

La rehabilitación cardíaca con entrenamiento combinado mejora la fuerza de miembros inferiores después de sólo doce sesiones en adultos mayores

Cardiac rehabilitation combined training improves lower limb strength in older adults after only twelve sessions

Lady J. García^{1*}, Germán D. Ochoa² y John Duperly^{2,3}

¹Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia; ²Facultad de Medicina, Universidad de los Andes; ³Departamento de Medicina Interna, Fundación Santa Fe de Bogotá, Programa de Rehabilitación Cardíaca. Bogotá, Colombia

Resumen

Introducción: Se ha demostrado que el aumento de la fuerza muscular del cuádriceps reduce el riesgo de mortalidad cardiovascular en un 34% en pacientes con enfermedad coronaria. Dado que la masa y la fuerza muscular disminuyen progresivamente con la edad, la rehabilitación cardíaca desempeña un papel fundamental en los adultos mayores. A pesar de estos beneficios, la adherencia a los programas de rehabilitación cardíaca sigue siendo baja. Por lo tanto, es esencial implementar estrategias que no solo proporcionen los beneficios del entrenamiento de fuerza, sino que también mejoren la adherencia para optimizar los resultados en esta población. **Objetivo:** Evaluar el efecto de doce sesiones de entrenamiento concurrente en la fuerza de los miembros inferiores en adultos mayores que asisten a un programa de rehabilitación cardíaca, dos a tres veces por semana. **Materiales y método:** Se incluyeron 98 adultos mayores (≥ 60 años) (29 mujeres, 67 ± 6 años; 69 hombres, 69.83 ± 6.5 años) que asistieron a un programa de rehabilitación cardíaca en Bogotá. Fueron evaluados entre enero del 2019 y 2020 antes y después de doce sesiones de entrenamiento, que incluyeron treinta minutos de ejercicio aeróbico y quince minutos de entrenamiento de fuerza. El entrenamiento aeróbico se realizó al 60-85% de la frecuencia cardíaca máxima estimada. El entrenamiento de fuerza incluyó tres series de diez a quince repeticiones de los principales grupos musculares con un 50-70% de una repetición máxima (1-RM). La evaluación inicial y final se realizó utilizando una máquina de prensa de piernas horizontal con estimación de 1-RM según la fórmula de Brzycki. Se realizaron pruebas t pareadas para evaluar los cambios preentrenamiento y posentrenamiento. **Resultados:** Después de doce sesiones, se encontró un aumento significativo en la fuerza máxima, tanto en hombres (189.6 ± 42.6 vs. 203.0 ± 47.4 ; $p = 0.000$) como en mujeres (116.1 ± 18.8 vs. 140.6 ± 31.0 ; $p = 0.000$). **Conclusiones:** Se encontró que doce sesiones de entrenamiento concurrente mejoran la fuerza de miembros inferiores de adultos mayores en menos tiempo y con menos volumen del reportado usualmente. Este hallazgo respalda la importancia de incluir el entrenamiento de fuerza para reducir el riesgo cardiovascular en esta población.

Palabras clave: Rehabilitación cardíaca. Entrenamiento combinado. Entrenamiento de fuerza. Adultos mayores. Bajo volumen.

*Correspondencia:

Lady J. García-Ochoa
E-mail: ladygarcia@hotmail.es

Fecha de recepción: 03-08-2023

Fecha de aceptación: 19-07-2024

DOI: 10.24875/RCCAR.23000070

Disponible en internet: 06-11-2024

Rev Colomb Cardiol. 2024;31(4):230-237

www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2024 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract

Introduction: Increased quadriceps muscle strength has been shown to reduce cardiovascular mortality risk by 34% in patients with coronary heart disease. As muscle mass and strength decline progressively with age, cardiac rehabilitation plays a crucial role for older adults. Despite these benefits, adherence to cardiac rehabilitation programs remains low. Therefore, strategies that not only provide the benefits of strength training but also enhance adherence are essential for improving outcomes in this population. **Objective:** To evaluate the effect of twelve combined training sessions on lower limb strength in older adult attending a cardiac rehabilitation program two or three times per week. **Materials and method:** Patients included ninety-eight elderlies (≥ 60 years) (29 women, age: 67 ± 6 years; 69 males, age: 69.83 ± 6.5 years) attending a cardiac rehabilitation program in a university hospital in Bogotá city, Colombia. They were evaluated from January 2019-January 2020 before and after 12 training sessions two or three times per week, which included thirty minutes of cardiovascular aerobic and fifteen minutes of multifunctional strength training. Aerobic training was performed at 60-85% of the estimated maximal heart rate. Progressive resistance strength training included three sets of ten to fifteen repetitions of major muscle groups with a 50-70% estimated 1-repetition maximum (1-RM). Baseline and follow-up evaluation at the 12th. session was performed using a horizontal leg press machine with 1-RM estimation according to the Brzycki formula. Paired t-tests assessed pre/post-training changes. **Results:** After twelve training sessions, a significant maximum strength increase was found, both for men (189.6 ± 42.6 vs. 203.0 ± 47.4 ; $p = 0.000$), and women (116.1 ± 18.8 vs. 140.6 ± 31.0 ; $p = 0.000$). **Conclusions:** This study showed that twelve sessions of combined training in older adults attending a cardiac rehabilitation program improved lower limb strength in less time than usually reported. This finding supports the importance and feasibility of including strength in addition to aerobic training to reduce cardiovascular risk in this growing population.

Keywords: Cardiac rehabilitation. Combined training. Strength training. Older adults. Low volume.

Perspectivas clave

- Quince minutos de entrenamiento de fuerza, además de treinta minutos de entrenamiento aeróbico, aumentan la fuerza de los miembros inferiores en adultos mayores.
- Los volúmenes de entrenamiento bajos pueden ser suficientes para tener un impacto en la calidad de vida y la mortalidad al aumentar la fuerza de los miembros inferiores en adultos mayores con enfermedad cardiovascular. Adicionalmente, pueden ser una estrategia para aumentar la adherencia a la rehabilitación cardíaca.

La enfermedad coronaria (EC) es la primera causa de mortalidad en el mundo¹. Se ha demostrado que los programas de rehabilitación cardíaca, como un método de prevención secundaria, son una intervención costo-efectiva para limitar los efectos fisiológicos y psicológicos de la cardiopatía, minimizar el riesgo de muerte súbita, controlar los síntomas y reducir los factores de riesgo para el desarrollo de placa aterosclerótica². La participación en programas de rehabilitación cardíaca puede mejorar los resultados de supervivencia en un 21-31%², reducir las hospitalizaciones por todas las causas y los infartos miocárdicos, y mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (HRQoL, su sigla en inglés)³. Las guías del 2017 y el 2019 de la Sociedad Europea de Cardiología recomiendan la remisión a programas de rehabilitación cardíaca⁴. Sin embargo,

aproximadamente la mitad de los pacientes completan las 36 sesiones recomendadas⁵. Este porcentaje podría ser mucho menor luego de las medidas sociales recientemente instituidas para controlar el brote de SARS-CoV-2⁶. El entrenamiento de fuerza, al menos dos veces por semana, puede aumentar la fuerza máxima, el área transversal del músculo y el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\max}$) en adultos entre los 60 y 75 años^{7,8}.

Por otro lado, el entrenamiento combinado (entrenamiento de fuerza y resistencia en la misma sesión) ha aumentado la fuerza muscular en un 19.9% y la capacidad cardiorrespiratoria en un 18%, comparado con el entrenamiento de resistencia por sí solo⁹. La evidencia indica que el entrenamiento concurrente es superior al entrenamiento individual de fuerza o resistencia. Sin embargo, los pacientes de rehabilitación cardíaca son frágiles, hecho que limita su volumen de entrenamiento^{6,10}. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue determinar si un volumen bajo de entrenamiento en fuerza muscular aumenta la fuerza en los miembros inferiores en adultos mayores que asistieron a un programa de rehabilitación cardíaca. Así, se evaluó el efecto de doce sesiones de entrenamiento concurrente en la fuerza de las extremidades inferiores en adultos mayores que asistieron a un programa de rehabilitación cardíaca dos a tres veces por semana.

Materiales y método

Diseño del estudio

Se trata de un estudio analítico observacional de antes y después con recolección retrospectiva de datos. La información se obtuvo de la base de datos del Programa de Rehabilitación Cardíaca. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Fundación Santa Fe de Bogotá (número de protocolo: CCEI-13919-2022). Este estudio es reportado de acuerdo con las Guías STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

Contextos

Se reclutaron posibles participantes en la fase 2 de rehabilitación cardíaca. Los sujetos del estudio asistieron al Programa de Rehabilitación Cardíaca de la Fundación Santa Fe de Bogotá entre enero del 2019 y marzo del 2020. Los pacientes fueron instruidos a completar las 36 sesiones recomendadas, y se les hizo seguimiento a todos durante las primeras doce semanas. Los datos se recogieron a diario y fueron transcritos por miembros del equipo.

