

## Efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores: una revisión sistemática y metaanálisis

Effect of training with restriction of blood flow on strength, muscle mass and functionality in older adults: a systematic review and meta-analysis

Felipe Montoya Castro

Sebastián Salazar Cock

Darwin Exneider Varela Agudelo<sup>1</sup>

Fredy Alonso Patiño Villada<sup>2</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** el envejecimiento se asocia con pérdida de fuerza, masa muscular y funcionalidad, lo que se conoce como *sarcopenia*, la cual se relaciona con una alta incidencia de caídas accidentales observadas en los ancianos, que pueden comprometer su calidad de vida. Diferentes estudios plantean que el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (RFS), en combinación con cargas bajas, puede incrementar las ganancias de fuerza y masa muscular en adultos mayores, a la vez que puede ser un entrenamiento más cómodo y tolerable para esta población, frente al entrenamiento con altas cargas. Sin embargo, los efectos de este sistema de entrenamiento en los adultos mayores aún no son claros. **Objetivo:** determinar el efecto del entrenamiento con RFS sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores. **Método:** revisión sistemática de literatura y metaanálisis. Los estudios se identificaron en bases de datos científicas (PubMed, Embase, Lilacs y EBSCO), a partir de los

<sup>1</sup> Licenciados en Educación Física. Universidad de Antioquia (Colombia).

<sup>2</sup> Docente Investigador, Instituto Universitario de Educación Física. Universidad de Antioquia (Colombia). Correo: [fredy.patino@udea.edu.co](mailto:fredy.patino@udea.edu.co)

siguientes criterios: (a) ensayos clínicos aleatorizados que evaluaran los efectos del entrenamiento con RFS sobre la fuerza, la masa muscular o la funcionalidad en adultos mayores; (b) participantes mayores de 60 años o con un promedio de edad que, menos una desviación estándar, fuera mayor a 58 años. Tres comparaciones fueron hechas para el metaanálisis: (1) cualquier entrenamiento con RFS (E-RFS) vs grupo control (GC); (2) entrenamiento de fuerza con RFS (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza sin RFS (EF); y (3) EF-RFS vs entrenamiento de fuerza con altas cargas y sin RFS (EF-AC). Se reportaron diferencias de medias estandarizadas y sus respectivos intervalos de confianza. La calidad metodológica de los estudios fue evaluada mediante la escala PEDro. **Resultados:** ocho estudios, con un total de 201 participantes, fueron incluidos en la revisión sistemática y en el metaanálisis. De acuerdo con la escala PEDro, los estudios tuvieron una calidad metodológica regular. E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores, comparado contra GC (0.11 [-0.05, 0.28]), sin importar el tipo de entrenamiento (fuerza o aeróbico). Igualmente, sin importar el tipo de entrenamiento, E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de masa muscular en adultos mayores, comparado contra GC (0.20 [-0.05, 0.46]). No hubo diferencias significativas entre EF y EF-RFS sobre ganancia de fuerza en adultos mayores (0.01 [-0.28, 0.25]). EF-AC tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores, comparado con EF-RFS (0.17 [-0.18, 0.51]). Respecto a la funcionalidad, E-RFS tuvo un tamaño del efecto grande sobre los resultados en los test *Up and Go* (1.32 [0.49, 2.14] y *Sit to Stand* (0.78 [0.10, 1.46]) comparado contra GC. **Conclusiones:** el entrenamiento con RFS no representa una ventaja sobre las ganancias de fuerza y masa muscular, comparado con el entrenamiento sin RFS en adultos mayores. Estos resultados no varían según el tipo de entrenamiento realizado con RFS. Sin embargo, el entrenamiento con RFS representa una ventaja para los adultos mayores sobre la disminución del tiempo de ejecución en el *Up and Go* test y el aumento de las repeticiones en el *Sit to Stand* test. Futuros estudios con mayor calidad metodológica son necesarios para determinar cómo las adaptaciones derivadas del entrenamiento con RFS están relacionadas con cambios en la funcionalidad de los adultos mayores.

**Palabras clave:** Restricción del flujo sanguíneo, Adulto mayor, Entrenamiento de fuerza, Masa muscular, Funcionalidad.

## Summary

**Background:** Aging has been associated with a loss of strength, muscle mass and physical function known as *sarcopenia*, which is associated with a high incidence of accidental falls observed among the elderly that can compromise their quality of life. Different studies suggest that blood flow restriction training (BFR) in combination with low loads can increase strength and muscle mass in older people and be a more comfortable and tolerable training for this population than training with high loads. However, the effects of this training system on older adults remains unclear. **Objective:** To determine the effect of BFR training on strength, muscle mass and physical function on older adults. **Method:** Systematic review and meta-analysis. Studies were identified via electronic databases (PubMed, Embase, Lilacs and EBSCO) based on the following inclusion criteria: (a) Randomized controlled trials evaluating the effects of BFR training on strength, muscle mass and physical function on older adults; (b) participants of 60 years of age or over, trials that included younger participants were included if the mean age minus one standard deviation is more than 58 years. Three comparisons were made for the meta-analysis: (1) any training with BFR (BFR-T) vs control group (CG); (2) resistance training associated with BFR (BFR-RT) vs resistance training without BFR (RT) and (3) BFR-RT vs high-load resistance training without BFR (HL). Standardized mean differences and their respective confidence intervals were reported for the meta-analysis. The study quality was assessed with the PEDro scale. **Results:** Eight studies with 201 participants were included in the systematic review and meta-analysis. According to PEDro scale studies had a regular quality. BFR-T had a small non-significant effect size on increasing muscle strength in older adults compared to CG (0.11 [-0.05, 0.28]) regardless of the type of training (resistance training or aerobic training). Likewise, regardless of the type of training, BFR-T had a small non-significant effect size on increasing muscle mass in older adults compared to CG (0.20 [-0.05, 0.46]). There were no significant differences between RT and BFR-RT over strength gains in older adults (0.01 [-0.28, 0.25]). HL had a small non-significant effect size on increasing muscle strength in older adults compared to BFR-RT (0.17 [-0.18, 0.51]). Regarding physical function, BFR-T had a large effect over the time to complete *Up and Go* test (1.32 [0.49, 2.14]) and *Sit to Stand* test (0.78 [0.10, 1.46]) compared to GC. **Conclusions:** BFR training is not an advantage on increasing strength and muscle mass in older adults compared to training without BFR. There are no changes in results depending on the type of training associated with BFR. However, BFR training is an advantage over the time to complete *Up and Go* test and *Sit to Stand* test. Future studies with higher methodological quality are necessary to determine how BFR training adaptations are related to changes in the physical function of older adults.

**Key words:** Blood flow restriction, Older adults, Resistance training, Muscle mass, Physical function.

## 1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud, en la actualidad, la población mundial de 60 años, o más, es de 650 millones, y se calcula que en 2050 alcanzará los 2000 millones, como efecto del aumento de la esperanza de vida. En el contexto de América Latina, de 48 millones de adultos mayores en 2005 (8.8%) se pasará a 114 millones en 2030 (16.3%) (Cortes et al. 2016). Así, el envejecimiento de la población puede considerarse un éxito en las políticas de salud pública, pero a la vez se convierte en un reto para la sociedad mejorar la salud física y la capacidad funcional de las personas mayores (OMS, 2015).

El envejecimiento en los seres humanos se asocia con pérdida de la función neuromuscular y del rendimiento, en parte relacionadas con la reducción de la fuerza y la potencia muscular (Carville et al., 2006), causada por una pérdida de la masa de los músculos esqueléticos y los cambios en la arquitectura muscular (Hunter et al., 2004). Esta condición se conoce como sarcopenia y ocurre de manera universal en todos los seres humanos, con el pasar de los años. El Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP, siglas en inglés), considera la sarcopenia como un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de la masa y la fuerza del músculo esquelético, con riesgo de resultados adversos como discapacidad física, mala calidad de vida y muerte (Cruz et al. 2010). Además, la sarcopenia se ha relacionado con un mayor riesgo de caídas en el adulto mayor (Landi et al. 2012), hospitalización (Vetrano et al. 2014) y altos costos de salud (Janssen et al. 2004).

En este sentido, la mejor manera de prevenir o revertir la sarcopenia es, sin duda alguna, el ejercicio físico y, más concretamente, los ejercicios de fuerza y potencia muscular. Está ampliamente demostrado cómo este tipo de ejercicios produce en el adulto mayor un incremento de la masa muscular, la fuerza y la funcionalidad (Frontera & Bigard 2002; Borde et al., 2015).

Tradicionalmente, el ejercicio físico ha sido utilizado como método preventivo y de rehabilitación en personas sanas o con debilidad muscular, principalmente el entrenamiento de fuerza con altas cargas (70-85 % de 1RM), ya que este ha demostrado su efectividad en la ganancia de fuerza y masa muscular (Garber et al., 2011). Sin embargo, el entrenamiento de fuerza con altas cargas no ha sido completamente cómodo y seguro para adultos mayores o personas frágiles (Liu & Latham, 2010a), por lo cual, en estas poblaciones, el entrenamiento de fuerza con bajas cargas y repeticiones hasta el fallo se convierte en una alternativa, debido a que este entrenamiento puede provocar aumentos significativos de la masa muscular, comparables a los obtenidos con el entrenamiento de altas cargas, teniendo en cuenta que este aún sigue siendo superior para maximizar las adaptaciones de fuerza (Schoenfeld et al., 2015).

Un método alternativo con creciente evidencia científica es el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (RFS), también llamado kaatsu, un entrenamiento que estimula el crecimiento de las fibras del músculo y puede incrementar la hipertrofia y la fuerza muscular mediante el uso de intensidades bajas (Sato, 2005). La restricción del flujo sanguíneo en este tipo de entrenamiento se logra mediante el uso de un cinturón o banda elástica, situado en la parte proximal de la extremidad, la raíz del brazo o la pierna, durante contracciones dinámicas para disminuir el flujo sanguíneo venoso y arterial a través de las extremidades activas (Sato, 2005; Loenneke et al., 2009).

