

Efectos del entrenamiento de fuerza sobre las capacidades determinantes de la salud en hombres mayores de 65 años: una revisión sistemática

Juan Valiente-Poveda, Daniel Castillo, Javier Raya-González

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Isabel I. Burgos.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00054

Recibido: 18/09/2020

Aceptado: 21/05/2021

Resumen

Introducción: El envejecimiento lleva asociado una reducción de los niveles de actividad física, propiciando la disminución de la fuerza y masa muscular, y afectando a la capacidad funcional mínima para mantener una vida independiente. La literatura coincide en que el entrenamiento de fuerza es una de las estrategias más importante para frenar los efectos de la edad, dado que se ha demostrado que es efectiva para incrementar la masa muscular y la fuerza, propiciando mejoras en la capacidad funcional del adulto mayor. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre los factores condicionantes de la salud y calidad de vida (p.e., composición corporal, fuerza muscular y capacidad funcional) en adultos masculinos mayores de 65 años.

Material y método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed SPORTdiscus, y Web Of Science (WOS) de acuerdo con las líneas de recomendación para revisiones sistemáticas y meta-análisis PRISMA. Para ello, se utilizaron los términos de búsqueda relacionados con la población objetivo (adultos mayores masculinos) y el tipo de entrenamiento aplicado (entrenamiento de fuerza).

Resultados: Tras aplicar las estrategias de búsqueda, se obtuvieron un total de 2196 artículos. Tras la lectura de título y resumen se eliminaron 1687 artículos. Tras la revisión de los textos completos, se eliminaron 151 artículos y se seleccionaron 9, los cuales cumplieron los criterios de inclusión, por lo que fueron incluidos en esta revisión sistemática.

Conclusiones: Los resultados sugieren la importancia de orientar el entrenamiento de fuerza seleccionando el tipo de carga (moderada, alta o combinada) más adecuada para conseguir los objetivos individuales de cada hombre adulto mayor con la intención de optimizar sus niveles de composición corporal, capacidad funcional, masa muscular y fuerza máxima, para consecuentemente, mejorar su calidad de vida.

Palabras clave:

Adulto. Actividad física. Salud. Entrenamiento con cargas.

Effects of strength training on health determinants in men over 65 years: a systematic review

Summary

Introduction: Aging is associated with a reduction in physical activity levels, leading to a decrease in strength and muscle mass, and affecting the minimum functional capacity to maintain an independent life. The literature agrees that strength training is one of the most important strategies to curb the effects of age, since it has been shown to be effective in increasing muscle mass and strength, promoting improvements in the functional capacity of the elderly. Therefore, the aim of this study was to analyze the effects of strength training on the conditioning factors of health and quality of life (e.g., body composition, muscle strength and functional capacity) in male adults over 65 years of age.

Material and method: A data search were conducted in PubMed, SPORTdiscus and Web Of Science (WOS) databases according to the recommendations and criteria established in the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA) statement guidelines. For this, the search terms related to the target population (male older adults) and the type of training applied (strength training) were used.

Results: After applying the search strategies, a total of 2196 articles were obtained. After reading the title and abstract, 1687 articles were eliminated. After reading the full text, 151 articles were eliminated and 9 were selected, which met the inclusion criteria and were therefore included in this review.

Conclusions: The results suggest the importance of focus the strength training programs to the individual demands of each older adult man, in order to optimize its effects, and ultimately, improve their quality of life.

Key words:

Adult. Physical activity. Health. Resistance training.

Correspondencia: Daniel Castillo

E-mail: danicasti5@gmail.com

Introducción

La evolución demográfica en los países desarrollados refleja un envejecimiento de la población, debido al aumento de la esperanza de vida y al descenso de los índices de natalidad^{1,2}. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2018 la esperanza de vida era de 80,43 años para los hombres y 85,80 para las mujeres, con una tendencia al alza para los años posteriores. Esto repercute en el envejecimiento de la población, de tal manera que actualmente el 19,2% de la población española tiene más de 65 años y en 2033 se incrementará hasta alcanzar el 25,2% (INE, 2018). En este sentido, el envejecimiento es un problema de gran magnitud, no solo por sus repercusiones socioeconómicas, sino también por los cambios que se producen en los sujetos, los cuales se suelen asociar a una reducción de su calidad de vida¹.

