirse en mejoras en este test, dado que el levantarse rápidamente de una silla requiere de contracciones rápidas y explosivas de los músculos de las piernas.(10)

El estudio de Diaz et al. no solo mostro efectos positivos en el 6MWT sino que también en el 5xSTS, lo que confirma que el entrenamiento excéntrico es beneficioso para mejorar la fuerza de los miembros inferiores y la funcionalidad general.(8)

1RM Extensión de Cuádriceps:

De acuerdo con el estudio de Váczi et al. se encontraron aumentos significativos en la fuerza máxima (1RM) en la extensión de cuádriceps utilizando ejercicios excéntricos, en combinación con el ciclo de estiramiento-acortamiento, generaron una hipertrofia significativa, lo que indica un aumento considerable en la fuerza muscular en los cuádriceps y otros músculos extensores.(11)

Aunque el foco del estudio de Van Roie et al. era la fuerza dinámica y su medición en 1RM se basó en la extensión de rodilla pero en la prensa (empuje en cadena cerrada) los resultados sugieren que el entrenamiento pliométrico también puede ser efectivo para aumentar la fuerza máxima en la extensión de cuádriceps en cadena abierta, ya que el salto y los ejercicios explosivos involucrados también activan fuertemente este músculo.(12)

Test de Fuerza de Agarre:

Según el estudio de Müller et al. se encontraron mejoras en la fuerza de agarre en el grupo que realizó entrenamiento de alta intensidad combinado con fuerza

tradicional. Esto muestra que tanto el entrenamiento de fuerza como el de potencia contribuyen a mejorar este marcador de fuerza general.(13)

De acuerdo con Soligon et al. el entrenamiento en suspensión (Utilizando el TRX) mejoró la fuerza de agarre de manera similar al entrenamiento de resistencia tradicional, lo que sugiere que este tipo de entrenamiento puede ser tan efectivo como los enfoques convencionales para aumentar la fuerza general en adultos mayores.(14)

Resultados de la evaluación de la calidad metodológica:

El análisis basado en la escala PEDro revela que los estudios evaluados presentan una calidad metodológica moderada, pero con

algunas limitaciones importantes. Los aspectos metodológicos más deficientes incluyen la falta de cegamiento de los sujetos y terapeutas, lo cual es comprensible debido a la naturaleza del entrenamiento físico, pero que aún puede introducir sesgos. Por otro lado, la mayoría de los estudios realizó una asignación aleatoria y utilizó evaluadores cegados, lo que fortalece la validez de sus resultados.

En general, los estudios cumplen con los estándares mínimos para proporcionar evidencia confiable, pero hay margen para mejorar la calidad metodológica, especialmente en el cegamiento y el manejo de los datos perdidos mediante análisis por intención de tratar.

ESTUDIOS PRIMARIOS	PUNTAJE TOTAL
TITULO	
Plyometric exercise improves jumping performance and skeletal muscle contractile properties in seniors	5/10
An age-adapted plyometric exercise program improves dynamic strength, jump performance and functional capacity in older men either similarly or more than traditional resistance training	6/10
High-speed resistance training is more effective than low-speed 2 resistance training to increase functional capacity and muscle 3 performance in older women	5/10
Effects of high-intensity interval training combined with traditional strength or power training on functionality and physical fitness in healthy older men: A randomized controlled trial	5/10
Inertial Training Improves Strength, Balance, and Gait Speed in Elderly Nursing Home Residents	6/10
Effects of eccentric-focused and conventional resistance training on strength and functional capacity of older adults	4/10
Mechanical, hormonal, and hypertrophic adaptations to 10 weeks of eccentric and stretch-shortening cycle exercise training in old males	6/10
Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults	5/10

CONCLUSION

Como conclusión podríamos afirmar que la combinación de ambas modalidades de entrenamiento (pliométrico y excéntrico/concéntrico) podría ofrecer beneficios aún mayores que el uso de una sola modalidad, debido a sus efectos complementarios sobre diferentes aspectos de la funcionalidad y la fuerza muscular en adultos mayores con sarcopenia.

