

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO EN PERSONAS CON SARCOPENIA: UNA REVISIÓN NARRATIVA

EFFECTS OF THE STRENGTH TRAINING METHOD WITH BLOOD FLOW RESTRICTION IN PEOPLE WITH SARCOPENIA: A LITERATURE REVIEW

Recibido el 22 de julio de 2024 / Aceptado el 11 de diciembre de 2024 / DOI: 10.24310/riccafd.13.3.2024.20319
Correspondencia: Marvyn Moya Ortega. marvin_moya80103@elpoli.edu.co

Moya-Ortega, Marvyn^{1ABCD} Villa Gil Juan Martin^{2BCF} Moya Ortega, Angie^{2BC}

¹ Politecnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Colombia, marvin_moya80103@elpoli.edu.co juan_villa80142@elpoli.edu.co

² Universidad de Valencia, España, Anmor2@uv.es

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

La fuerza muscular es esencial para la funcionalidad y la calidad de vida en adultos mayores, particularmente en aquellos con sarcopenia, una condición asociada al envejecimiento que conlleva la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular. El objetivo de esta revisión fue evaluar los efectos del entrenamiento de fuerza con restricción parcial del flujo sanguíneo (BFR) en adultos mayores con sarcopenia. La búsqueda identificó 4 ensayos clínicos controlados que cumplían con los criterios de inclusión para un total de 147 participantes, demostraron consistentemente que el entrenamiento de fuerza con BFR mejoró la fuerza muscular, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores con sarcopenia. Los resultados indicaron mejoras significativas en la velocidad de marcha, la flexibilidad, el equilibrio y la movilidad, lo que sugiere una mejora general en la funcionalidad física de los participantes, el entrenamiento de fuerza con BFR se mostró como una intervención prometedora para mejorar la salud muscular y el rendimiento físico en adultos mayores con sarcopenia. En conclusión, el entrenamiento de fuerza con BFR tiene el potencial de ser una herramienta valiosa para abordar la sarcopenia en adultos mayores.



■ PALABRAS CLAVE

Entrenamiento de fuerza, restricción del flujo sanguíneo, adulto mayor, sarcopenia.

■ ABSTRACT

Muscle strength is essential for functionality and quality of life in older adults, particularly those with sarcopenia, a condition associated with aging that involves the progressive loss of muscle mass and strength. The objective of this review was to evaluate the effects of blood flow restriction (BFR) strength training in older adults with sarcopenia. The search identified 4 controlled clinical trials that met the inclusion criteria, involving a total of 147 participants. These studies consistently demonstrated that BFR strength training improved muscle strength, muscle mass, and functionality in older adults with sarcopenia. The results indicated significant improvements in walking speed, flexibility, balance, and mobility, suggesting an overall enhancement in the physical functionality of the participants. BFR strength training emerged as a promising intervention for improving muscle health and physical performance in older adults with sarcopenia. In conclusion, BFR strength training can potentially be a valuable tool in addressing sarcopenia in older adults.

■ KEY WORDS

Strength training, blood flow restriction, older adult, sarcopenia.

■ INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza es la intervención principal para la mejora de la masa muscular en los seres humanos (1). Este proceso metodológico ofrece una variedad de métodos aplicables según el objetivo y las características del individuo. Entre los métodos de entrenamiento de fuerza orientados a la hipertrofia muscular se encuentran la sobrecarga progresiva (Progressive Overload), el entrenamiento de alta intensidad (High-Intensity Training), el entrenamiento en volumen (Volume Training), el entrenamiento en circuito (Circuit Training), el entrenamiento en súper conjunto (Superset Training), y el entrenamiento de pirámide (Pyramid Training), entre otros (2). Debido a su adaptabilidad, el entrenamiento de fuerza se recomienda para el tratamiento de diferentes tipos de enfermedades, como la sarcopenia, una enfermedad asociada al envejecimiento (3).



La sarcopenia es una de las patologías más comunes en los adultos mayores (4). Consiste en la pérdida de masa muscular, fuerza y funcionalidad, y está asociada con el sedentarismo o inactividad física, disminución de resistencia, baja velocidad de marcha y, en general, una reducción de la movilidad (5). Estos factores incrementan el riesgo de caídas, lesiones y disminuyen tanto la funcionalidad como la calidad de vida de los adultos mayores (6).