En este sentido, se ha demostrado que el envejecimiento lleva consigo un declive fisiológico constatado principalmente por el deterioro de los sistemas neuromuscular, cardiovascular y pulmonar³⁻⁵. Sin embargo, es la degeneración del sistema muscular propiciada por la pérdida progresiva de fuerza y masa muscular la que limita la capacidad funcional e independencia del adulto mayor^{6,7}, incrementando el riesgo de sufrir una enfermedad e incluso la muerte⁸. Esta pérdida de la masa muscular, la fuerza y el funcionamiento de los músculos en los adultos mayores es conocida comúnmente como sarcopenia⁹.

Dado que un cierto nivel de fuerza es necesario para realizar cualquier actividad de la vida diaria, al perder funcionalidad los adultos mayores deberán incrementar el esfuerzo físico ante una misma actividad, lo que implica trabajar sobre una intensidad relativa mayor respecto a su máxima capacidad¹⁰, generando así una mayor fatiga ante la misma tarea¹¹. Este reto fisiológico hace que el adulto mayor disminuya su actividad física¹² y, como si de un ciclo de autopropetuidad se tratase, a medida que se reduce la actividad física va perdiendo fuerza y masa muscular¹³. Por otro lado, con el incremento de la inactividad a consecuencia de la debilidad muscular, se produce una pérdida de movilidad y capacidad funcional¹⁴, la cual afectará negativamente al riesgo de caídas, generando un mayor deterioro en el adulto mayor¹⁵.

Existe una robusta evidencia científica que sustenta la teoría de que el ejercicio físico podría revertir esta situación^{12,16-19}. Concretamente, en las últimas décadas el entrenamiento de fuerza se ha consolidado como la principal estrategia para reducir déficits de fuerza y masa muscular en adultos mayores²⁰. En este sentido, gran cantidad de estudios previos han aplicado diferentes programas de entrenamiento de fuerza en hombres adultos mayores, diferenciados básicamente por la carga utilizada, aunque con resultados similares en relación con la ganancia de fuerza muscular. Por ejemplo, Radaelli *et al.*²¹ aplicaron un programa de fuerza basado en cargas moderadas (50-65% de una repetición máxima (1RM)) y observaron ganancias significativas de fuerza en la prueba de 1RM en el ejercicio de extensión de rodilla ($P < 0,05$) e incrementos en el grosor y la calidad muscular de cuádriceps ($P < 0,05$). Por otro lado, Mitchel *et al.*²² utilizaron cargas altas (85% 1RM) y obtuvieron incrementos significativos ($P < 0,05$) en la prueba de 1RM de prensa de pierna, extensión de rodilla y press de banca tras el periodo de intervención. Otros autores aplicaron protocolos de fuerza basados en la combinación de cargas moderadas y altas (del 65% al 95% de 1RM), mostrando

resultados significativos ($p < 0,05$) en el aumento de la masa libre de grasa, en la reducción de la masa grasa e incrementos en la fuerza del tren inferior y superior²³.

Sin embargo, a pesar de que el entrenamiento de fuerza ha demostrado repercutir positivamente en la mejora de la función muscular del mayor adulto, actualmente no existe un consenso evidenciado sobre qué tipo de entrenamiento de fuerza es el más adecuado y genera efectos más beneficiosos, ya que dependiendo de las cargas utilizadas se podrían obtener resultados diferentes. Por tanto, el objetivo principal de esta revisión fue analizar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre las capacidades determinantes de la salud en hombres adultos mayores atendiendo a las cargas utilizadas [i.e., moderadas (50-80% 1RM), altas (> 80% 1RM) o combinadas].

Material y método

Para llevar a cabo esta revisión sistemática, se siguieron las recomendaciones de la declaración PRISMA²⁴. Se realizó una revisión de la literatura científica con el objetivo de analizar los efectos del entrenamiento de fuerza en aquellas capacidades condicionantes de la salud en personas mayores (>65 años). Para ello, se consultaron artículos científicos originales, de carácter experimental, en inglés y español con un filtro temporal desde el 1 de enero del año 2014 hasta 15 febrero del 2019. Las bases de datos consultadas fueron Pubmed, SPORTdiscus, y Web of Science (WOS).