La literatura científica sugiere que hay un gran reclutamiento de fibras musculares de contracción rápida (FT) durante el entrenamiento con RFS, así este se realice con intensidades tan bajas como 20% de 1RM (Moritani et al., 1992). También parece haber un mayor aumento en la secreción de la hormona de crecimiento, producto del entrenamiento con RFS, en comparación con un entrenamiento de baja intensidad de 20% de 1RM sin RFS (Takarada et al., 2000). Aparte de los efectos anabólicos positivos respecto a la hipertrofia muscular mencionados, también cabe resaltar efectos anticatabólicos, tales como la atenuación de la respuesta del cortisol frente al ejercicio (Abe et al., 2006) y la disminución de los niveles de creatinquinasa, reconocido marcador de daño muscular (Thiebaud et al., 2013a).

El ejercicio físico con RFS y bajas cargas ha demostrado su efecto positivo sobre diferentes adaptaciones fisiológicas, como la ganancia de fuerza y la hipertrofia muscular, encontrando estudios realizados en poblaciones como atletas (Takarada et al., 2002), adultos sanos (Laurentino et al., 2012) y adultos mayores (Karabulut et al., 2010). Una alta frecuencia de entrenamiento de fuerza con RFS y bajas cargas (20% de 1RM) tiene resultados semejantes al entrenamiento de fuerza de alta intensidad sobre el incremento de la masa muscular (Yasuda et al., 2005). Igualmente, la combinación del ejercicio aeróbico con la RFS en músculos de cadena inferior, induce la hipertrofia muscular y la ganancia de fuerza a pesar de un nivel mínimo de intensidad en el ejercicio (Abe et al., 2006). Incluso, la RFS sin ningún tipo de ejercicio previene la atrofia muscular durante la etapa inicial de un proceso postoperatorio de rehabilitación clínica musculoesquelética (Takarada et al., 2000).

Una primera revisión sistemática y metaanálisis sobre el entrenamiento de baja carga con RFS, plantea que, en este tipo de entrenamiento, los ejercicios de fuerza tienen mayor efecto sobre el incremento de la fuerza y la masa muscular que los ejercicios de tipo aeróbico; adicionalmente, una frecuencia de 2 a 3 veces por semana tiene mayor efecto sobre la fuerza y la hipertrofia muscular que una frecuencia de 4 a 5 veces por semana (Loenneke et al., 2012).

Slysz et al. (2016), en su revisión, afirman que la adición de la RFS a ejercicios dinámicos de entrenamiento, es efectiva para aumentar la fuerza y el tamaño muscular, si se compara con los ejercicios de baja carga solamente, tanto en ejercicios de fuerza como en ejercicios de capacidad aeróbica. Sugieren que, para obtener mejores efectos sobre la ganancia de la

fuerza, los programas de entrenamiento deben ser mayores a 6 semanas, mientras los resultados significativos en el aumento de la masa muscular se obtienen con programas de más de 8 semanas.

Recientemente, Hughes et al. (2017a), en otra revisión sistemática y metaanálisis, plantean que el ejercicio con RFS y bajas cargas tiene un efecto moderado sobre el incremento de la fuerza, siendo este más efectivo que el entrenamiento con baja carga, pero a la vez menos efectivo que el entrenamiento con altas cargas en cuanto a la ganancia de fuerza muscular. Sugiriendo, así, que el entrenamiento con bajas cargas y RFS puede ser una herramienta potencial durante un proceso de rehabilitación clínica musculoesquelética, mientras el paciente tiene la capacidad de regresar al entrenamiento con altas cargas.

Teniendo en cuenta la importancia del ejercicio en la prevención y tratamiento de distintos trastornos en el adulto mayor, surge la necesidad de estudiar nuevos métodos de entrenamiento que sean más prácticos y efectivos en el momento de implementarse. Es así como el entrenamiento con RFS se convierte en una excelente alternativa para el adulto mayor, al ser más efectivo en la ganancia de fuerza y masa muscular, que el ejercicio de bajas cargas (Loenneke et al., 2012), y más cómodo que el ejercicio con altas cargas (Hollander et al., 2010). Sin embargo, los efectos del ejercicio con RFS sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad de los adultos mayores, aún no son claros. A pesar de que revisiones sistemáticas previas sobre el tema incluyen estudios con adultos mayores (Loenneke et al., 2012; Slysz et al., 2016; Hughes et al., 2017b), no existe una revisión sistemática donde se haga un estudio exclusivo de los efectos de este tipo de entrenamiento sobre la población mayor.

Por esta razón, el objetivo principal de la presente revisión sistemática y metaanálisis fue determinar el efecto del ejercicio con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad, en adultos mayores.

## 2. Método

La presente revisión sistemática y metaanálisis siguió las recomendaciones de los *Ítems Preferenciales de Reporte para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis* (PRISMA) (Urrútia & Bonfill, 2010).

### 2.1 Criterios de elegibilidad

Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados de grupos paralelos, que evaluaron los efectos del entrenamiento con RFS sobre la fuerza, la masa muscular o la funcionalidad en adultos mayores. No se realizó exclusión por idioma de publicación. Los estudios debían involucrar adultos mayores de 60 o más años. Estudios que incluyeron sujetos más jóvenes fueron incluidos, si el promedio de edad menos una desviación estándar era mayor a 58 años. Sólo

fueron incluidos adultos mayores que vivían dentro de la comunidad y que tuvieran independencia funcional. Los estudios que incluyeron adultos mayores que se encontraban en centros geriátricos, hospitales, asilos u hogares para ancianos, fueron excluidos de la revisión. Se excluyeron los ensayos clínicos de tipo cluster o comunitarios, y aquellos que describieron métodos cuasialeatorios durante la asignación. Igualmente, fueron excluidos los estudios que implementaron el entrenamiento con RFS en poblaciones de adultos mayores donde todos los participantes presentaron condiciones clínicas especiales, como accidente cerebrovascular, esclerosis múltiple, Parkinson y demencia.

## 2.2 Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos científicas, desde el primer registro encontrado, hasta abril de 2018: PubMed, Embase, Lilacs y EBSCO. La búsqueda estuvo orientada a encontrar estudios que investigaron el efecto del entrenamiento con RFS sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores. Los términos de búsqueda incluyeron variaciones de palabras relacionadas con RFS, adulto mayor, tipos de ejercicio utilizados con RFS y los posibles efectos del entrenamiento con RFS. En la tabla 1 se visualiza la estrategia de búsqueda utilizada para la base de datos de Pubmed. Seguidamente, se realizó una segunda búsqueda en las referencias bibliográficas de revisiones sistemáticas previas que tuvieran como tema central el entrenamiento con RFS (Loenneke et al., 2012; Slys et al., 2016; Hughes et al., 2017b; Lixandrão et al. 2018).

**Tabla 1.** Estrategia de búsqueda para la base de datos PubMed.

PALABRAS	BÚSQUEDA
<b>Entrenamiento con RFS</b>	"Search (((Blood flow restriction[Title/Abstract]) OR Blood flow restricted[Title/Abstract]) OR Blood occlusion[Title/Abstract]) OR Vascular occlusion[Title/Abstract]) OR Kaatsu[Title/Abstract]"
<b>Masa muscular, fuerza y funcionalidad</b>	"Search (((((((((((((((Muscle mass[Title/Abstract]) OR muscle hypertrophy[Title/Abstract]) OR muscle size[Title/Abstract]) OR muscle volume[Title/Abstract]) OR muscle gain[Title/Abstract]) OR muscle growth[Title/Abstract]) OR lean mass[Title/Abstract]) OR Strength[Title/Abstract]) OR muscular strength[Title/Abstract]) OR muscle strength[Title/Abstract]) OR strength gain[Title/Abstract]) OR Functionality[Title/Abstract]) OR functional capacity[Title/Abstract]) OR muscle function[Title/Abstract]) OR muscle health[Title/Abstract]) OR performance[Title/Abstract]) OR gait speed[Title/Abstract]) OR 30 second Sit to Stand[Title/Abstract]) OR six minute walk test[Title/Abstract]) OR (timed up[Title/Abstract] AND go[Title/Abstract])"
<b>Adulto mayor</b>	, "Search (((senior*[Title/Abstract]) OR elder*[Title/Abstract]) OR old*[Title/Abstract]) OR aged[Title/Abstract]) OR aging[Title/Abstract]) OR community dwelling[Title/Abstract]"



PALABRAS	BÚSQUEDA
ECAs	"Search ((((((Randomized controlled trial[Title/Abstract]) OR Controlled clinical trial[Title/Abstract]) OR Randomized[Title/Abstract]) OR Placebo[Title/Abstract]) OR Clinical trials as topic[Title/Abstract]) OR Randomly[Title/Abstract]) OR Trial[Title/Abstract]"
Todas las anteriores	"Search (((((((((Blood flow restriction[Title/Abstract]) OR Blood flow restricted[Title/Abstract]) OR Blood occlusion[Title/Abstract]) OR Vascular occlusion[Title/Abstract]) OR Kaatsu[Title/Abstract])) AND (((((((((((((((Muscle mass[Title/Abstract]) OR muscle hypertrophy[Title/Abstract]) OR muscle size[Title/Abstract]) OR muscle volume[Title/Abstract]) OR muscle gain[Title/Abstract]) OR muscle growth[Title/Abstract]) OR lean mass[Title/Abstract]) OR Strength[Title/Abstract]) OR muscular strength[Title/Abstract]) OR muscle strength[Title/Abstract]) OR strength gain[Title/Abstract]) OR Functionality[Title/Abstract]) OR functional capacity[Title/Abstract]) OR muscle function[Title/Abstract]) OR muscle health[Title/Abstract]) OR performance[Title/Abstract]) OR gait speed[Title/Abstract]) OR 30 second Sit to Stand[Title/Abstract]) OR six minute walk test[Title/Abstract]) OR (timed up[Title/Abstract] AND go[Title/Abstract])) AND ((((((senior*[Title/Abstract]) OR elder*[Title/Abstract]) OR old*[Title/Abstract]) OR aged[Title/Abstract]) OR aging[Title/Abstract]) OR community dwelling[Title/Abstract])) AND (((((((Randomized controlled trial[Title/Abstract]) OR Controlled clinical trial[Title/Abstract]) OR Randomized[Title/Abstract]) OR Placebo[Title/Abstract]) OR Clinical trials as topic[Title/Abstract]) OR Randomly[Title/Abstract]) OR Trial[Title/Abstract]"

### 2.3 Calidad de los estudios

Dos autores evaluaron de forma independiente la calidad metodológica de los estudios incluidos, y los desacuerdos siempre fueron resueltos por consenso. La calidad metodológica de los estudios fue evaluada mediante la escala PEDro, basada en la lista Delphi (Verhagen et al., 1998). Dicha escala cuenta con 11 criterios. El criterio número 1 (criterios de selección) no se tuvo en cuenta para la puntuación final, debido a que este criterio es usado para establecer la validez externa pero no la validez interna de un estudio. Los estudios con una puntuación de 9 a 10 en la escala PEDro se consideraron de calidad metodológica excelente. Los estudios con unas puntuaciones PEDro de 6 a 8 se consideraron de buena calidad, mientras aquellos con una puntuación de 4 a 5 fueron de calidad regular. Los estudios con una puntuación por debajo de 4 se consideraron de mala calidad. Los autores llegaron a estos términos descriptivos de evaluación de la calidad metodológica mediante consenso, para así intentar simplificar la interpretación de los resultados.