Para el diagnóstico de la sarcopenia el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP2) sugiere realizar pruebas que permitan evaluar las componentes de sarcopenia, es decir, fuerza muscular, masa/calidad muscular además del rendimiento físico ya que esto permite determinar la severidad de la enfermedad. Es por esto que múltiples investigaciones (7,8,9,10), han utilizado pruebas tales como la prueba de fuerza de agarre de las manos, prueba de fuerza al levantarse de una silla y pruebas de velocidad de marcha para evaluar el rendimiento físico. Para la masa muscular lo ideal es una resonancia magnética (11), por su difícil acceso se recomienda el uso de Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) y para la funcionalidad la prueba más utilizada es la marcha de 4 metros. Estas pruebas permiten determinar la severidad según sea el caso, lo cual podría indicar: Probable sarcopenia, sarcopenia o sarcopenia severa (12).

Por otro lado, en los últimos años se ha evidenciado un incremento significativo en la población de adultos mayores de 60 años a nivel mundial, la Organización mundial de la salud (13) estima que con este aumento en la esperanza de vida para el año 2030 una de cada seis personas en el mundo tendrá 60 o más años, lo cual, según la misma OMS, supone implícitamente una mejora de la salud mundial. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el envejecimiento implica una serie de afectaciones o daños moleculares a través del tiempo, esto trae como consecuencia una disminución progresiva en las distintas capacidades físicas del cuerpo (14).

Dentro de los tratamientos para mitigar los efectos de la sarcopenia se tienen los farmacológicos y no farmacológicos, tales como una dieta balanceada, descanso apropiado y actividad física, especialmente entrenamiento de fuerza, ya que este último puede atenuar esta curva de disminución de funcionalidad y favorece la ganancia de fuerza y masa muscular (15).

En lo que respecta al entrenamiento de fuerza, principalmente al ejercicio con sobrecargas (pesas, bandas elásticas), aeróbico y en circuitos, existe evidencia de que generan un efecto positivo en cada una de las variables afectadas por la sarcopenia, es decir, la fuerza, masa muscular y funcionalidad (16). Por otro lado, una técnica que ha dado



resultado en varias poblaciones de personas sanas y de varias edades en cuanto a hipertrofia es el entrenamiento con oclusión vascular o restricción parcial del flujo sanguíneo (BFR) también conocido como “Kaatsu”(17), el cual consiste en usar un manguito de compresión alrededor de las extremidades a las cuales se va a aplicar el estímulo, esta técnica ha mostrado buenos resultados en distintas poblaciones ya que favorece el reclutamiento de fibras musculares tipo II ante cargas de baja intensidad (18).

Esta técnica fue puesta a prueba en un estudio (19), el cual fue completado por 26 pacientes, 16 en el grupo BFR y 10 en el grupo de control (edad media de 27 años; 62% mujeres). Se observó un aumento significativo en la fuerza proximal y distal al torniquete BFR en comparación con la extremidad sin torniquete y el grupo de control ($P < 0,05$). La mejora fue aproximadamente el doble en el grupo BFR. La prueba isocinética mostró mayores aumentos en el torque máximo de extensión de rodilla (3% vs 11%), trabajo total (6% vs 15%) y potencia promedio (4% vs 12%) para el grupo BFR ($P < 0,04$). La circunferencia de la extremidad aumentó significativamente en el muslo (0,8% vs 3,5%) y la pierna (0,4% vs 2,8%) en comparación con el grupo de control ($P < 0,01$). También hubo un aumento significativo de la circunferencia del muslo (0,8% vs 2,3%) y la fuerza de extensión de la rodilla (3% vs 8%) en la extremidad sin torniquete BFR en comparación con el grupo de control ($P < 0,05$). No se notificaron eventos adversos.