Participantes

Una cohorte de 535 pacientes asistió al Programa de Rehabilitación Cardíaca de la Fundación Santa Fe de Bogotá entre enero del 2019 y marzo del 2020. Solo se incluyeron aquellos que completaron doce sesiones de entrenamiento. Los criterios de elegibilidad incluyeron adultos mayores según la Organización Mundial de la Salud (≥ 60 años)¹¹, con diagnóstico de enfermedad cardiovascular o alto riesgo cardiovascular de acuerdo con la escala de Framingham de riesgo de enfermedad coronaria. Se excluyeron pacientes que tuvieran cualquier contraindicación para las pruebas de una repetición máxima (1-RM): aneurismas, cirugía reciente de espalda o rodilla, reemplazo de cadera, dolor no controlado y aquellos incapaces de seguir las indicaciones, o con problemas ergonómicos.

Variables

El resultado primario fue la fuerza 1-RM medida antes y después de doce sesiones de entrenamiento. Otros resultados incluyeron una evaluación de la adherencia de los participantes a la duración del estudio y el total del programa de rehabilitación cardíaca.

Entre los posibles factores de confusión estaba el ejercicio no supervisado por fuera del programa, y las variables modificadoras del efecto incluyeron la cantidad de proteína ingerida.

Programa de entrenamiento

Evaluación inicial: los participantes se presentaron a la institución el primer día de ingreso y se les tomaron medidas antropométricas, incluidas talla, peso y perímetro abdominal. Se realizó la evaluación inicial y final de la 1-RM el primer día de admisión al programa. Antes de iniciar, se les recordó el objetivo de la prueba y la importancia junto con la técnica de respiración para evitar las maniobras de Valsalva. Fueron monitorizados con telemetría cardíaca. Igualmente, se les pidió que informaran de cualquier dolor durante la prueba, y recibieron instrucciones para que apoyaran completamente la espalda, con las rodillas en un ángulo de 90°. alineadas con los hombros, sosteniendo los agarres laterales con las manos. La prueba inició con un calentamiento de diez a quince repeticiones con el 50% del peso corporal. Este peso se aumentó progresivamente en incrementos de treinta libras, y cada vez se le pidió al paciente que realizara tantas repeticiones como le fuera posible, con un máximo de diez. La prueba concluyó cuando el individuo ya no podía realizar diez repeticiones, o no se realizaban con la técnica correcta. Se utilizó la fórmula de Brzycki para calcular la 1-RM teórica:

$$1-RM = \frac{100 * \text{Peso levantado}}{(102.78 - [2.78 * \# \text{ de repeticiones}])}$$

Entrenamiento combinado: los pacientes entrenaron de acuerdo con el protocolo de rehabilitación cardíaca. Las sesiones duraban una hora, dos o tres veces por semana. Cada sesión incluía entrenamiento concurrente, ejercicios de estabilidad y flexibilidad antes de cada entrenamiento, y signos vitales (tensión arterial, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, y glucosa si el paciente había utilizado insulina). Todos fueron monitorizados con telemetría. En las primeras sesiones, fueron entrenados para interpretar la escala de Borg para hacer ajustes a la intensidad del entrenamiento. El entrenamiento aeróbico con duración de treinta minutos se realizó en una banda sinfín o en una bicicleta estática, según la preferencia del paciente. Los primeros cinco minutos se dedicaron al calentamiento, y la intensidad fue aumentando progresivamente de acuerdo con las instrucciones del fisioterapeuta. La frecuencia cardíaca, la valoración del

esfuerzo percibido y el dolor fueron monitorizados a través de todo el entrenamiento. En cuanto al entrenamiento de fuerza, este tuvo una duración de quince minutos con 50-70% 1-RM utilizando diez a quince repeticiones en la máquina de prensa de piernas horizontal con trabajo complementario con bandas elásticas, pesas libres y máquinas de entrenamiento de fuerza. La recuperación se hizo con ejercicios de estabilidad y entrenamiento de flexibilidad.