### 2.4 Extracción y análisis de los datos

Dos autores de la revisión sistemática (FM y SS) realizaron una búsqueda de carácter individual y autónoma mediante el título, el resumen y las palabras claves, para determinar la



posible inclusión de los estudios. Al presentarse discrepancias, éstas se resolvieron por consenso mediado por el tercer autor (DV). Posterior a esto, dos autores (FM y DV), a partir del texto completo, evaluaron independientemente los artículos potencialmente elegibles para determinar su inclusión, resolviendo cualquier desacuerdo mediante consenso con el tercer autor (SS). Los autores extrajeron la información de manera independiente, utilizando un formulario estructurado que facilitó su posterior análisis.

## 2.5 Análisis estadístico

Teniendo en cuenta que no hay unidad de medida única para cada variable de interés de la presente revisión, la masa muscular, la fuerza y la funcionalidad fueron reportadas como diferencias de medias estandarizadas (DME) con su correspondiente intervalo de confianza (IC) del 95%. El tamaño del efecto fue fijado en  $<0,40$ = pequeño,  $0,40-0,70$ = medio y  $>0,70$ = grande (Higgins & Green, 2011).

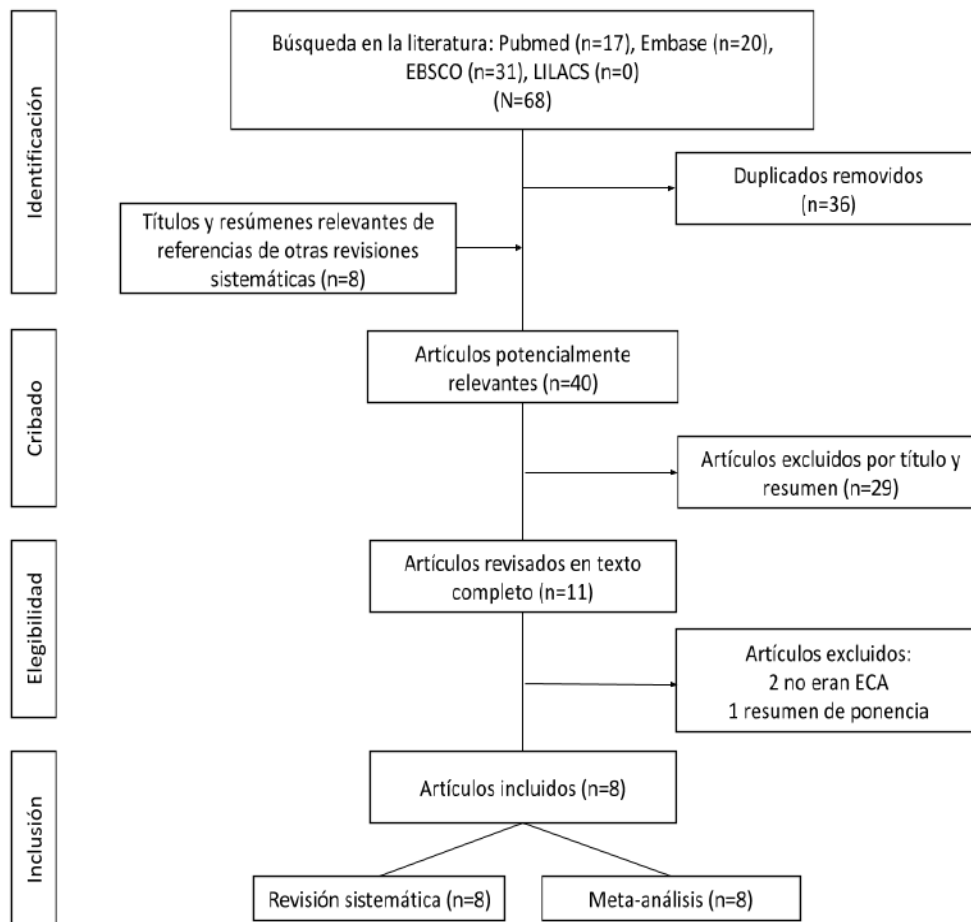
La combinación, o no, de los resultados de los estudios, se realizó a partir de la evaluación de la heterogeneidad clínica y metodológica. Se evaluó la heterogeneidad estadística por medio de la prueba  $\text{Chi}^2$  (con un nivel de significancia de  $P \leq 0.10$ ), y mediante la prueba de inconsistencia  $I^2$ . Los resultados de la prueba  $I^2$  fueron interpretados de la siguiente forma: 0% a 40% no es importante, 30% a 60% representa heterogeneidad moderada, 50 a 90% representa heterogeneidad considerable, y 75% a 100% representa heterogeneidad muy considerable (Higgins & Green, 2011).

Para el metaanálisis, se utilizó un modelo de efectos aleatorizados debido a diferencias entre los estudios alrededor de parámetros como la duración del programa de entrenamiento, la frecuencia, el volumen y la intensidad de la carga. Mediante el uso del software Review Manager 5.3 (RevMan 5.3) fueron hechas tres comparaciones para el metaanálisis: (1) cualquier entrenamiento con RFS (E-RFS) vs grupo control (GC) (Subgrupos: entrenamiento de Fuerza y entrenamiento aeróbico); (2) entrenamiento de fuerza con RFS (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza sin RFS (EF); y (3) EF-RFS vs entrenamiento de fuerza de alta carga sin RFS (EF-AC). Los datos no disponibles para el metaanálisis se obtuvieron mediante el contacto virtual con tres autores (Libardi et al., 2015; Clarkson et al., 2017; Cook et al., 2017).

### 3. Resultados

La búsqueda inicial en las bases de datos produjo un total de 68 artículos, de los cuales se eliminaron 38 por ser duplicados. A partir de las referencias bibliográficas de revisiones sistemáticas previas, se eligieron ocho títulos y resúmenes relevantes, para un total de 40 artículos potencialmente elegibles. De estos 40 artículos, 29 fueron excluidos luego de la revisión por título y resumen, quedando un total de 11 artículos para la revisión por texto completo. Por medio de la lectura de los textos completos se excluyeron tres artículos; dos, por no ser ensayos clínicos con asignación al azar (Ozaki et al. 2011; Yasuda et al., 2015) y uno por ser resumen de una ponencia (Cook et al., 2015). Finalmente, se eligieron ocho artículos para su inclusión en la revisión sistemática y metaanálisis (Abe et al., 2010; Clarkson et al., 2017; Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Ozaki et al., 2011b; Patterson & Ferguson, 2011; Vechin et al., 2015; Yokokawa et al., 2008). El proceso de búsqueda es descrito en la figura 1.

**Figura 1** Flujograma del proceso de búsqueda



### 3.1 Características de los participantes

Los ocho estudios identificados que cumplieron los criterios de inclusión para la revisión sistemática y metaanálisis incluyeron 201 participantes entre 57 y 80 años. Un estudio incluyó solo mujeres (Ozaki et al., 2011b), mientras los otros incluyeron tanto hombres como mujeres. Todos los participantes eran adultos mayores, aparentemente sanos. Todos los estudios, excepto el de Clarkson et al. (2017), evaluaron la fuerza en un total de 182 participantes; cinco estudios, con un total de 121 sujetos, hicieron alguna evaluación de la masa muscular (Abe et al., 2010; Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Ozaki et al., 2011b; Vechin et al., 2015), mientras cinco estudios, con un total de 143 participantes, consideraron los cambios en la funcionalidad derivados del entrenamiento con RFS (Abe et al., 2010; Clarkson et al., 2017; Cook et al., 2017; Ozaki, et al. 2011b; Yokokawa et al., 2008). Cuatro estudios reportaron la ausencia de eventos adversos en la población entrenada con RFS (Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Patterson & Ferguson, 2011; Yokokawa et al., 2008). Los otros estudios no reportaron la presencia o ausencia de eventos adversos (Abe et al., 2010; Clarkson et al., 2017; Ozaki, Sakamaki, et al., 2011b; Vechin et al., 2015) (Tabla 2).

En los estudios incluidos, la RFS fue usada en combinación con entrenamiento de fuerza de baja carga (Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Patterson & Ferguson, 2011; Vechin et al., 2015; Clarkson et al., 2017), ejercicios con el propio peso corporal (Yokokawa et al., 2008) y entrenamiento de caminata de intensidad baja y moderada (Abe et al., 2010; Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b). La intensidad del ejercicio con RFS estuvo entre 20-30% de 1RM para el entrenamiento de fuerza, y entre 45% de la frecuencia cardíaca de reserva y 4km/h para el entrenamiento aeróbico. La RFS fue lograda usando manguitos de presión arterial, bandas elásticas y cinturones de presión kaatsu master entre 4,5 y 18 cm de ancho. La presión de oclusión usada en los estudios estuvo en un rango de 60 a 209 mmHg. Los estudios seleccionaron la presión basados en investigaciones previas, en la presión de oclusión total de la extremidad o en la presión arterial sistólica. La intervención de entrenamiento con RFS tuvo una duración de 4 a 12 semanas, con una frecuencia de 2 a 6 sesiones de entrenamiento por semana (Tabla 2).

En el grupo control de los ocho estudios incluidos, los participantes realizaron entrenamiento de caminata sin RFS (Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b), entrenamiento de fuerza de alta carga sin RFS (Cook et al. 2017; Libardi et al. 2015; Vechin et al. 2015), entrenamiento de fuerza de baja carga sin RFS (Patterson & Ferguson, 2011), ejercicios de equilibrio dinámico sin RFS (Yokokawa et al., 2008) y no ejercicio mediante actividades de la vida diaria (Abe et al., 2010).