La estrategia de búsqueda resultó de la combinación de los siguientes descriptores: "elderly" and "older adult" (población objetivo); "strength training", "resistance training", "power training", "heavy resistance training", "moderate resistance training", "low resistance training", "maximal strength training", "velocity-based training", "circuit-based training", "high speed resistance training", "resistance exercise", "velocity-based resistance training", "circuit training", "high-velocity resistance training", "concurrent training", "multicomponent training" (entrenamiento de fuerza).

La búsqueda final se llevó a cabo utilizando la siguiente combinación de términos: (elderly OR "older adult") AND ("strength training" OR "resistance training" OR "power training" OR "heavy resistance training" OR "moderate resistance training" OR "low resistance training" OR "maximal strength training" OR "velocity-based training" OR "circuit-based training" OR "high speed resistance training" OR "resistance exercise" OR "velocity-based resistance training" OR "circuit training" OR "High-velocity resistance training" OR "concurrent training" OR "multicomponent training")

Los criterios de inclusión utilizados fueron: (a) utilizar como muestra de estudio a hombres sanos mayores de 65 años, (b) aplicar un programa de entrenamiento de fuerza evaluado a través de una prueba pre-post, (c) presentar la intensidad del programa indicada como porcentaje de 1RM y (d) artículos publicados en revistas internacionales de impacto indexadas en la Web of Science, mientras que los criterios de exclusión fueron: (a) estudios que no tenían carácter experimental, (b) aplicación de los programas de entrenamiento no fue supervisada directamente, (c) programas de intervención en los que el entrenamiento de fuerza se combinaba con el entrenamiento de otras cualidades, (d) programas de entrenamiento de fuerza combinados con una intervención nutricional

y (e) intervenciones de menos de 6 semanas de duración. El proceso de búsqueda se realizó de manera independiente por 2 autores (J.V.-P. y J.R.-G.) y en los casos que generaron discrepancias se consultó a un tercer autor (D.C.).

Resultados

En la búsqueda preliminar fueron encontrados 2.196 artículos. Los artículos fueron filtrados eliminando en primer lugar las referencias duplicadas extraídas de las diferentes bases de datos, resultando en un total de 1847 artículos. Posteriormente, estos artículos se filtraron por lectura de título y resumen, resultando en un total de 160 referencias. Finalmente, se llevó a cabo una lectura completa de los artículos cribados aplicando los criterios de inclusión y exclusión para obtener un total de 9 artículos para la revisión sistemática (Figura 1).

El tamaño muestral de los 9 estudios seleccionados fue de 128 participantes, incluyendo únicamente a los sujetos experimentales. El rango de edad de los participantes estuvo comprendido entre los 50-80 años. Un análisis de los protocolos de entrenamiento permitió identificar que la duración más utilizada fue de 12 semanas (55%). En cuanto a la frecuencia semanal de entrenamiento, se constató que 3 días por semana fue la frecuencia más utilizada con un 77%, seguido

de 2 días (44%). Atendiendo a la carga utilizada, 2 estudios utilizaron cargas moderadas, 3 cargas altas y 5 cargas combinadas. Los estudios incluidos en la revisión, así como sus principales características se presentan en la Tabla 1.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre las capacidades determinantes de la salud en hombres adultos atendiendo a las cargas utilizadas (i.e., moderadas, altas o combinadas).

Atendiendo a los efectos provocados por el entrenamiento de fuerza con cargas moderadas, Sundstrup *et al.*²⁵ aplicaron un programa de entrenamiento durante 12 semanas que consistió en un circuito con ejercicios de fuerza implicando a los principales músculos de tren inferior y superior. La intensidad osciló entre el 70-80% 1RM, realizando 3-4 series de cada ejercicio oscilando el número de repeticiones entre 8 y 12. Tras el periodo de intervención, los adultos mayores obtuvieron mejoras significativas en la fuerza concéntrica (14%; $p < 0,01$) e isométrica del cuádriceps (23%; $p < 0,001$), así como en la fuerza isométrica de musculatura isquiosural (44%, $p < 0,0001$) medida mediante un dinamómetro isocinético. Además, se observaron mejoras del 18% en la prueba de subir de escaleras ($p < 0,05$) y del 21% en el test de levantarse de la silla ($p < 0,05$). Siguiendo con las cargas moderadas, Zdzieblik *et al.*²⁶ llevaron a cabo un programa de entrenamiento de fuerza con intensidad del 65-80% 1RM durante 12 semanas. Los adultos mayores realizaron este programa frecuencia de 3 días a la semana, el cual estuvo compuesto por 4 ejercicios, 2 para el tren inferior (prensa de pierna y sentadilla) y 2 para el tren superior (press banca y jalón al pecho). En cuanto al volumen de entrenamiento, se realizaron 3 series de 15 repeticiones en las semanas 1-4, 10 repeticiones en las semanas 5-9 y 8 repeticiones en las semanas 10-12. Los resultados mostraron un incremento de la masa libre de grasa y la masa ósea, así como una reducción de la masa grasa. Además, este programa de fuerza con cargas moderadas permitió a los adultos mayores aumentar su fuerza muscular y mejorar su control neuromuscular.