Por su parte diferentes autores (16,20) , tras realizar sus respectivos ensayos clínicos controlados con pacientes geriátricos en los cuales se tenía grupo experimental (GE) y grupo control (GC), donde en ambos casos los grupos realizaron los mismos entrenamientos con la única diferencia de aplicar la técnica de oclusión al GE coincidieron en que este tuvo mejoras estadísticamente significativas en las tres variables asociadas al diagnóstico de sarcopenia en comparación con el GC. Con base en lo anterior, la presente revisión de la literatura se realizó con el objetivo de mostrar la evidencia documentada de algunos resultados del entrenamiento de fuerza con BFR en adultos mayores con sarcopenia.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

En esta revisión narrativa se analizaron artículos que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: se consideraron ensayos clínicos controlados que contaban con un grupo experimental y un grupo de control. La población objetivo fueron adultos mayores de 60 años diagnosticados con sarcopenia. La intervención requerida consistió en la aplicación de la técnica de restricción parcial del flujo sanguíneo, con una duración mínima de 6 semanas. Además, los estudios seleccionados



debían informar al menos dos de los siguientes resultados específicos: fuerza muscular, masa muscular o funcionalidad. Se limitó la búsqueda a artículos publicados entre 2017 y 2024 en las bases de datos EBSCO, PUBMED y SCIENCE DIRECT. Para garantizar la calidad de los estudios incluidos, cada artículo debía cumplir con al menos 6 criterios de la escala PEDro. Se excluyeron todos los artículos que no cumplieran con estos criterios.

Estrategia de búsqueda - Proceso de selección

Se buscaron las siguientes palabras claves en diferentes combinaciones usando los operadores booleanos “AND” u “OR”: ((Blood flow restriction training OR kaatsu) AND (Sarcopenia) AND (Aging OR Old OR Elderly) NOT (Young OR ischaemic OR Children)). Los artículos fueron delimitados en el término: “Randomized Controlled Trial, en el idioma de inglés, entre los años 2017 - 2024”. En la búsqueda inicial se encontraron 58 artículos.

De los 58 artículos encontrados, se eliminaron duplicados (n=3), resultando en 55 publicaciones. Posteriormente, se eliminaron los artículos que no fue posible descargar (n=6), quedando 49 artículos. Luego, se eliminaron los artículos donde no se hizo uso de la técnica de oclusión (n=29), dejando un total de 20 artículos. Después, se eliminaron los artículos cuya población no correspondía en edad (60+ años), patología (deben tener sarcopenia) y tiempo de intervención mayor o igual a 6 semanas (n=7), quedando 13 artículos. Finalmente, se eliminaron las publicaciones que no correspondían al tipo de estudio (ensayo clínico aleatorio controlado) (n=9), resultando en una cantidad final de 4 publicaciones.