### 3.2 Medidas de resultado

La fuerza muscular fue evaluada mediante la medición de la fuerza isotónica máxima usando el test 1RM (kg) (Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Patterson & Ferguson, 2011; Vechin et al., 2015). Algunos estudios midieron la fuerza máxima isométrica (N/m) (Abe et al., 2010; Ozaki et al., 2011b; Patterson & Ferguson, 2011; Yokokawa et al., 2008), y otros, la fuerza máxima isocinética (N/m) (Abe et al., 2010; Cook et al., 2017; Ozaki et al., 2011b; Patterson & Ferguson, 2011). Un solo estudio midió la fuerza de agarre mediante dinamómetro (kg) (Yokokawa et al., 2008). El tamaño muscular fue evaluado mediante la examinación del área transversal del músculo (Cm<sup>2</sup>) (Abe et al., 2010; Cook et al., 2017; Libardi et al., 2015; Ozaki et al., 2011b; Vechin et al., 2015), la masa muscular (kg) (Abe et al., 2010) y el volumen muscular (Cm<sup>3</sup>) (Ozaki et al., 2011b; Clarkson et al., 2017). Un estudio evaluó la funcionalidad mediante los test tiempo de reacción, 10 metros de caminata, prueba funcional de alcance y equilibrio sobre una pierna (Yokokawa et al., 2008). Otro estudio implementó los test seis minutos de caminata y la prueba modificada *Queen's College step* (Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b). También fueron empleadas la prueba de 400 metros de caminata y la batería corta de rendimiento físico (Cook et al., 2017). Dos estudios utilizaron el *Sit to Stand test* (Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b), mientras tres estudios midieron los resultados del *Up and Go test* (Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b; Yokokawa et al., 2008) (Tabla 1).

**Tabla 2** Resumen de las características de los estudios incluidos en la revisión sistemática y metaanálisis

Referencia	Población	Intervención	Mecanismo de Oclusión	Masa muscular	Fuerza	Funcionalidad
Abe et al., 2010.	Adultos mayores de 60 a 78 años (n=19).	Grupo 1: (n=11) caminata con RFS, 6 semanas, 5 días por semana de 20 minutos de caminata en banda a 67m/min. Grupo 2: (n=8) control de no ejercicio.	Material: cinturones Kaatsu. Presión: 160 a 200 mmHg.	La CSA del muslo ↑5,8% (p<0,05) en RFS y ↓0,1% en control. La CSA de la pierna ↑5,1% (p<0,05) en RFS y ↓1,5% en control. La masa muscular esquelética del muslo ↑10,7% (p<0,01) en RFS y ↓2,9% en control. La masa muscular esquelética total ↑6,0% (p<0,01) en RFS y ↓2,1% en control.	Fuerza isométrica en extensión de rodilla ↑11,8% (p<0,05) en RFS y ↓2,1% en control. Fuerza isocinética de extensión de rodilla ↑7.1% (p<0,05) en RFS y ↓4,1% en control. Fuerza isocinética de flexión de rodilla ↑16,1% (p<0,01) en RFS y ↓3,4% en control.	↑STS y ↓UAG (p<0,05) en RFS.
Clarkson et al., 2017.	Adultos mayores entre 60–80 años. (n=19)	Duración: 6 semanas, 4 entrenamientos semanales y 24 sesiones en total. Grupo 1: (n=9) grupo control caminata sin RFS. Grupo 2: (n=10) grupo de caminata con RFS. 667 m durante 10 min a una velocidad de 4km por hora.	Material: Bandas elásticas. Ancho:10.5 cm. Presión: 60% de LOP.	No evaluado.	No evaluado.	STS ↑28 % (p < 0,001) en RFS y ↑ 8 % en control (p< 0,001). SMWT ↓9% en RFS y ↓2% en Control. UAG ↓12% en RFS Y ↓5% en control.
Cook et al., 2017.	Adultos mayores de 65 a 75 años (n= 36)	Grupo 1: EF-AC (n=12), 2 veces por semana, durante 12 semanas, 70% 1RM. Grupo 2: EF-RFS (n=12) 2 veces por semana, durante 12 semanas, ejercicio de flexores y extensores de rodilla, 30% 1RM 3 series hasta el fallo. Grupo 3: Grupo Control (n=12), entrenamiento en CCS y flexibilidad.	Material: torniquetes neumáticos. Ancho: 6 cm. Presión: 184 ± 25 mmHg.	CSA ↑ 4,3% en RFS, estas mejoras fueron mayores que las experimentadas por el grupo CON (p < 0,05). CSA ↑ 3,6% en EF-AC.	↑ En todas las pruebas de 1RM (p<0,05) (promedio de 26%) en EF-AC. ↑1RM en las pruebas de LE y LP (24% y 12%, respectivamente) en RFS.	↑ VM400m 4% (p=0,007) para RFS. SPPB no cambió en ningún grupo a lo largo del estudio (p = 0,33).

Referencia	Población	Intervención	Mecanismo de Oclusión	Masa muscular	Fuerza	Funcionalidad
Libardi et al., 2015.	Adultos mayores entre 64,7 ± 4,1 años. (n=25)	Grupo 1:(n=8) CT, entrenamiento de resistencia 12 semanas, 2 días por semana durante 30-40 min al 50-80 % VO <sub>2</sub> peak y entrenamiento de Fuerza 12 semanas, 2 días por semana, prensa de piernas, 4 series de 10 rep al 70-80% de 1RM con 60 s de descanso. Grupo 2: CT con RFS, (n=10) entrenamiento de resistencia similar a CT, pero entrenamiento de fuerza con RFS 12 semanas, 2 días por semana, prensa de piernas, 1 serie de 30 y 3 series de 15 repeticiones al 20-30 % de 1-RM con 60 s de descanso. Grupo 3: Control (n=7).	Material: manguito de presión arterial. Ancho: 175 mm o 17,5 cm. Presión: 50% de PATM (67 ± 8.0 mmHg).	↑ CSA en CT y RFS de manera significativa desde antes hasta después de la prueba (7,3%, p <0,0001 y 7,6%, p <0,0001, respectivamente). No se observaron diferencias entre los grupos en la prueba posterior (p> 0.05).	↑1-RM en CT y RFS de manera significativa de antes a después de la prueba (38,1%, p <0,001 y 35,4%, p = 0,001 respectivamente).  No se detectaron diferencias entre los 2 grupos en la prueba posterior (p> 0.05).	No evaluado.
Ozaki et al., 2011b.	Mujeres mayores de 57 a 73 años (n=18).	Grupo 1: (n=10), caminata con RFS, 10 semanas, 4 días/semana de 20 minutos de caminata en banda al 45% de FCR. Grupo 2: (n=8), control, entrenamiento de caminata 10 semanas, 4 días/semana de 20 minutos de caminata en banda al 45% de FCR.	Material: Cinturones kaatsu. Ancho: 5 cm. Presión: 160-200 mm Hg.	CSA del muslo ↑3,1% en RFS (p<0,01) y ↑0,1% en control La CSA del cuádriceps ↑3,0 % en RFS (p<0,01) y ↓1,6 % en control. El volumen muscular del muslo ↑3,7% en RFS (p<0,01) y ↓0,1 % en control. El volumen muscular del cuádriceps ↑2,7 % en RFS (p<0,01) y ↓0,6% en control.	Fuerza isométrica en extensión de rodilla ↑5,9% en RFS y ↑1,6% en control. Fuerza isocinética de extensión de rodilla a 180° por segundo ↑2.9% (p<0,05) en RFS y ↓1,9% en control. Fuerza isocinética de flexión de rodilla a 180° por segundo ↑22,3% (p<0,01) en RFS y ↓4,2% en control.	UAG ↓10,7% (p<0,05) en RFS y ↓0,1% control. STS ↑20,5% en RFS y ↑7,5% en control.

Referencia	Población	Intervención	Mecanismo de Oclusión	Masa muscular	Fuerza	Funcionalidad
Patterson & Ferguson, 2011.	Adultos mayores de 62 a 73 años (n=10).	Entrenamiento 1: (n=10), 4 semanas, 3 días por semana, 3 series hasta el fallo de flexión plantar unilateral con RFS al 25% 1RM. Entrenamiento 2: (n=10), 4 semanas, 3 días por semana, 3 series hasta el fallo de flexión plantar unilateral sin RFS al 25% 1RM.	Material: medidores de tensión de mercurio. Presión: 110 mmHg.	No evaluado.	1RM ↑13,51% (p<0,05) en RFS y ↑3,33% en control. MVC ↑17,65 % (p<0,05) en RFS y ↑3,26% en control. Fuerza isocinética a 0,52 rad/s ↑15,66% (p<0,05) en RFS (p<0,05), sin cambios significativos en control. Fuerza isocinética a 1,05 rad/s ↑11,29% en RFS y ↑4,55% en control sin diferencias significativas entre los grupos. Fuerza isocinética a 2,09 rad/s ↑9,76% en RFS y ↑2,22% en control sin diferencias significativas entre los grupos.	No evaluado.
Vechin et al., 2015.	Adultos mayores entre 64.04 ± 3.81 años (n=23).	Grupo 1: (n=7), control, 12 semanas de actividades de la vida diaria. Grupo 2: (n=8), EF-AC, 12 semanas, 2 sesiones por semana, 4 x 10 repeticiones, 70-80% 1RM. Grupo 3: (n=8) EF-RFS, 12 semanas, 2 sesiones por semana, 4 series (1 x 30 y 3 x 15 repeticiones), 20-30% de 1RM.	Material: Bandas elásticas. Ancho: 18 cm. Presión: 50% de PATM (71 ± 9 mm Hg.)	CSA ↑7,38% en EF-AC (p=0,001) y ↑5,93%, (p=0,001) en RFS. Control no tuvo cambios significativos (↓1,68%, p< 0,395).	1RM ↑ 50,28 % en EF-AC y ↑ 15,75% en RFS (p=0,001 y p = 0,067 respectivamente). Control no tuvo cambios significativos (↓9,38% p=0,998.)	No evaluado.