Respecto al uso de cargas altas con adultos mayores, Baptista *et al.*²⁷ analizaron el efecto de un programa de fuerza con cargas del 80% del 5RM sobre las propiedades neuromusculares y estructurales del complejo musculo-tendinoso del cuádriceps de 23 adultos mayores. Este programa tuvo una duración de 12 semanas, se realizó con una frecuencia de 2 días por semana y se basó en un único ejercicio, extensión de rodilla, realizado en un régimen concéntrico o excéntrico. Tras el periodo de intervención se observó que ambos protocolos incrementaron la fuerza máxima de la musculatura extensora de la rodilla y redujeron la longitud de fascículo del vasto lateral e incrementaron su ángulo de pennación. Del mismo modo, se encontraron aumentos significativos en la longitud del tendón patelar en ambos grupos, mientras que un aumento en la sección transversal anatómica del tendón solo se vio aumentada de forma significativa por el entrenamiento excéntrico. Estas variaciones anatómicas tras la inclusión del citado programa de entrenamiento de fuerza parecen repercutir en el equilibrio dinámico de los adultos mayores. Por último, tras el periodo

Figura 1. Diagrama de flujo que describe el procedimiento de la revisión sistemática.

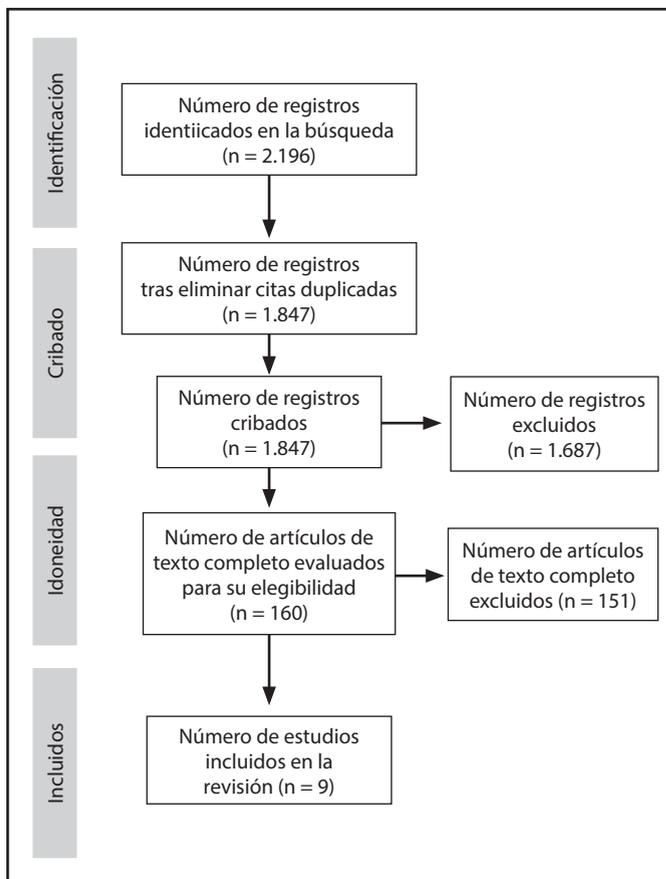


Tabla 1. Programas de entrenamiento de fuerza aplicados en hombres adultos mayores.