Sesgo: se hizo un esfuerzo por manejar potenciales fuentes de sesgo, las cuales fueron identificadas como sesgos de selección, ejecución y medición. Para la primera, se eligió a todos los pacientes mayores de 60 años que tuvieran una medición de 1-RM inicial y a las doce semanas. Para la segunda y tercera, se utilizó un equipo entrenado en el protocolo de rehabilitación cardíaca de la institución. Esto permitió aplicar el entrenamiento de manera similar a todos los participantes.

Tamaño de la muestra: se calculó la muestra para alcanzar un poder del 80% y un intervalo de confianza del 95% con una delta previamente descrita¹². La significancia se estableció en un valor de p menor a 0.05.

Análisis estadístico

El análisis se realizó mediante el software estadístico *Statistical Package for Social Science*® (SPSS). Para las variables cuantitativas se calculó la media y desviación estándar. Los datos antes y después se compararon con la prueba t para muestras relacionadas. Se excluyeron del análisis pacientes con datos faltantes en cuanto a las mediciones de 1-RM. Si faltaba cualquier otro dato, se incluyó el paciente y se especificaron los datos que faltaban en la sección de resultados.

Resultados

Una cohorte de 535 pacientes asistió al Programa de Rehabilitación Cardíaca de la Fundación Santa Fe en Bogotá entre enero del 2019 y marzo del 2020. De estos, 250 participantes, o fueron excluidos por los criterios de exclusión, o no se presentaron a la prueba. En total, 285 pacientes realizaron las pruebas iniciales. De estos, 178 completaron doce sesiones de entrenamiento. Sin embargo, luego de excluir a los menores de 60, finalmente se obtuvieron 98 datos para analizar (Fig. 1). Dado que también se buscaban tasas de adherencia, se evaluó el número de pacientes de la cohorte inicial que completaron 24, 36 y 60 sesiones. La mayoría de los pacientes no acudieron a las pruebas

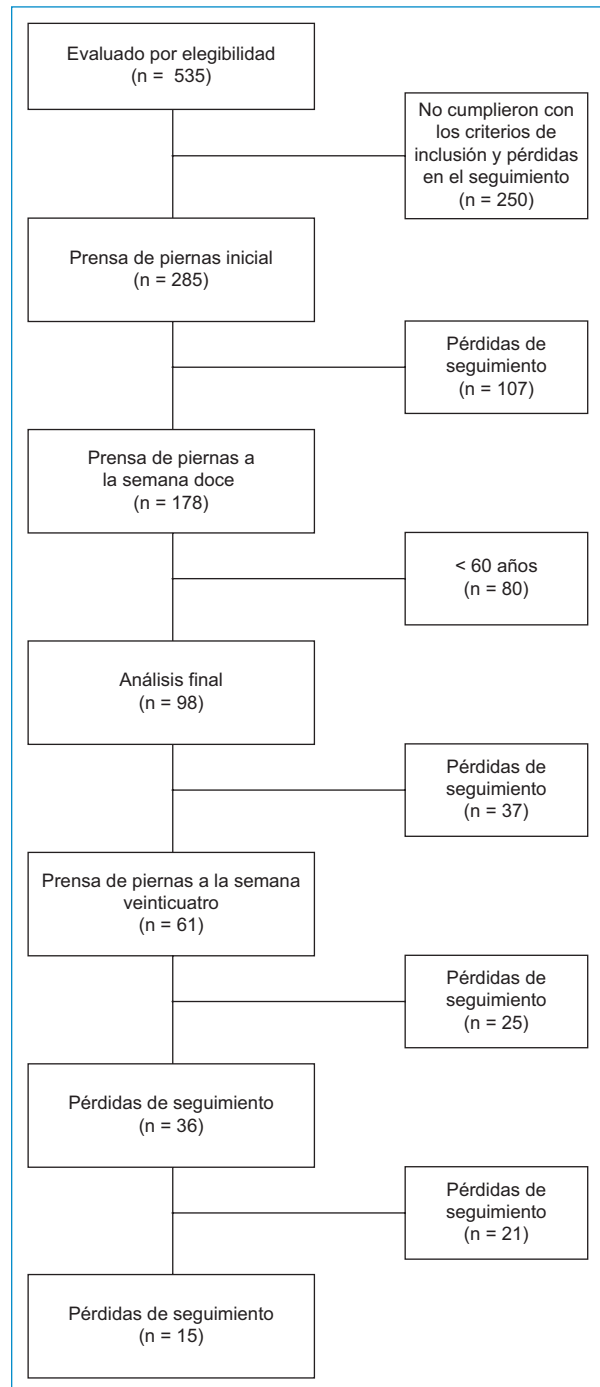


Figura 1. Flujograma del estudio.