Referencia	Población	Intervención	Mecanismo de Oclusión	Masa muscular	Fuerza	Funcionalidad
Yokokawa et al., 2008	Adultos mayores de 65 a 79 años (n=51).	Grupo 1: (n=24) EF-RFS, dos veces por semana, 8 semanas de la combinación de 6 ejercicios diferentes con el propio peso corporal por 45 min. Grupo 2: DBE (n=27), 1 vez por semana, 8 semanas de la combinación de 5 ejercicios de equilibrio dinámico por 90 minutos.	Material: Cinturones elásticos. Ancho: 45 mm o 4,5cm. Presión: 70 a 150 mmHg.	No evaluado.	Extensión izquierda de rodilla ↑20,38 % en RFS, el cual fue significativo respecto a DBE (↓ 3,78 %) (p< 0,001). Extensión derecha de rodilla ↑6,93% en RFS, el cual fue significativo respecto a DBE (↓5,43%)(p= 0,007) . Fuerza de agarre izquierda ↑6,93% en RFS, el cual no fue significativo con respecto a DBE (↑ 2,77 %) (p=0,63). Fuerza de agarre derecha ↑4,14% en RFS y 0,00% en DBE sin significancia estadística. (p=0,26).	El tiempo de reacción ↓12,14% (p=0,18) en RFS y ↓5,06% en DBE. El UAG ↓15,28% (p< 0.001) en RFS y ↑5,80% en DBE. 10mWT ↓9,43% (p=0,64) en RFS y ↓8,77% en DBE. FRT ↑9,35% (p=0,29) en RFS y ↑4,15% en DBE.
1RM, una repetición máxima; T 10mWT, tiempo de caminata en 10 metros; FRT, test funcional de alcance; CSA, área de sección transversal; MVC, contracción voluntaria máxima; CCS, Cadena Cinética Superior; LE, extensión de rodilla; LC, Curl de pierna; LP; prensa de piernas; LOP, presión de oclusión de la extremidad; STS, <i>Sit to Stand</i> test; UAG, <i>Up and Go</i> test, SMWT, tiempo en seis minutos de caminata; PATM, presión arterial tibial máxima; FCR, frecuencia cardiaca de reserva; CT, entrenamiento concurrente; DBE, ejercicio de equilibrio dinámico.						

### 3.3 Calidad de los estudios

De acuerdo a la escala PEDro, el promedio de la calidad metodológica de los estudios fue 5,1 (SD 0,8) de 10. La puntuación más baja para un estudio fue 4 y la más alta fue 6. Tres estudios fueron categorizados como de buena calidad (Abe et al., 2010; Cook et al., 2017; Patterson & Ferguson, 2011), y los cinco restantes tuvieron una calidad metodológica regular (Clarkson et al., 2017; Libardi et al., 2015; Ozaki et al., 2011b; Vechin et al., 2015; Yokokawa et al., 2008). Todos los estudios cumplieron los criterios de asignación aleatoria, grupos similares en la línea de base, informe de las comparaciones estadísticas entre grupos y proporción de medidas puntuales y de variabilidad, para al menos un resultado clave. Sin embargo, todos los estudios fallaron en los criterios de asignación oculta y cegamiento de los participantes, evaluadores y terapeutas. Una descripción detallada de los puntajes obtenidos en la escala PEDro es presentada en la Tabla 3.

### 3.4 Metaanálisis

Diferentes letras para un mismo estudio fueron usadas para representar diferentes protocolos al evaluar la fuerza, la masa muscular o la funcionalidad. La prueba de inconsistencia  $I^2$  (0%) y la prueba  $\text{Chi}^2$  ( $P \geq 0,10$ ) revelaron heterogeneidad mínima en los resultados de todos los metaanálisis realizados.

#### 3.4.1 Fuerza

Siete estudios que investigaron las ganancias de fuerza entre cualquier entrenamiento con RFS (E-RFS) vs grupo control (GC) fueron incluidos en un primer metaanálisis (figura 2). Un total de 25 comparaciones fueron consideradas en el análisis. E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores, comparado contra GC (0.11 [-0.05, 0.28]). Este resultado no varió al hacer un análisis por subgrupos (figura 3) entre las personas que entrenaron fuerza con RFS (0.14 [-0.06, 0.33]) y las que entrenaron aeróbico con RFS (0.07 [-0.27, 0.41]).

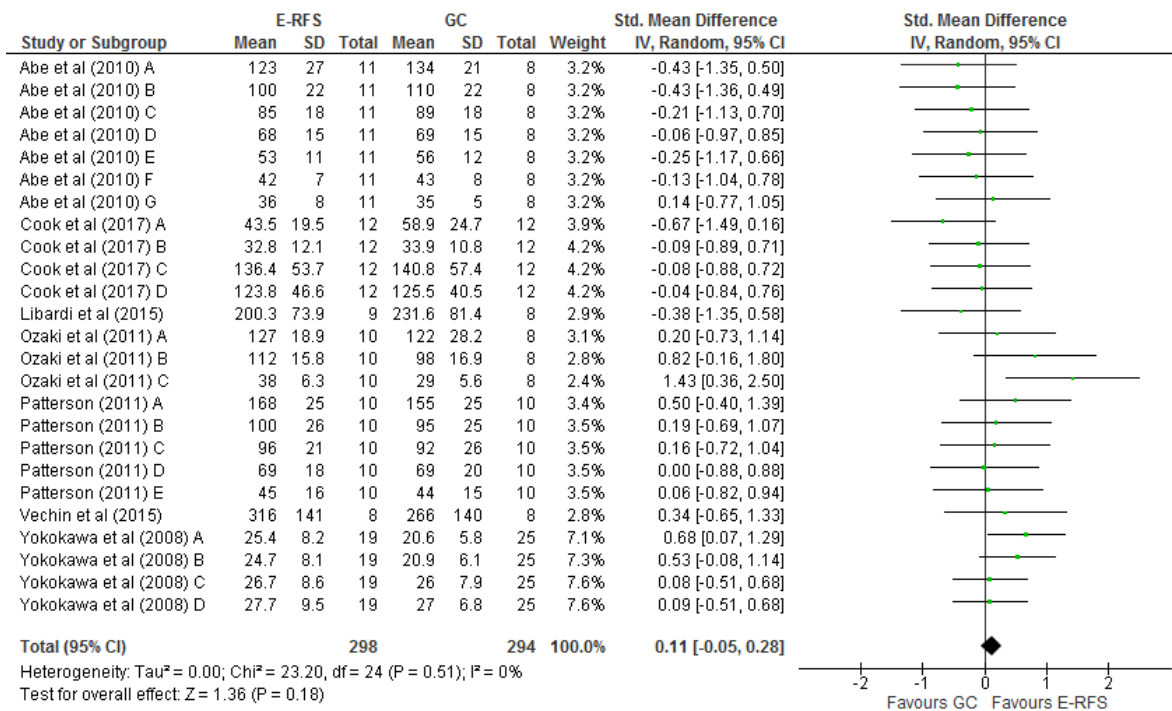
Un segundo metaanálisis reunió cuatro estudios evaluando el efecto sobre las ganancias de fuerza entre el entrenamiento de fuerza con RFS (EF-RFS) vs cualquier entrenamiento de fuerza sin RFS (EF) (figura 4). No hubo diferencias significativas entre EF y EF-RFS sobre ganancia de fuerza en adultos mayores (0.01 [-0.28, 0.25]).

Finalmente, tres estudios reunieron los datos suficientes para comparar EF-RFS vs el entrenamiento de fuerza de alta carga sin RFS (EF-AC) (figura 5). EF-AC tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores comparado con EF-RFS (0.17 [-0.18, 0.51]).

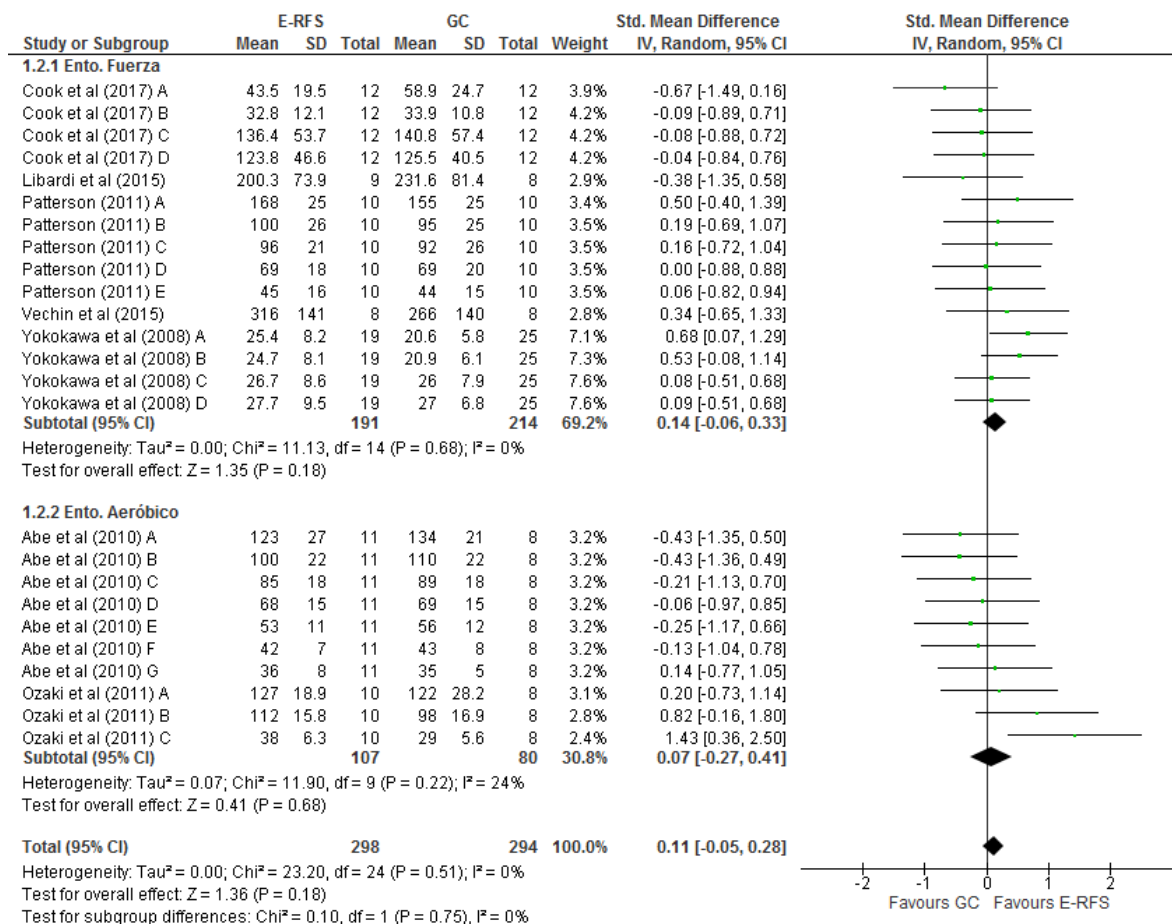
**Tabla 3.** Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Puntuación de los estudios incluidos.