Estudio	Muestra	Cargas utilizadas	Protocolo de entrenamiento	Resultados
Zdzieblik <i>et al.</i> (2015)	27 hombres (72.2 ± 4.68 años)	Moderadas	12 semanas 3d/semana 65-80% 1RM. Jalón al pecho; prensa de pierna; press banca; sentadilla por detrás.	↑MLG, ↑MO, ↑FM y ↓MG (p<0,001) y ↑FIQ y ↑CSM; (p<0,01).
Sundstrup <i>et al.</i> (2016)	9 hombres (68.2 ± 3.2 años).	Moderadas	Mes 1: [16-20 rep. (50-60% RM)]. Meses del 2-12: [8-12 rep. (70-80% RM)]. 3-4 series 3 días a la semana Recuperación: 1min 30 seg Prensa pierna; extensión rodilla sentado; <i>curl</i> de bíceps femoral tumbado prono; jalón al pecho; elevaciones laterales; <i>lunges</i> mancuernas; remo sentado.	↓18% tiempo subir escaleras (p<0,05) ↑FCQ (14%; p<0,01) ↑FIQ (23%; p<0,001) ↑FIH (44%; p<0,0001).
Beurskens <i>et al.</i> (2015)	19 hombres (60-80 años)	Altas	13 semanas 3d/semana 3 series x 10 rep. (80% 1RM). Recuperación: 2'. Prensa pierna; extensión de rodilla; extensión de tobillo; dorsiflexión plantar.	FIM pierna izq.: ↑10%, p<0,001, d=2,3. FIM pierna drcha.: ↑8% p<0,05, d=1,8. FIM bilateral: ↑26%, p<0,001, d=5,7. DBL: ↓78%, p<0,001, d=3,4.
Mitchell <i>et al.</i> (2015)	16 hombres (74 ± 5,4 años)	Altas	12 semanas 3d/semana; 4series 85% 1RM. Prensa de pierna; extensión de pierna; <i>curl</i> bíceps femoral; extensión de tobillo 45°; press banca; jalón al pecho; press de hombros; remo sentado; <i>curl</i> bíceps; extensión de codo en polea alta.	↑1RM en prensa de pierna; extensión rodilla; press banca (p<0,05) ↑Fibras tipo I (p<0,008)
Baptista <i>et al.</i> (2016)	23 hombres (62.74 ± 3.2 años)	Altas	12 semanas 2d/semanas 80% de 5RM (4 rep.). Grupo concéntrico y grupo excéntrico	Ambos grupos ↑Fuerza extensión de rodilla Ambos grupos ↑longitud tendón patelar, pero CSA tendón patelar solo en EXC, (p<0,05). Ambos grupos ↓longitud fascículo VL y ↑ ángulo penneación sin cambios en grosor muscular. Ambos grupos ↑ torque isométrico y dinámico de la musculatura extensora rodilla.
Andersen <i>et al.</i> (2014)	9 hombres (68.2 ± 3.2 años)	Combinadas	16 semanas 2d/semana Semanas 1-4: 3 series x 16-20 RM (50-60%). Semanas 5-8: 3 series x 12 RM (70%). Semanas 9-12: 3 series x 10 RM (75%). Semanas 12-16: 4 series x 8 RM (80%). Prensa de pierna; extensión de rodilla sentado; <i>curl</i> bíceps femoral; jalón al pecho; elevaciones laterales mancuernas	↓FC caminando, (p<0,05) ↓10%; FC carrera y [La]: 30% (p<0,001). ↑STS: ↑26%
Schmidt <i>et al.</i> (2014)	9 hombres (68.2 ± 3.2 años)	Combinadas	12 meses. Mes 1-4: 2d/semana 3series. Recuperación: 90" Mes 5-12: 3d/semana 4series. Recuperación: 90" Mes 1: 16-20 RM (50-60% 1RM) Mes 2: 12 RM (67% 1RM) Mes 3: 10 RM (75% 1RM) Mes 4 a 12: 8 RM (80% 1RM). Prensa pierna; extensión de rodilla sentado; <i>curl</i> de bíceps femoral; jalón al pecho; elevaciones laterales con mancuernas.	↑ 5% (p<0,05) fracción de eyección del VI, sin cambios significativos en la función diastólica del VI.
Villanueva <i>et al.</i> (2014)	7 hombres (68.1 ± 6.1 años).	Combinadas	12 semanas 3d/semana. 2-6 series Día 1: 12-8 RM. 67-80% Día 2: 6-3 RM. 85-93% Día 3: 6-4 RM. 70% potencia Prensa pierna 45°; press banca máquina; jalón al pecho; remo sentado; subidas escalón con mancuernas; peso muerto rumano con mancuernas; extensión y flexión de rodilla.	↑MLG (semana 6) (p<0,05). ↓MG (p=0,05). ↓%GC (semana 12) (p=0,05). ↑VO _{2max} (semana 6 y semana 12) (p<0,01)