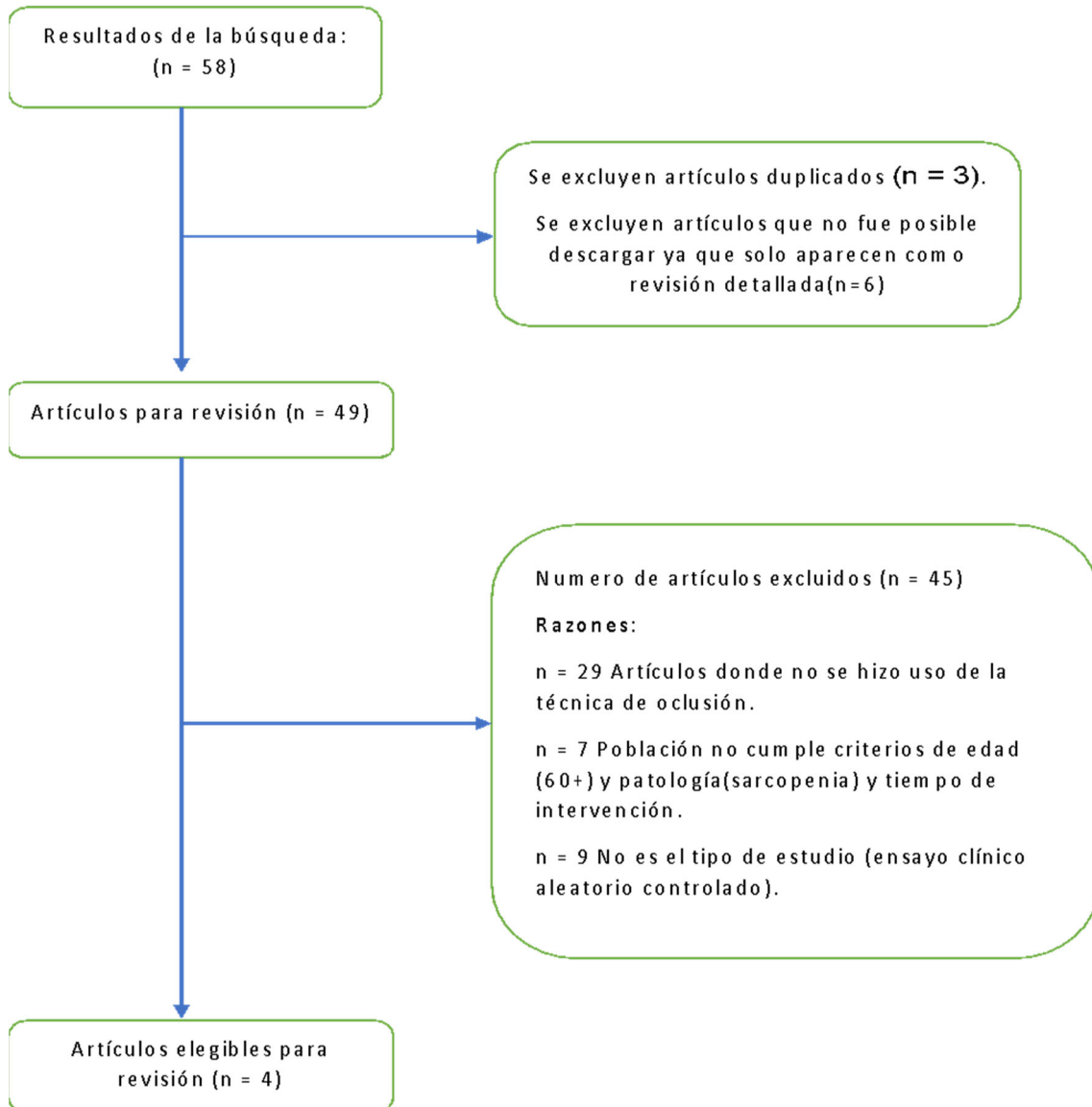


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos

Con el fin de identificar si los ensayos clínicos aleatorios que pasaron los filtros tienen suficiente validez y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables, se ha utilizado la escala PEDro, la cual está basada en la lista Delphi y consiste en una lista de 11 criterios y cuyos resultados se pueden observar a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1. Escala PEDro**

Autor(es)	Título del Artículo	Puntuación escala PEDro
(Chen, et al.)	Efficacy of low-load resistance training combined with blood flow restriction vs. high-load resistance training on sarcopenia among community-dwelling older Chinese people: study protocol for a 3-arm randomized controlled trial	9
(Centner, et al.)	Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men	8
(Bigdeli, et al.)	Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults	9
(Cook, et al.)	Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations	9

■ RESULTADOS

Entre los 4 ensayos clínicos revisados suman un total de 147 personas. Tras la revisión de los cuatro programas de entrenamiento y sus resultados, se pueden identificar varias similitudes clave. En cuanto a la **duración del programa**, todos tienen una duración específica de entrenamiento que varía entre 6, 8 y 12 semanas. Esta estructura temporal proporciona un marco claro para la evaluación de los resultados y la progresión de los participantes.

Respecto a la **frecuencia de entrenamiento**, todos los programas incluyen múltiples sesiones semanales, generalmente dos o tres. Esta frecuencia permite una estimulación muscular adecuada y suficiente tiempo de recuperación, lo cual es fundamental para el desarrollo de la fuerza y la masa muscular.

La **progresión del volumen y la carga** es otro elemento común entre los programas. Todos implementan un aumento progresivo en el volumen de entrenamiento, incrementando entre 20% y 30% de 1RM a la mitad de las intervenciones, también se aumentó el número de series a lo largo del tiempo, comenzando con 1 o 2 series, aumentando al doble a la mitad del periodo de intervención y finalizando con otro aumento del doble, es decir, llegando a la fase final con 4 a 6 series. Además, la carga de entrenamiento se ajusta de manera progresiva en función del rendimiento de los participantes, asegurando así una continua adaptación y mejora de la capacidad muscular.

Cada programa incorpora **ejercicios específicos** dirigidos a diferentes grupos musculares o habilidades funcionales. Esto incluye ejercicios



tanto para los miembros superiores como inferiores, entrenamiento funcional y ejercicios con máquinas de gimnasio. La variedad de ejercicios garantiza un desarrollo muscular equilibrado y la mejora de la funcionalidad general.