Criterios												
Estudio	Criterios de selección	Asignación aleatoria	Ocultamiento de la asignación	Comparabilidad de línea de base	Cegamiento de participantes	Cegamiento de terapeutas	Cegamiento de evaluadores	Seguimiento	Análisis por intención de tratar	Comparaciones entre grupos	Estimaciones puntuales y variabilidad	Total
Yokokawa et al., 2008.	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Abe et al., 2010.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Patterson & Ferguson, 2011.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Ozaki et al., 2011b.	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Vechin et al., 2015.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Libardi et al., 2015.	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Cook et al., 2017.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Clarkson et al., 2017.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Promedio												5,13
SD												0,83

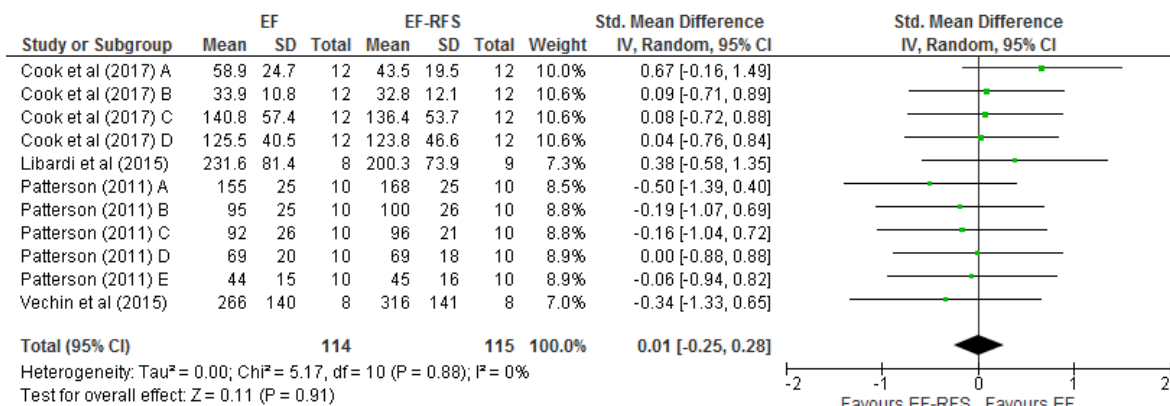
1 indica una calificación de "sí", 0 indica una calificación de "no".



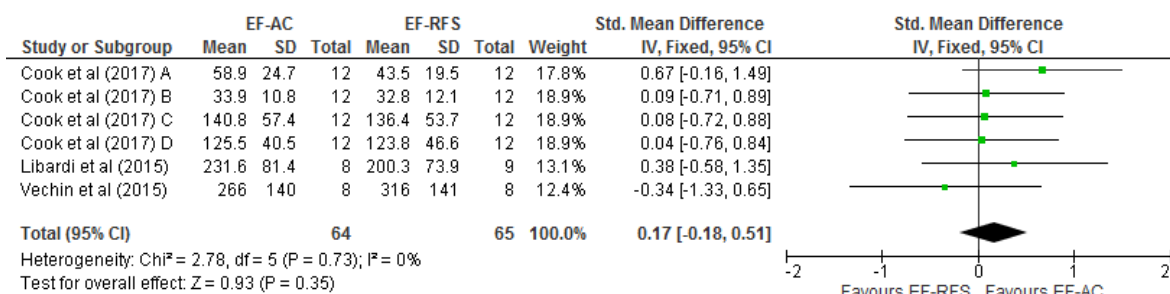
**Figura 2.** Forest Plot que representa el efecto sobre la fuerza entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.



**Figura 3.** Forest Plot que representa el efecto sobre la fuerza entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC) de acuerdo al tipo de entrenamiento: entrenamiento de fuerza y entrenamiento aeróbico. Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.



**Figura 4.** Forest Plot que representa el efecto sobre la fuerza entre entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza sin restricción del flujo sanguíneo (EF). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.

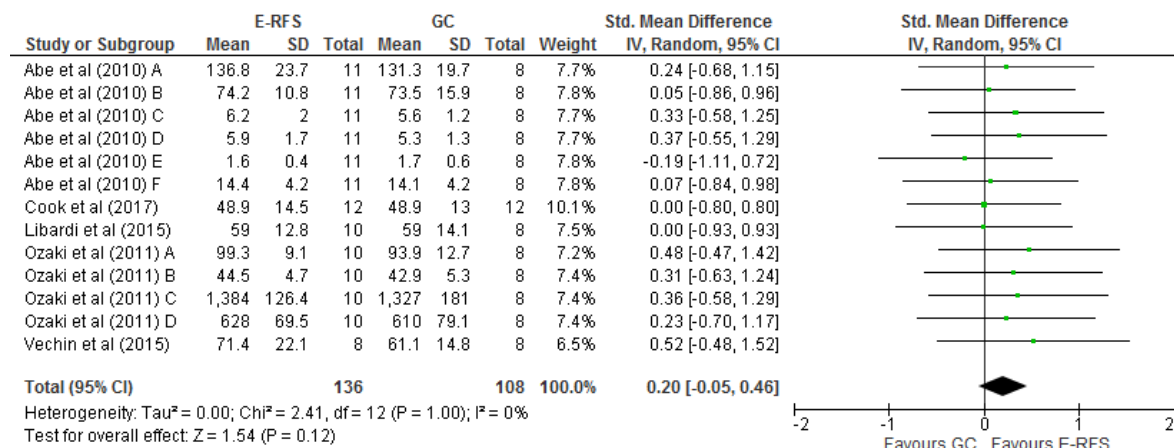


**Figura 5.** Forest Plot que representa el efecto sobre la fuerza entre entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza de alta carga y sin restricción del flujo sanguíneo (EF-AC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.

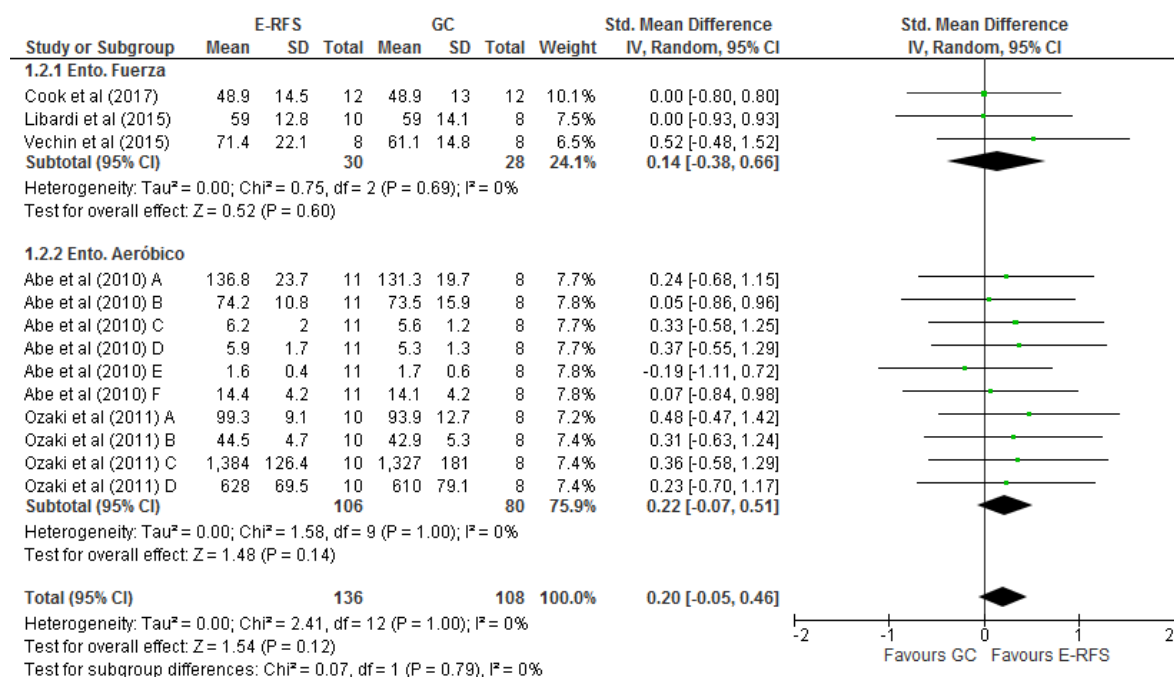
### 3.4.2 Masa muscular

Cinco estudios, dos de ellos con diferentes protocolos para evaluar la masa muscular, permitieron realizar trece comparaciones entre E-RFS vs GC (figura 6). E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de masa muscular en adultos mayores, comparado contra GC (0.20 [-0.05, 0.46]). Este resultado no varió al hacer un análisis por subgrupos (figura 7) entre las personas que entrenaron fuerza con RFS (0.14 [-0.38, 0.66]) y las que entrenaron aeróbico con RFS (0.22 [-0.07, 0.51]).

En un segundo metaanálisis sobre las ganancias de masa muscular, tres estudios compararon EF-RFS vs EF-AC (figura 8). EF-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de masa muscular en adultos mayores comparado contra EF-AC (0.14 [-0.38, 0.66]).



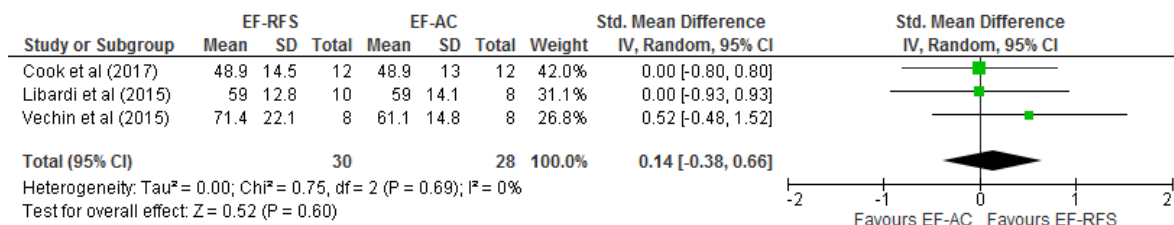
**Figura 6.** Forest Plot que representa el efecto sobre la masa muscular entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.