(continúa)

Estudio	Muestra	Cargas utilizadas	Protocolo de entrenamiento	Resultados
Fernández-Lezaun <i>et al.</i> (2017)	29 hombres (69 ± 3 años)	Combinadas	9 meses. 1, 2 o 3 d/ semana, según grupo. Meses 1-3: 2-3 series x 15-20 repeticiones (40-60% 1RM) Mes 4: 2-3 series x 10-12 repeticiones (60-75% 1RM) Mes 5: 2-4 series x 8-10 repeticiones (75-80% 1RM) Mes 6: 2-4 series x 4-6 repeticiones (85-90% 1RM) Mes 7: 3-4 series x 8-12 repeticiones (60-85% 1RM) Mes 8: 3-5 series x 4-6 repeticiones (85-90% 1RM)	Meses 1-3: Todos grupos ↑VO ₂ (p<0,05). Meses 4-9: sin mejoras significativas. ↑1RM meses 1-3 todos grupos excepto M2 y meses 4-9 solo en M3.

Abreviaturas: rep: repeticiones; FCQ: fuerza concéntrica de cuádriceps; FIQ: fuerza isométrica de cuádriceps; FIH: fuerza isométrica de musculatura isquiosural; MO: masa ósea; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; GC: gasto cardiaco; FM: fuerza muscular; CSM: control sensoriomotor; CSA: área de la sección transversal; FIM: fuerza isométrica máxima; DBL: déficit bilateral; STS: test de sentarse y levantarse; VI: ventrículo izquierdo;

de intervención ambos grupos incrementaron el torque isométrico y dinámico de la fuerza excéntrica y concéntrica de la rodilla. En esta línea, Beurskens *et al.*²⁸ estudiaron los efectos de un programa de entrenamiento con cargas del 80% 1RM sobre la máxima producción de fuerza isométrica (FIM) unilateral y bilateral y sobre el déficit de fuerza bilateral. La intervención se llevó a cabo con 58 hombres durante 13 semanas y con una frecuencia de 3 días por semana y se realizaron 3 series de 10 repeticiones de los ejercicios prensa de pierna, extensión de rodilla, extensión de tobillo y dorsiflexión plantar. Tras la aplicación de este programa de entrenamiento, se observó un incremento de la fuerza isométrica máxima, tanto bilateral como unilateral, así como una reducción del déficit de fuerza bilateral de los participantes. Por último, Mitchell *et al.*²² analizaron los efectos del entrenamiento de fuerza con cargas altas sobre el nivel de fuerza e hipertrofia en 16 adultos mayores. Para ello, diseñaron un programa de entrenamiento de fuerza basado en los ejercicios de press de banca, prensa de pierna, jalón al pecho, extensión de rodilla, press militar, *curl* de bíceps femoral y *curl* de bíceps. Este programa se llevó a cabo durante 12 semanas y con una frecuencia semanal de 3 días, con una carga de entrenamiento de 4 series al 85% de 1RM. Tras su aplicación, se observaron mejoras en el 1RM de prensa de piernas, extensión de rodilla, así como un incremento en el porcentaje de fibras tipo I, aunque no en las fibras tipo II.