Al combinar el entrenamiento pliométrico, que mejora la fuerza explosiva, el control motor y la capacidad para realizar movimientos rápidos, con el entrenamiento excéntrico/concéntrico, que favorece la hipertrofia muscular, la fuerza máxima y la

resistencia, se podrían maximizar las mejoras tanto en la capacidad funcional como en la prevención de la sarcopenia.

Además, la complementariedad de estos enfoques ayudaría a abordar de manera más integral las necesidades físicas de los adultos mayores, mejorando tanto su potencia muscular como su capacidad para realizar tareas cotidianas y reducir el riesgo de caídas. Así, una intervención mixta que combine estas modalidades podría ser ideal para lograr una mejora más amplia y sostenible de la salud y la funcionalidad en este grupo poblacional.

Referencias Bibliográficas:

1. Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? Semin Fund Esp Reumatol. 1 de enero de 2010;11(1):14-23.
2. Franchi MV, Monti E, Carter A, Quinlan JJ, Herrod PJJ, Reeves ND, et al. Bouncing Back! Counteracting Muscle Aging With Plyometric Muscle Loading. Front Physiol. 2019;10:178.
3. Ramirez-Campillo R, Thapa RK, Afonso J, Perez-Castilla A, Bishop C, Byrne PJ, et al. Effects of Plyometric Jump Training on the Reactive Strength Index in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review with Meta-analysis. Sports Med Auckl NZ. mayo de 2023;53(5):1029-53.
4. Escriche-Escuder A, Fuentes-Abolafio IJ, Roldán-Jiménez C, Cuesta-Vargas AI. Effects of exercise on muscle mass, strength, and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis according to the EWGSOP criteria. Exp Gerontol. agosto de 2021;151:111420.
5. Baker BS, Stannard MS, Duren DL, Cook JL, Stannard JP. Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? A Systematic Review. Clin Orthop. marzo de 2020;478(3):593-606.
6. Wang H, Huang WY, Zhao Y. Efficacy of Exercise on Muscle Function and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenia: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 5 de julio de 2022;19(13):8212.
7. Naczek M, Marszałek S, Naczek A. Inertial Training Improves Strength, Balance, and Gait Speed in Elderly Nursing Home Residents. Clin Interv Aging. 2020;15:177-84.
8. Dias CP, Toscan R, de Camargo M, Pereira EP, Griebler N, Baroni BM, et al. Effects of eccentric-focused and

- conventional resistance training on strength and functional capacity of older adults. *Age Dordr Neth.* octubre de 2015;37(5):99.
9. Ramírez-Campillo R, Castillo A, de la Fuente CI, Campos-Jara C, Andrade DC, Álvarez C, et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol.* octubre de 2014;58:51-7.
 10. Zubac D, Paravlić A, Koren K, Felicita U, Šimunič B. Plyometric exercise improves jumping performance and skeletal muscle contractile properties in seniors. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2019;19(1):38.
 11. Váczi M, Nagy SA, Kőszegi T, Ambrus M, Bogner P, Perlaki G, et al. Mechanical, hormonal, and hypertrophic adaptations to 10 weeks of eccentric and stretch-shortening cycle exercise training in old males. *Exp Gerontol.* 1 de octubre de 2014;58:69-77.
 12. Van Roie E, Walker S, Van Driessche S, Delabastita T, Vanwanseele B, Delecluse C. An age-adapted plyometric exercise program improves dynamic strength, jump performance and functional capacity in older men either similarly or more than traditional resistance training. *PloS One.* 2020;15(8):e0237921.
 13. Müller DC, Boeno FP, Izquierdo M, Aagaard P, Teodoro JL, Grazioli R, et al. Effects of high-intensity interval training combined with traditional strength or power training on functionality and physical fitness in healthy older men: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 1 de julio de 2021;149:111321.
 14. Soligon SD, da Silva DG, Bergamasco JGA, Angleri V, Júnior RAM, Dias NF, et al. Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults. *Eur J Appl Physiol.* octubre de 2020;120(10):2223-32.