Respecto al uso de la **oclusión vascular BFR** como una variable del entrenamiento. Esta técnica implica la aplicación de un manguito en la zona más proximal de las extremidades durante los ejercicios específicos, en los programas de entrenamiento revisados se aplicó con un porcentaje de oclusión del 50%. Los programas que incluyen el BFR ajustan la carga progresivamente basándose en el rendimiento de los participantes. Además, en dos de los programas se utilizan bandas elásticas como una herramienta común. Las bandas elásticas ofrecen una forma versátil y conveniente de aplicar resistencia progresiva, lo que puede mejorar el rendimiento muscular y la fuerza, siendo asequibles y con un bajo riesgo de lesiones.

Cada programa también incluye un **calentamiento** antes de la sesión principal, que consiste en realizar repeticiones con cargas muy bajas para preparar los músculos y reducir el riesgo de lesiones.

Estas similitudes sugieren que, a pesar de las diferencias en los enfoques y variables específicas, todos los programas comparten ciertos principios básicos y estrategias de progresión para mejorar la fuerza y el rendimiento muscular, haciéndolos sostenibles y aplicables a lo largo del tiempo.

En cuanto a los resultados alcanzados en las intervenciones realizadas, se encontró que el BFR demostró ser efectivo en la mejora de variables afectadas por la sarcopenia, como la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad. Las intervenciones evidenciaron un incremento del área de sección transversal (CSA) del músculo del muslo de $6,7 \pm 3,2$ % ($p < 0,001$, IC 95 %: 4,5 - 8,9) y del 4,3% en diferentes intervenciones de (8,10) respectivamente, con aumentos significativos observados en los grupos BFR en comparación con los grupos control. Además, el BFR mostró aumentos significativos en la fuerza para los grupos sometidos a esta técnica.

En términos de funcionalidad, los resultados mostraron mejoras en la velocidad de marcha, la flexibilidad, el equilibrio y la movilidad tras los programas de entrenamiento de acuerdo a la batería corta de rendimiento físico (10). La velocidad al caminar 400 m mejoró en promedio un 4% en toda la muestra ($p = 0,007$), la clasificación categórica de levantarse de la silla mejoró de 2.72 (2.3-3.1) a 3.11 (2.73-3.49) ($p = 0.011$) y el tiempo de caminata de 4 m tendió a mejorar de 3.8 s (3.6-4.0) a 3.6 s (3.4-3.8) ($p = 0.05$) y en la intervención (9), el tiempo en el (test up and go) paso de 10.0 ± 1.4 antes de la intervención a 7.9



± 0.8 post intervención. Estos hallazgos sugieren que el BFR puede ser una estrategia eficaz para mejorar tanto la hipertrofia muscular como la fuerza y funcionalidad, lo cual es beneficioso para el rendimiento físico y la salud muscular en general.

Tabla 2. Resultados del efecto de entrenamiento de fuerza con oclusión vascular

Autor(es)	Año	Título del Artículo	Tipo de Entrenamiento	Efectos del entrenamiento sobre la Sarcopenia
(Chen, et al.)	2021	Efficacy of low-load resistance training combined with blood flow restriction vs. high-load resistance training on sarcopenia among community-dwelling older Chinese people: study protocol for a 3-arm randomized controlled trial	Programa de entrenamiento de 12 semanas con bandas elásticas Thera-band, ejercicios de miembros superiores (flexión y extensión de codo), ejercicios de miembros inferiores (prensa y extensión de rodilla)	Mejora de la masa muscular, fuerza en miembros superiores e inferiores y funcionalidad pulmonar.
(Centner, et al.)	2019	Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men	Programa de 8 semanas de entrenamiento de miembros inferiores, 3 días a la semana con un día por medio entre sesiones.	Mejora en el área de sección transversal del muslo y de fuerza en miembros inferiores.
(Bigdeli, et al.)	2020	Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults	Programa de 6 semanas de entrenamiento funcional que consistía en 11 ejercicios de fuerza en miembros superiores e inferiores	Mejora en masa muscular, fuerza de miembros superiores e inferiores, en funcionalidad y flexibilidad.
(Cook, et al.)	2017	Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations	Programa de entrenamiento de 12 semanas con 2 sesiones por semana, para tren inferior haciendo setated leg extensión (LE) y leg curl machine (LC), y horizontal press machine (LP).	Mejora en la fuerza de miembros inferiores y aumento de masa muscular.

■ DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión narrativa fue determinar los efectos del entrenamiento de fuerza con BFR en adultos mayores con sarcopenia, según estudios publicados entre 2017 y 2024. La sarcopenia es una condición caracterizada por la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular asociada con el envejecimiento, lo que conlleva un mayor riesgo de caídas, fragilidad y discapacidad. El entrenamiento de fuerza con BFR consiste en aplicar una restricción temporal del flujo sanguíneo



a un grupo muscular durante el ejercicio. Esta técnica se ha propuesto como una estrategia prometedora para mejorar la fuerza y la masa muscular en adultos mayores, especialmente en aquellos con sarcopenia.

Los cuatro estudios incluidos en esta revisión narrativa proporcionaron evidencia consistente de que el entrenamiento de fuerza con BFR es efectivo para mejorar la fuerza muscular, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores con sarcopenia. Esta conclusión se basa en la evidencia de que los cuatro estudios aleatorizados controlados (ECA) cumplieron con los criterios de inclusión. Los estudios incluyeron diferentes programas de entrenamiento BFR, pero todos comparten algunas características comunes, como la duración (6-12 semanas), la frecuencia (2-3 sesiones semanales), la progresión del volumen y la carga, la variedad de ejercicios y el uso de la oclusión vascular (50% de restricción del flujo sanguíneo). En todos los estudios, los participantes que completaron un programa de entrenamiento BFR experimentaron aumentos significativos en la fuerza muscular, el área de sección transversal del músculo del muslo y la velocidad de marcha en concordancia con los trabajos de (17,21,22, 23). Además, algunos estudios observaron mejoras en la flexibilidad, el equilibrio y la movilidad.

No obstante, otras investigaciones difieren de estos resultados (24,25,26), quienes en su ensayo clínico dieron cuenta de las posibles limitaciones y fallas en la implementación del entrenamiento BFR y como estas pueden afectar los resultados, sugiriendo que esta técnica no siempre es efectiva y no siempre garantiza mejoras significativas en la fuerza, masa y funcionalidad muscular, y los resultados pueden variar dependiendo de varios factores como la metodología del entrenamiento, la población estudiada y las condiciones específicas del estudio, concluyendo que existe un umbral de carga entre el 20 y el 40 % de 1RM que debe superarse para optimizar el crecimiento muscular (27).

Varios estudios han demostrado que el entrenamiento BFR puede inducir adaptaciones de ganancias de fuerza similares a las obtenidas con el entrenamiento de alta intensidad, pero utilizando cargas mucho más bajas, típicamente entre el 20% y el 30% de la repetición máxima (1RM) (7), este estudio consistió en 3 series de 30-15-15 repeticiones de cada ejercicio, realizadas a una intensidad aumentada del 20 al 30% 1RM con diferentes bandas elásticas Thera-band, Aunque el entrenamiento BFR es efectivo, los estudios han mostrado que los aumentos en la 1RM son generalmente mayores con el entrenamiento de alta intensidad (cargas >70% 1RM) (27). Esto se debe a que el entrenamiento de alta intensidad provoca una mayor tensión mecánica y un mayor reclutamiento de



unidades motoras, factores críticos para las adaptaciones de fuerza máxima. Sin embargo, (28) demostraron que los adultos mayor a 55 años tienen mayor probabilidad de sufrir lesiones en trabajos de fuerza realizados en máquinas que los menores de 54 años.