posteriores, y los investigadores no pudieron obtener las razones específicas de su ausencia. Un total de 98 participantes resultaron elegibles para el análisis. Las características de estos se listan en la tabla 1. Se incluyeron más hombres (n = 69) que mujeres (n = 29). La mayoría de la cohorte se encontraba entre los 60 y 69 años de edad, tenía sobrepeso leve (IMC promedio:

Tabla 1. Características iniciales de la población de estudio

	Hombres (n = 69)	Mujeres (n = 29)	Total (n = 98)
Edad	69.83 ± 6.5	66.79 ± 5.07	68.29 ± 6.1
Grupos etarios			
60-69, %	37 (53.6)	22 (75.9)	59 (60.2)
70-79, %	28 (40.6)	7 (24.1)	35 (35.7)
> 80, %	4 (5.8)	0 (0)	4 (4.1)
Peso, kg	76.2 ± 10.6	62.5 ± 9.9	72.1 ± 12.1
Talla, m	1.69 ± .06	1.6 ± .04	1.6 ± .08
IMC, kg/m ²	26.4 ± 3.4	25.3 ± 4.1	26.1 ± 3.6
PA, cm	99.2 ± 9.5	90.4 ± 9.7	96.5 ± 10.3
Fracción de eyección, %	55.7 ± 11.7	61.9 ± 5.6	57.7 ± 10.6
Comorbilidades			
Dislipidemia	44 (63.8)	18 (62.1)	62 (63.3)
Antecedente de tabaquismo	25 (36.2)	4 (13.8)	29 (29.6)
Disglucemia	29 (42.0)	11 (37.9)	40 (40.8)
Hipertensión arterial	48 (69.6)	18 (62.1)	68 (69.4)
Ansiedad/Depresión	0 (0.0)	1 (3.4)	1 (1)
Sedentarismo	35 (50.7)	16 (55.2)	51 (52)
Sobrepeso	38 (55.1)	13 (44.8)	51 (52)
Tabaquismo actual	2 (2.9)	0 (0.0)	2 (2)
Diagnóstico, %			
Arritmia	5 (7.2)	3 (10.3)	8 (8.2)
EAC	17 (24.6)	3 (10.3)	20 (20.4)
IAMCEST	13 (18.8)	3 (10.3)	16 (16.3)
IAMSEST	20 (29.0)	4 (13.8)	24 (24.5)
ICFEr	7 (10.1)	0 (0.0)	7 (7.1)
ICFEp	1 (1.4)	3 (10.3)	4 (4.1)
Riesgo cardiovascular alto	2 (2.9)	4 (13.8)	6 (6.1)
Síncope	0 (0.0)	3 (10.3)	3 (3.1)
Valvulopatía	2 (2.9)	0 (0.0)	2 (2.0)
Otro	2 (2.9)	6 (20.7)	8 (8.2)

EAC: enfermedad de las arterias coronarias; IAMCEST: infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST; IAMSEST: infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST; ICFEr: insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada; ICFEp: insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida; IMC: índice de masa corporal; PA: perímetro abdominal. Se presentan los datos como media ± DE o n (%).

26.10 ± 3.65) y un perímetro abdominal aumentado, tanto hombres como mujeres, según los puntos de corte colombianos. Seis pacientes masculinos no tenían datos de perímetro abdominal. La fracción de eyección media clasifica a los pacientes en fracción de eyección media clasificada a los pacientes en fracción de eyección preservada (≥ 50%) (media 57.67 ± 10.63), con las mujeres en un valor más alto; sin embargo, siete pacientes masculinos tenían una fracción de eyección reducida (≤ 40%). Cabe anotar que diez hombres no tenían un valor de fracción de eyección en sus historias clínicas. La prevalencia de comorbilidades más prevalentes fue la siguiente: dislipidemia (63.3%), hipertensión arterial (69.4%), sedentarismo