En relación a los estudios que aplicaron programas basados en cargas combinadas, Andersen *et al.*²⁹ analizaron el efecto de una intervención multi-ejercicio de 16 semanas con una frecuencia semanal de 3 días sobre la frecuencia cardiaca, el rendimiento de la capacidad funcional y respuesta fisiológica a la prueba de andar a 4,5 km·h⁻¹, en test submáximos de carrera y en test incremental máximo en cicloergómetro (consumo de oxígeno máximo, lactato, tiempo hasta extenuación). La carga aplicada progresó desde las 3 series de 16-20 repeticiones al 50-60% 1RM, en las primeras 4 semanas, hasta las 4 series al 80% en las semanas 12-16. Al finalizar el periodo de intervención, los adultos mayores disminuyeron su frecuencia cardiaca caminando y en carrera, además de mostrar una menor concentración pico de lactato en la prueba de carrera. Además, se observaron mejoras del 26% en el test de sentarse y levantarse. El segundo estudio en el que se aplicaron cargas combinadas es el desarrollado por Fernández-Lezaun *et al.*³⁰, quienes analizaron los efectos de la frecuencia de un programa de fuerza sobre

la capacidad cardiorrespiratoria y valores de fuerza. El estudio transcurrió durante 9 meses con una frecuencia semanal diferente según el grupo (1, 2 o 3 sesiones). La carga de entrenamiento osciló desde 4-6 repeticiones a 15-20, series entre 2-5 e intensidad del 30 al 90% del 1RM. Tras la intervención se observó que durante los meses 1-3, todos los grupos mejoraron el consumo máximo de oxígeno, aunque durante los meses 4-9 no se observaron mejoras en ninguno de los test realizados. Finalmente, durante los meses 1-3 todos los grupos mejoraron en 1RM de prensa de pierna excepto el grupo que realizó 2 sesiones semanales y durante los meses 4-9 solo mejoró el grupo de 3 sesiones semanales. Posteriormente, Schmidt *et al.*³¹ estudiaron los efectos de un programa de fuerza con cargas combinadas de 12 meses de duración sobre adaptaciones cardiovasculares en adultos mayores masculinos. La intensidad del programa varió desde el 40% de 1RM hasta el 90% del 1RM, aplicadas en los ejercicios prensa de pierna, extensión de rodilla, *curl* de bíceps femoral, jalón al pecho y elevaciones laterales con mancuernas. Tras la intervención se observó un incremento del 5% en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo sin cambios significativos en el resto de los marcadores analizados. Por último, Villanueva *et al.*²³, analizaron los efectos de un programa de fuerza cargas combinadas aplicado durante 12 semanas con una frecuencia de 3 días semanales, variando la carga de entrenamiento cada uno de estos días. En este sentido, el día 1 se realizaban 8-12 repeticiones la 67-80% 1RM; el día 2, 3-6 repeticiones al 85-93% y el día 3 se realizaban de 4 a 6 repeticiones al 70% 1RM. Los ejercicios empleados en este programa fueron prensa de pierna a 45°, press banca en máquina, jalón al pecho, remo sentado, subidas a escalón con mancuernas, peso muerto rumano con mancuernas y extensión y flexión de rodillas. Tras la aplicación del programa de fuerza se observó un aumento de la masa libre de grasa así como una reducción en la masa grasa. Además se redujo el gasto cardiaco y aumento el consumo máximo de oxígeno

Conclusión

En general, durante las primeras fases del entrenamiento, y principalmente en adultos desentrenados, el entrenamiento de fuerza parece ser una estrategia segura y eficaz para la mejora de la composición corporal, fuerza muscular y la capacidad funcional en hombres adultos

mayores. Específicamente, las cargas moderadas parecen ser adecuadas para la mejora de la composición corporal, la capacidad funcional y la fuerza isométrica, posiblemente por ser cargas ubicadas en la zona de máxima producción de potencia en la curva fuerza-velocidad. Por otro lado, las cargas altas parecen tener una mayor incidencia sobre la fuerza y la masa muscular, aspecto fundamental para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Finalmente, el entrenamiento de fuerza con cargas combinadas parece mejorar la capacidad funcional y cardiovascular de los adultos mayores, así como su composición corporal. Los resultados de esta revisión sistemática sugieren la importancia de orientar el entrenamiento de fuerza a los objetivos individuales de cada hombre adulto mayor, de cara a optimizar sus efectos, y en definitiva, mejorar su calidad de vida.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del subproyecto Enfoque de método mixto en el análisis de rendimiento (en entrenamiento y competición) en el deporte de élite y academia [PGC2018-098742-B-C33] (2019-2021) [del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)], que forma parte del proyecto coordinado New approach of research in physical activity and sport from mixed methods perspective (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0].