Respecto al desarrollo de la masa muscular, (8) los estudios revisados muestran de manera consistente que el entrenamiento BFR con cargas bajas es efectivo. Se observó un aumento significativo del CSA en un $6,7 \pm 3,2 \%$ ($p < 0,001$, IC del 95 %: 4,5 - 8,9) y un $5,7 \pm 2,7 \%$ ($p < 0,001$, IC del 95 %: 3,9 - 7,5) en los grupos BFR-suplementado y BFR-placebo, respectivamente. No se observó ningún cambio significativo ($p = 0,124$, IC del 95 %: -0,3 - 2,6) en el grupo control ($+ 1,1 \pm 1,7 \%$). Al comparar estos resultados con otros estudios, (29) el CSA del cuádriceps aumentó significativamente con el tiempo tanto en el grupo que trabajó con cargas altas (pre: $56,9 \pm 14,9 \text{ cm}^2$, post: $61,1 \pm 14,8 \text{ cm}^2$; $p < 0,001$) como en el grupo que trabajó con cargas bajas con BFR (pre: $67,4 \pm 21,5 \text{ cm}^2$, post: $71,4 \pm 22,1 \text{ cm}^2$; $p < 0,001$). No se observaron cambios en el CSA del cuádriceps en el grupo control (pre: $53,6 \pm 16 \text{ cm}^2$, post: $52,7 \pm 15,7 \text{ cm}^2$; $p = 0,395$). Se puede sugerir que el volumen de entrenamiento puede no ser tan eficaz para producir hipertrofia muscular en protocolos BFR como cuando se realizan trabajos de alta carga regular. Esta sugerencia debe abordarse en estudios futuros.

■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

Es importante destacar que esta revisión narrativa tiene algunas limitaciones. Primero, el número de estudios incluidos fue relativamente pequeño. En segundo lugar, hubo una heterogeneidad significativa en los programas de entrenamiento BFR y las variables medidas entre los estudios. Estas limitaciones dificultan la generalización de los hallazgos y sugieren la necesidad de más investigaciones.

■ CONCLUSIONES

En general, la evidencia actual respalda el uso del entrenamiento de fuerza con BFR como una estrategia eficaz para mejorar la fuerza muscular, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores con sarcopenia. Se necesitan más investigaciones para comprender completamente los mecanismos subyacentes del BFR y optimizar su aplicación en la práctica clínica.

Aplicaciones prácticas

Con base en la evidencia disponible, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para la práctica clínica:



- Considerar el entrenamiento de fuerza con BFR como una opción para adultos mayores con sarcopenia.
- Incorporar el BFR en programas de entrenamiento de fuerza existentes para adultos mayores.
- Comenzar con programas de entrenamiento BFR de baja intensidad y progresivamente aumentar la intensidad y el volumen a medida que el paciente se adapta.
- Monitorear de cerca a los pacientes durante el entrenamiento BFR y ajustar la intensidad según sea necesario.
- Proporcionar educación y capacitación a los profesionales de la salud sobre el BFR.

Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza con BFR tiene el potencial de ser una herramienta valiosa para mejorar la salud muscular y el rendimiento físico en adultos mayores con sarcopenia. Con más investigación y desarrollo, el BFR podría convertirse en una parte integral de los programas de ejercicio para esta población.

■ REFERENCIAS

1. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(1):94-103. doi:10.1249/MSS.0000000000001764.
2. Schoenfeld BJ, Ratamas NA, Peterson MD, Contreras B, Sonmez GT, Alvar BA. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2909-2918. doi:10.1519/JSC.0000000000000480
3. Zhao H, Cheng R, Song G, et al. The Effect of Resistance Training on the Rehabilitation of Elderly Patients with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(23):15491. Published 2022 Nov 22. doi:10.3390/ijerph192315491
4. Papadopoulou SK. Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. *Nutrients.* 2020;12(5):1293. Published 2020 May 1. doi:10.3390/nu12051293
5. Gao Q, Hu K, Yan C, et al. Associated Factors of Sarcopenia in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2021;13(12):4291. Published 2021 Nov 27. doi:10.3390/nu13124291
6. Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, et al. Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2019;20(1):28-34. doi:10.1016/j.jamda.2018.09.011