**Figura 7.** Forest Plot que representa el efecto sobre la masa muscular entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC) de acuerdo al tipo de entrenamiento: entrenamiento



de fuerza y entrenamiento aeróbico. Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.



**Figura 8.** Forest Plot que representa el efecto sobre la masa muscular entre entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza de alta carga y sin restricción del flujo sanguíneo (EF-AC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.

### 3.4.3 Funcionalidad

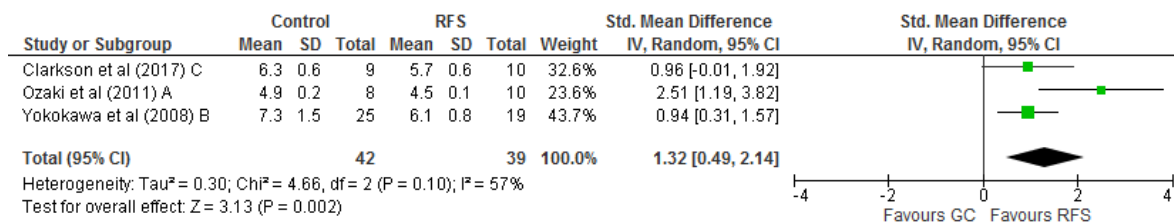
Aunque los estudios incluidos emplearon diversos test para evaluar la funcionalidad, solo dos test (*Up and Go* y *Sit to Stand*) se consideraron para el metaanálisis, ya que fueron utilizados en dos o más estudios diferentes.

#### 3.4.3.1 Test *Up and Go*

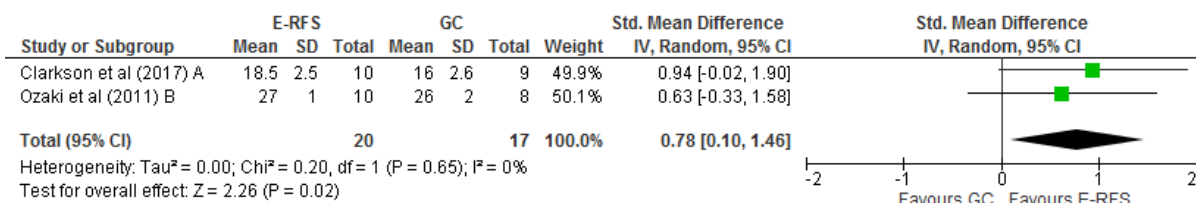
Tres estudios, con un total de 81 participantes, brindaron los datos suficientes para hacer la comparación entre E-RFS vs GC sobre las mejoras en el test *Up and Go* (figura 9). E-RFS tuvo un tamaño del efecto grande sobre el resultado en el test *Up and Go*, comparado contra GC (1.32 [0.49, 2.14]), lo que representó una disminución de 0.63 segundos.

#### 3.4.3.2 Test *Sit to Stand*

Dos estudios, con un total de 37 participantes, brindaron los datos suficientes para hacer la comparación entre E-RFS vs GC sobre las mejoras en el test *Sit to Stand* (figura 10). E-RFS tuvo un tamaño del efecto grande sobre el resultado en el *Sit to Stand* test comparado contra GC (0.78 [0.10, 1.46]), lo que representó un aumento de 1.46 repeticiones.



**Figura 9.** Forest Plot que representa el efecto sobre el rendimiento en el *Up and Go* test entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.



**Figura 10.** Forest Plot que representa el efecto sobre el rendimiento en el *Sit to Stand* test entre cualquier entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (E-RFS) vs grupo control (GC). Diferentes letras para un mismo estudio representan diferentes protocolos. Los cuadros representan el tamaño del efecto individual y la línea representa el intervalo de confianza del 95%. El tamaño del cuadro representa el peso del estudio. El diamante representa el tamaño del efecto agrupado y sus extremos representan el intervalo de confianza del 95%.

## 4. Discusión

Diversos estudios plantean que el entrenamiento con RFS y baja carga podría representar una excelente alternativa para personas de edad avanzada con bajos niveles de fuerza y masa muscular (Karabulut et al., 2010; Thiebaud et al., 2013b; Yasuda et al., 2015); sin embargo, los efectos de este sistema de entrenamiento en los adultos mayores no han sido completamente examinados. Por lo cual, el presente estudio se convierte en la primera revisión sistemática y metanálisis en determinar los efectos del entrenamiento con RFS sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores.

Los resultados generales de esta revisión sistemática y metaanálisis indican que no existen diferencias significativas sobre las ganancias de fuerza y masa muscular en adultos mayores al comparar E-RFS vs GC, incluso cuando se hacen análisis por subgrupos entre las personas que entrenan fuerza con RFS y las que entrenan aeróbico con RFS. De igual forma, los resultados revelan incrementos similares en la fuerza y la masa muscular entre EF-RFS y EF, aun cuando EF es de alta carga. Respecto a la funcionalidad, es evidente que E-RFS tiene un mejor efecto sobre los test *Up and Go* y *Sit to Stand* que GC.

### 4.1 Fuerza

Hughes et al. (2017) afirman que el entrenamiento con RFS y baja carga tiene un efecto moderado sobre la fuerza en adultos mayores y personas en proceso de rehabilitación clínica musculoesquelética. Sin embargo, el presente estudio indica que el E-RFS tiene un efecto

pequeño y no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores. Igualmente, el EF-RFS no es menos efectivo que el EF-AC para incrementar los niveles de fuerza en adultos mayores, contrario a lo que plantean Lixandrão et al. (2018) en una revisión sistemática y metaanálisis que incluye algunos estudios de entrenamiento RFS con población de edad avanzada.

En este sentido, al no presentarse diferencias significativas entre los entrenamientos con RFS (E-RFS y EF-RFS) y los entrenamientos sin RFS (GC, EF y EF-AC) sobre las ganancias de fuerza en adultos mayores, es posible que ambos tipos de entrenamiento hayan brindado estímulos correctos para obtener las adaptaciones neurales necesarias y provocar un mayor reclutamiento de unidades motoras que llevaran a un incremento de la fuerza. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los entrenamientos con RFS siempre se desarrollaron con cargas bajas que, posiblemente, brindaron mayor comodidad a los participantes, mientras que en los entrenamientos sin RFS algunos protocolos utilizaron cargas altas, las cuales pueden no ser completamente cómodas para una parte de la población de adultos mayores como ancianos débiles, practicantes con poca experiencia en el entrenamiento de fuerza o personas mayores con impedimentos articulares o cardiorrespiratorios (MacDougall et al., 1985; Liu & Latham 2010; Queiroz et al., 2013).

#### **4.2 Masa muscular**

Los resultados demuestran que los protocolos de E-RFS y EF-RFS tienen un efecto similar a los protocolos de GC y EF-AC, respectivamente, sobre la ganancia de masa muscular en adultos mayores, lo que concuerda con lo reportado por Lixandrão et al. (2018) quienes plantean que el EF-RFS y el EF-AC parecen ser igual de efectivos para aumentar la masa muscular. Posiblemente, estos resultados se deben a que ambos tipos de entrenamiento crean las condiciones necesarias para generar el estrés metabólico y la tensión mecánica, los cuales han sido descritos como los factores primarios para la hipertrofia muscular (Pearson & Hussain, 2015). Este equilibrio en las ganancias de masa muscular, derivadas de ambos tipos de entrenamiento, también puede deberse a que el EF-AC puede inducir un mayor nivel de tensión mecánica y un nivel más bajo de estrés metabólico que el EF-RFS (Kraemer et al., 1990, 1993), mientras que el EF-RFS puede inducir un menor grado de tensión mecánica, pero un mayor nivel de estrés metabólico que EF-AC (Takarada et al., 2000a,b; Abe et al., 2006), por lo cual, los dos entrenamientos ofrecen ventajas diferentes en el incremento de los factores que conducen al crecimiento muscular.

En una revisión sistemática y metaanálisis previo, se plantea que, durante el entrenamiento con RFS, los ejercicios de fuerza tienen mayor efecto sobre el incremento de la fuerza y la masa muscular que los ejercicios de tipo aeróbico (Loenneke et al., 2012). Contrario a esto, en la presente revisión se evidencia que, tanto los ejercicios de fuerza, como los ejercicios

de tipo aeróbico, combinados con RFS, tienen efectos similares sobre las ganancias de fuerza y masa muscular en los adultos mayores.

### 4.3 Funcionalidad

Estudios previos han demostrado que programas de ejercicios multicomponentes consistentes en entrenamiento aeróbico, de fuerza y flexibilidad, pueden mejorar la funcionalidad (rendimiento en los test *Sit to Stand* y *Up and Go*) en adultos mayores (Takeshima et al., 2007). El presente estudio también demuestra que E-RFS tiene un tamaño del efecto grande y significativo sobre el desempeño de adultos mayores en los test *Sit to Stand* y *Up and Go*.

Algunos estudios plantean que, en la población mayor, los resultados en el test *Sit to Stand* están relacionados con la fuerza de extensión de rodilla (Nakatani et al., 2002; Samson, 2000). La presente investigación, acorde con estos estudios, demuestra que el E-RFS tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de los adultos mayores en el test *Sit to Stand*, el cual, probablemente está correlacionado con aumentos significativos reportados en los estudios individuales en las variables de fuerza isométrica e isocinética de rodilla.

El entrenamiento con RFS y bajas cargas, parece provocar un reclutamiento de fibras musculares tipo dos, que resulta en un incremento de fuerza y velocidad en la que dicha fuerza es aplicada (Loenneke et al., 2009). El equilibrio dinámico, el cual es el factor principal en el test *Up and Go* (Shumway et al., 2000), depende en gran medida del reclutamiento de unidades motoras rápidas para generar mayor fuerza reactiva (Andersen, 2003). Estos efectos del entrenamiento con RFS pueden explicar una mayor disminución en el tiempo de ejecución del *Up and Go* test comparado con el entrenamiento sin RFS.