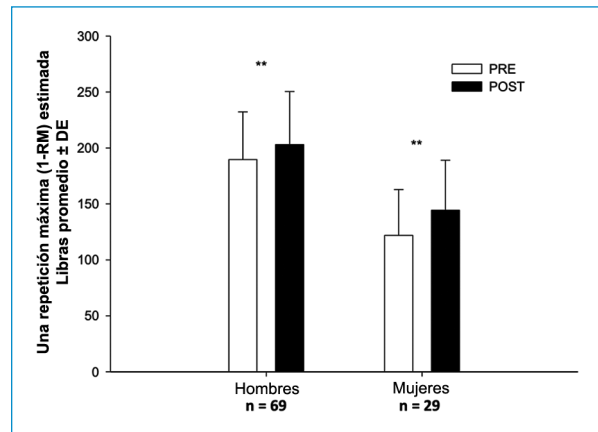


Figura 2. El efecto de doce sesiones de entrenamiento concurrente en la fuerza de miembros inferiores en adultos mayores que asistían a un programa de rehabilitación cardíaca. Las evaluaciones de fuerza se realizaron con una máquina horizontal de prensa de piernas con una repetición máxima (1-RM) de acuerdo con la fórmula Brzycki. **: p < 0.001; X: promedio; DE: desviación estándar.

(52%) y sobrepeso (52%). Los pacientes también eran fumadores actuales o tenían antecedentes de tabaquismo (n = 2, 2.9%; n = 29, 29.6, respectivamente), y solo uno tenía antecedentes de ansiedad/depresión. Finalmente, cerca de la mitad de los pacientes ingresó al programa con un diagnóstico de síndrome coronario (enfermedad de las arterias coronarias [EAC]: 20.4%, infarto de miocardio sin elevación del segmento ST [IMSEST]: 24.5%, infarto de miocardio con elevación del segmento ST [IAMCEST]: 16.3%) enfermedades cardiovasculares (Tabla 1).

Fuerza en miembros inferiores: hubo un aumento significativo en la fuerza de miembros inferiores calculado por el 1-RM luego de doce sesiones (antes: 170.7 ± 5.38 y después: 186.5 ± 5.10; p < 0.001) sin diferencias entre hombres y mujeres (Fig. 2).

Adherencia al ejercicio T3: la adherencia global fue del 12.63% al finalizar las sesenta semanas de entrenamiento. Los porcentajes disminuyeron con el paso de las semanas (55.1%, 34.3%, 20.2% y 8.4% en las 12, 24, 36 y 60, respectivamente) (Fig. 1). De 535 pacientes iniciales, 177 tuvieron una contraindicación para realizar la prueba inicial; para los 73 restantes no se halló una razón para no haber realizado la prueba inicial. Se perdieron 107 pacientes en el transcurso del estudio, quienes no llegaron hasta las pruebas de la semana doce. De este número, ochenta pacientes tenían menos de sesenta años y fueron excluidos del análisis. Al final, se obtuvieron noventa y ocho datos

elegibles para el análisis. También se hizo seguimiento de los pacientes que llegaron a las semanas 24 (n = 61), 36 (n = 36) y 60 (n = 15).

Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar si la integración de tan solo quince minutos de entrenamiento de fuerza en una sesión de entrenamiento concurrente de una hora podría mejorar la fuerza de los miembros inferiores en pacientes mayores que participaban en un programa de rehabilitación cardíaca. Los hallazgos sugieren que este régimen de entrenamiento es suficiente para producir mejoras significativas antes y después de doce semanas de entrenamiento. Además, se buscó evaluar la adherencia de los participantes al programa, y se observó que para la semana doce, el 87% de los pacientes asistía a las sesiones. Sin embargo, la adherencia disminuyó con el tiempo, y tan solo un 47% seguía en el programa para la semana 24. Esta tendencia continuó, con tasas de adherencia que bajaron hasta el 20.2% y 8.4% a las semanas 36 y 60, respectivamente. Estos hallazgos tienen implicaciones prácticas para el diseño de programas de entrenamiento concurrente para pacientes en rehabilitación cardíaca, enfatizando la importancia de optimizar la fuerza muscular en esta población para mejorar potencialmente la adherencia, dada la brevedad de las sesiones de ejercicio.