7. Chen, N., He, X., Zhao, G. et al. Efficacy of low-load resistance training combined with blood flow restriction vs. high-load resistance training on sarcopenia among community-dwelling older Chinese people: study protocol for a 3-arm randomized controlled trial. *Trials* 22, 518 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05495-z>
8. Centner C, Zdzieblik D, Roberts L, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men. *J Sports Sci Med.* 2019;18(3):471-478. Published 2019 Aug 1.
9. Bigdeli, S., Dehghaniyan, M. H., Amani-Shalamzari, S., Rajabi, H., & Gahreman, D. E. Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2020; 90, 104110. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104110>
10. Cook, S. B., LaRoche, D. P., Villa, M. R., Barile, H., & Manini, T. M. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology.* 2017; 99, 138-145. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.10.004>
11. Dokpuang D, Zhiyong Yang J, Nemati R, et al. Magnetic resonance study of visceral, subcutaneous, liver and pancreas fat changes after 12 weeks intermittent fasting in obese participants with prediabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2023;202:110775. doi:10.1016/j.diabres.2023.110775
12. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010;39(4):412-423. doi:10.1093/ageing/afq034
13. Organización mundial de la salud. (s. f). Envejecimiento y salud. Recuperado el 11 de 9 de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
14. 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. Published 2020 Aug 25. doi:10.1371/journal.pone.0237921
15. Seo MW, Jung SW, Kim SW, Lee JM, Jung HC, Song JK. Effects of 16 Weeks of Resistance Training on Muscle Quality and Muscle Growth Factors in Older Adult Women with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(13):6762. Published 2021 Jun 23. doi:10.3390/ijerph18136762
16. Kargaran A, Abedinpour A, Saadatmehr Z, Yaali R, Amani-Shalamzari S, Gahreman D. Effects of dual-task training with blood



flow restriction on cognitive functions, muscle quality, and circulatory biomarkers in elderly women. *Physiol Behav.*2021;239:113500. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938421001906>. doi:10.1016/j.physbeh.2021.113500.

17. Kong J, Li Z, Zhu L, Li L, Chen S. Comparison of blood flow restriction training and conventional resistance training for the improvement of sarcopenia in the older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine and Health Science.*2023;5(4):269276. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666337622000798>. doi:10.1016/j.smhs.2022.12.002.

18. Wang J, Liu H, Jiang L. The effects of blood flow restriction training on PAP and lower limb muscle activation: a meta-analysis. *Front Physiol.* 2023;14:1243302. Published 2023 Nov 9. doi:10.3389/fphys.2023.1243302

19. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, et al. Proximal, Distal, and Contralateral Effects of Blood Flow Restriction Training on the Lower Extremities: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health.* 2019;11(2):149-156. doi:10.1177/1941738118821929

20. Centner C, Zdzieblik D, Roberts L, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men. *J Sports Sci Med.* 2019;18(3):471-478. Published 2019 Aug 1.

21. 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 Relat Res.* 2020;478(3):593-606. doi:10.1097/CORR.0000000000001090

22. Letieri RV, Furtado GE, Barros PMN, et al. Effect of 16-week blood flow restriction exercise on functional fitness in sarcopenic women: A randomized controlled trial. *International Journal of Morphology.* 2019;37(1):59-64.

23. Bahamondes-Ávila C, Ponce-Fuentes F, Chahin-Inostroza N, Brachomilic F, Navarrete-Hidalgo C. Entrenamiento de fuerza con restricción parcial del flujo sanguíneo en adultos mayores con sarcopenia. *Revista Cubana de Salud Pública [Internet].* 2020 [citado 18 Jul 2024]; 46 (3) Disponible en: <https://revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/1105>

24. Jessee MB, Buckner SL, Mouser JG, et al. Muscle Adaptations to High-Load Training and Very Low-Load Training With and Without Blood Flow Restriction. *Front Physiol.* 2018;9:1448. Published 2018 Oct 16. doi:10.3389/fphys.2018.01448

25. Buckner SL, Jessee MB, Dankel SJ, et al. Blood flow restriction does not augment low force contractions taken to or near task failure. *Eur J*



Sport Sci. 2020;20(5):650-659. doi:10.1080/17461391.2019.1664640

26. Ida A, Sasaki K. Distinct adaptations of muscle endurance but not strength or hypertrophy to low-load resistance training with and without blood flow restriction. *Exp Physiol.* 2024;109(6):926-938. doi:10.1113/EP091310

27. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018;48(2):361-378. doi:10.1007/s40279-017-0795-y

28. 28. Kerr ZY, Collins CL, Comstock RD. Epidemiology of weight training-related injuries presenting to United States emergency departments, 1990 to 2007. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):765-771. doi:10.1177/0363546509351560

29. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res.* 2015;29(4):1071-1076. doi:10.1519/JSC.0000000000000703