### 4.4. Limitaciones

La presente revisión sistemática y metaanálisis presenta algunas limitaciones. En primer lugar, todos los estudios incluidos no reportaron la presencia o ausencia del ocultamiento de la asignación y el cegamiento de participantes, evaluadores y terapeutas, los cuales son dominios claves dentro de la calidad metodológica de un ensayo clínico con asignación al azar. Seguidamente, dentro del metaanálisis no fue posible realizar un análisis adicional que incluyera otros factores del entrenamiento con RFS, como el sexo de los participantes, el volumen, la frecuencia, la presión de oclusión y el ancho del dispositivo oclusor. Aunque cuatro estudios reportaron mejoras significativas en la ejecución del *Up and Go* test ( $p < 0,05$ ) (Abe et al., 2010; Clarkson et al., 2017; Ozaki et al., 2011b; Yokokawa et al., 2008), un estudio no

reportó los datos suficientes para el metaanálisis (Abe et al., 2010). Finalmente, no fue posible acceder al texto completo de un estudio, por tratarse de un resumen de ponencia (Cook et al., 2015)<sup>3</sup>.

## 5. Conclusiones

Los resultados de la presente revisión sistemática y metaanálisis, demuestran que el entrenamiento con RFS no representa una ventaja sobre las ganancias de fuerza y masa muscular, comparado con el entrenamiento sin RFS en adultos mayores. Estos resultados no varían según el tipo de entrenamiento realizado con RFS (fuerza o aeróbico). Sin embargo, el entrenamiento con RFS sí representa una ventaja para los adultos mayores sobre la disminución del tiempo de ejecución en el *Up and Go test* y el aumento de las repeticiones en el *Sit to Stand test*, teniendo en cuenta que aún son necesarios estudios de mayor calidad metodológica que determinen cómo las adaptaciones derivadas del entrenamiento con RFS están relacionadas con cambios en la funcionalidad de los adultos mayores.

Finalmente, desde un punto de vista práctico, los adultos mayores que necesitan aumentar la fuerza y la masa muscular pueden encontrar en el entrenamiento con RFS y bajas cargas una alternativa más cómoda y tolerable que el entrenamiento con altas cargas. Entrenando de 2 a 6 sesiones por semana mediante ejercicio de fuerza de baja carga (20-30% de 1RM), caminatas de intensidad leve (4km/h) o ejercicios con el propio peso corporal. Logrando la RFS mediante manguitos de presión arterial, bandas elásticas o cinturones de presión kaatsu master entre 4,5 y 18 cm de ancho que permitan ejercer una presión entre 60 y 209 mmHg. Todo esto, dentro de protocolos de 4 a 12 semanas de duración.

## Referencias

- Abe, T., Kearns, C., & Sato Y. (2006a). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-Walk Training. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1460-1466.
- Abe, T., Sakamaki, M., Fujita, S., Ozaki, H., Sugaya, M., Sato, Y., & Nakajima, T. (2010). Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33(1), 34-40.
- Andersen, J. (2003). Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(1), 40-47.

---

<sup>3</sup> Cook, S., Meyer, A., LaRoche, D., & Manini, T. (2015). Effect of resistance training on intermuscular adipose tissue in older adults at risk of mobility limitations. *The FASEB Journal*, 29(1 supplement), abstract 677-16.

- Borde, R., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1693-1720.
- Carville, S., Perry, M., Rutherford, O., Smith, I., & Newham, D. (2006). Steadiness of quadriceps contractions in young and older adults with and without a history of falling. *European Journal of Applied Physiology*, 100(5), 527-533.
- Clarkson, M., Conway, L., & Warmington, S. (2017). Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(12), 1041-1046.
- Cook, S., LaRoche, D., Villa, M., Barile, H., & Manini, T. (2017). Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology*, 99, 138-145.
- Cortés, C., Cardona, D., Segura, A., & Garzón, M. (2016). Factores físicos y mentales asociados con la capacidad funcional del adulto mayor, departamento de Antioquia, 2012. *Revista de Salud Pública*, 18(2), 165-178.
- Cruz, A., Baeyens, J., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... & Martin, F. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423.
- Frontera, W., & Bigard, X. (2002). The benefits of strength training in the elderly. *Science & Sports*, 17(3), 109-116.
- Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I., Nieman, D., Swain, D., & American College of Sports Medicine (2011). American College of Sports Medicine Position Stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Higgins, J., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. USA: John Wiley & Sons.
- Hollander, D., Reeves, G., Clavier, J., Francois, M., Thomas, C., & Kraemer, R. (2010). Partial occlusion during resistance exercise alters effort sense and pain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 235-243.
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1003-1011.
- Hunter, G., McCarthy, J., & Bamman, M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329-348.
- Janssen, I., Shepard, D., Katzmarzyk, P., & Roubenoff, R. (2004). The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(1), 80-85.
- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bembem, M. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 147-155.
- Kraemer, W., Fleck, S., Dziados, J., Harman, E., Marchitelli, L., Gordon, S., Mello, R., Frykman, P., Koziris, L., & Triplett, N. (1993). Changes in hormonal concentrations after different



- heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 594-604.
- Kraemer, W., Marchitelli, L., Gordon, S., Harman, E., Dziados, J., Mello, R., Frykman, P., McCurry, D., & Fleck, S. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, 69(4), 1442-1450.
- Landi, F., Liperoti, R., Russo, A., Giovannini, S., Tosato, M., Capoluongo, E., Bernabei, R., & Onder, G. (2012). Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iLSIRENTE Study. *Clinical Nutrition*, 31(5), 652-658.
- Laurentino, G., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Saldanha, M., Garcia, A., Neves Jr, M., Yui, A., da Rocha, A., & Tricoli, V. (2012). Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(3), 406-412.
- Libardi, C., Chacon, M., Cavaglieri, C., Tricoli, V., Roschel, H., Vechin, F., Conceição, M., & Ugrinowitsch, C. (2015). Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *International Journal of Sports Medicine*, 36(5), 395-399.
- Liu, C., & Latham, N. (2010). Adverse events reported in progressive resistance strength training trials in older adults: 2 sides of a coin. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(9), 1471-1473.
- Lixandrão, M., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F., Conceição, M., Damas, F., Libardi, C., & Roschel, H. (2018). 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 Medicine*, 48(2), 361-378.
- Loenneke, J., Wilson, J., Marín, P., Zourdos, M., & Bemben, M. (2012a). Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849-1859.
- Loenneke, J., Wilson, G., & Wilson, J. (2009). A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 31(1), 1-4.
- MacDougall, J., Tuxen, D., Sale, D., Moroz, J., & Sutton, J. (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 58(3), 785-790.
- Moritani, T., Sherman, W., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(6), 552-556.
- Nakatani, T., Nadamoto, M., Mimura, K., & Itoh, M. (2002). Validation of a 30-sec chair-stand test for evaluating lower extremity muscle strength in Japanese elderly adults. *Taiiku-gaku Kenkyu. Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences*, 47(5), 451-461.
- OMS Organización Mundial de la Salud (2015). *Envejecimiento*. Disponible en: <http://www.who.int/topics/ageing/es/>
- Ozaki, H., Miyachi, M., Nakajima, T., & Abe, T. (2011<sup>a</sup>). Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology*, 62(1), 81-86.
- Ozaki, H., Sakamaki, M., Yasuda, T., Fujita, S., Ogasawara, R., Sugaya, M., Nakajima, T., & Abe, T. (2011<sup>b</sup>). Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg



- blood flow reduction in older participants. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 66(3), 257-263.
- Patterson, S., & Ferguson, R. (2011). Enhancing strength and postocclusive calf blood flow in older people with training with blood-flow restriction. *Journal of Aging and Physical Activity*, 19(3), 201-213.
- Pearson, S., & Hussain, S. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(2), 187-200.
- Queiroz, A., Kanegusuku, H., Chehuen, M., Costa, L., Wallerstein, L., Dias, V., Mello, M., Ugri-nowitsch, C., & Forjaz, C. (2013). Cardiac work remains high after strength exercise in elderly. *International Journal of Sports Medicine*, 34(5), 391-397.
- Samson, M. (2000). Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age and Ageing*, 29(3), 235-242.
- Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 1-5.
- Schoenfeld, B., Peterson, M., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. (2015). Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.
- Shumway, A., Brauer, S., & Woollacott, M. 2000. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go test. *Physical Therapy*, 80(9), 896-903.
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675.
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000a). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 61-65.
- Takarada, Y., Takazawa, H., & Ishii, N. (2000b). Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(12), 2035-2039.
- Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 86(4), 308-314.
- Takekuma, N., Rogers, N., Rogers, M., Islam, M., Koizumi, D., & Lee, S. (2007). Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 2036-2043.
- Thiebaud, R., Yasuda, T., Loenneke, J., & Abe, T. (2013a). Effects of low-intensity concentric and eccentric exercise combined with blood flow restriction on indices of exercise-induced muscle damage. *Interventional Medicine & Applied Science*, 5(2), 53-59.
- Thiebaud, R., Loenneke, J., Fahs, C., Rossow, L., Kim, D., Abe, T., Anderson, M., Young, K., Bemben, D., & Bemben, M. (2013b). The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(5), 344-352.
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina*, 135(11), 507-511.

- Vechin, F., Libardi, C., Conceição, M., Damas, F., Lixandrão, M., Berton, R., ... Tricoli, V. (2015). Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly." *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1071-1076.
- Verhagen, A., Vet, H., Bie, R., Kessels, A., Boers, M., & Knipschild, P. (1998). Balneotherapy and quality assessment: Interobserver reliability of the Maastricht criteria list and the need for blinded quality assessment. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(4), 335-341.
- Vetrano, D., Landi, F., Volpato, S., Corsonello, A., Meloni, E., Bernabei, R. & Onder, G. (2014). Association of sarcopenia with short- and long-term mortality in older adults admitted to acute care wards: Results from the CRIME study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 69(9), 1154-1161.
- Yasuda, T., Abe, T., Sato, Y., Midorikawa, T., Kearns, C., Inoue, K., Ryushi, T., & Ishii, N. (2005). Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research* 1(2), 65-70.
- Yasuda, T., Fukumura, K., Uchida, Y., Koshi, H., Iida, H., Masamune, K., Yamasoba, T., Sato, Y., & Nakajima, T. (2015). Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(8), 950-958.
- Yokokawa, Y., Hongo, M., Urayama, H., Nishimura, T., & Kai, I. (2008). Effects of low-Intensity resistance exercise with vascular occlusion on physical function in healthy elderly people. *Bioscience Trends*, 2(3), 117-123.
- Verhagen, A., Vet, H., Bie, R., Kessels, A., Boers, M., Bouter, L., & Knipschild, P. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12), 1235-1241.