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Porcel MA, Valpueda ER. Ageing in Spain: It's a challenge or social problem? *Gerokomos*. 2012;23:151–5.
- Guijarro M, Peláez Ó. La longevidad globalizada: un análisis de la esperanza de vida en España (1900-2050). *Scr Nova Rev Electrónica Geogr y Ciencias Soc*. 2008;12:256–80.
- Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol*. 1991;71:644–50.
- Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mäkiä E, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*. 1998;84:1341–9.
- Izquierdo M, Ibañez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zúñiga A, Antón A, et al. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand*. 1999;167:57–68.
- Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjær M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:49–64.
- Larsson L, Degens H, Li M, Salvati L, Lee Y II, Thompson W, et al. Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. *Physiol Rev*. 2019;99:427–511.
- Mesquita AF, da Silva EC, Eickemberg M, Roriz AKC, Barreto-Medeiros JM, Ramos LB. Factores asociados con la presencia de sarcopenia en ancianos institucionalizados. *Nutr Hosp*. 2017;34:345–51.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39:412–23.
- Hortobágyi T, Mizelle C, Beam S, DeVita P. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2003;58:453–60.
- Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med*. 2003;25:141–9.
- Taylor D. Physical activity is medicine for older adults. *Postgrad Med J*. 2014;90:26–32.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34:329–48.
- Volaklis KA, Halle M, Meisinger C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *Eur J Intern Med*. 2015;26:303–10.
- Hindmarsh JJ, Estes EH. Falls in Older Persons: Causes and interventions. *Arch Intern Med*. 1989;149:2217–22.
- Hupin D, Roche F, Gremeaux V, Chatard JC, Oriol M, Gaspoz JM, et al. Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥60 years: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49:1262–7.
- Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014;17:25–31.
- Marzetti E, Calvani R, Tosato M, Cesari M, Di Bari M, Cherubini A, et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2017;29:35–42.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the american college of sports medicine and the american heart association *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1435–45.
- Casas Herrero Á, Cadore EL, Martínez Velilla N, Izquierdo Redin M. El ejercicio físico en el anciano frágil: Una actualización. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*. 2015;50:74–81.
- Radaelli R, Wilhelm EN, Botton CE, Rech A, Bottaro M, Brown LE, et al. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. *Age*. 2014;36:1–11.
- Mitchell CJ, Oikawa SY, Ogborn DI, Nates NJ, MacNeil LG, Tarnopolsky M, et al. Daily chocolate milk consumption does not enhance the effect of resistance training in young and old men: A randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;40:199–202.
- Villanueva MG, He J, Schroeder ET. Periodized resistance training with and without supplementation improve body composition and performance in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114:891–905.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009. 6:e1000100.
- Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen LL, Andersen TR, Randers MB, Helge JW, et al. Positive effects of 1-year football and strength training on mechanical muscle function and functional capacity in elderly men. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:1127–38.
- Zdzieblik D, Oesser S, Baumstark MW, Gollhofer A, König D. Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: A randomised controlled trial. *Br J Nutr*. 2015;114:1237–45.
- Batista A, Monteiro CP, Borrego R, Matias CN, Teixeira FJ, Valamatos MJ, et al. Association between whey protein, regional fat mass, and strength in resistance-trained men: A cross-sectional study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019;44:7–12.
- Beurskens R, Gollhofer A, Muehlbauer T, Cardinale M, Granacher U. Effects of heavy-resistance strength and balance training on unilateral and bilateral leg strength performance in old adults. *PLoS One*. 2015;10.
- Andersen TR, Schmidt JF, Nielsen JJ, Randers MB, Sundstrup E, Jakobsen MD, et al. Effect of football or strength training on functional ability and physical performance in untrained old men. *Scand J Med Sci Sport*. 2014;24:76–85.
- Fernández-Lezaun E, Schumann M, Mäkinen T, Kyröläinen H, Walker S. Effects of resistance training frequency on cardiorespiratory fitness in older men and women during intervention and follow-up. *Exp Gerontol*. 2017;95:44–53.
- Schmidt JF, Hansen PR, Andersen TR, Andersen LJ, Hornstrup T, Krstrup P, et al. Cardiovascular adaptations to 4 and 12 months of football or strength training in 65- to 75-year-old untrained men. *Scand J Med Sci Sport*. 2014;24:86–97.