La frecuencia y el volumen del entrenamiento son factores fundamentales en el entrenamiento de fuerza¹³. El volumen, que denota el total de repeticiones multiplicado por la resistencia empleada (en kilogramos), es una métrica ampliamente utilizada para la periodización del entrenamiento¹⁴. Se resalta que existe una relación directa en forma de U entre el volumen semanal y los logros del entrenamiento de fuerza, con una superioridad demostrada de la realización de tres a cuatro series comparada con una o dos¹⁴. Tales consideraciones son especialmente relevantes dada la reducción distintiva en fuerza muscular asociada al envejecimiento. Las intervenciones de entrenamiento de fuerza han sido prometedoras en mejorar varias facetas de la salud de los adultos mayores, abarcando el funcionamiento físico, el bienestar mental, el manejo del dolor y la participación social¹⁵.

La rehabilitación cardíaca reduce la mortalidad en un 21 a un 31%². Esto es relevante considerando que alrededor del 20 al 60% de adultos mayores tienen enfermedades cardiovasculares y fragilidad, los cuales están relacionados entre sí y tienen un impacto

negativo en la autoeficacia y la calidad de vida, con un aumento en los eventos adversos fatales y no fatales¹⁰. Además de sus efectos directos, la rehabilitación cardíaca contribuye a reducciones notables en tensión arterial, triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad y niveles totales de colesterol. Además, se correlaciona con optimización de los parámetros metabólicos, como la sensibilidad a la insulina y la depuración de glucosa¹⁶. Estos beneficios tienen un significado especial para individuos con comorbilidades asociadas con el síndrome metabólico y un mayor riesgo de mortalidad.

El entrenamiento de fuerza surge como una intervención prometedora para aumentar la salud global de los adultos mayores, especialmente de aquellos que tienen limitaciones funcionales atribuidas a enfermedades subyacentes como las de las arterias coronarias. A pesar de sus posibles beneficios, barreras como el dolor, la fatiga, la falta de información, problemas de transporte, el costo, la adherencia y limitaciones por falta de remisión impiden la participación en programas de rehabilitación cardíaca¹⁷. Algunos estudios muestran tasas de no remisión de hasta el 79% en pacientes con una clara indicación para la rehabilitación cardíaca¹⁸. Una estrategia para abordar estas barreras involucra la prescripción de entrenamientos escuetos, pero efectivos, enfocados en aumentar la fuerza muscular. Este tipo de abordaje no solo fomenta la adherencia al establecer metas alcanzables, sino que también tiene posibles implicaciones en la reducción de la mortalidad y en la mejoría en la calidad de vida y del manejo de los factores de riesgo. Estos resultados demuestran que este volumen de entrenamiento es suficiente para mostrar diferencias significativas antes y después de doce semanas de entrenamiento.

Los programas de rehabilitación cardíaca normalmente abarcan treinta y seis sesiones; sin embargo, las tasas de finalización siguen siendo bajas¹⁹. Colombia presenta bajas tasas de cobertura, donde menos del 10% de los individuos elegibles acceden a los servicios de rehabilitación cardíaca²⁰. Estudios previos han identificado barreras a la participación que incluyen malestar asociado al ejercicio, falta de sensibilización acerca de la rehabilitación cardíaca, limitaciones económicas, problemas de transporte y falta de remisión por parte de los profesionales de la salud¹⁷. Castillo Vergara y Lobo¹⁸ mostraron que, entre 180 pacientes con una clara indicación para la rehabilitación cardíaca, el 79% no tenía una orden de remisión, y solo nueve completaron las 36 sesiones. De manera coherente con estos hallazgos, nuestro estudio mostró

una tasa de finalización del 8.4% a la semana 60, con tasas de adherencia del 55.1%, 34.3% y 20.2% a las semanas 12, 24 y 36, respectivamente. Dado el importante descenso de la adherencia a lo largo del tiempo, con más del 50% de los participantes perdidos en la semana 12, es imprescindible aprovechar eficazmente el compromiso inicial. Enfatizar las estrategias para maximizar la adherencia, como la incorporación de entrenamientos cortos y eficaces, durante las primeras semanas es crucial para mejorar la retención a largo plazo y optimizar el impacto global del programa.

Varias de las guías de actividad física recomiendan que los adultos participen en actividades de fortalecimiento muscular al menos dos veces por semana¹⁴. Los metaanálisis que evalúan el impacto del entrenamiento de fuerza en varios resultados de salud han mostrado, de manera sistemática, reducciones en el riesgo de mortalidad por todas las causas, mortalidad por enfermedad cardiovascular y mortalidad por cáncer con sesiones de entrenamiento de treinta a sesenta minutos^{3,4}. Aunque la rehabilitación cardíaca típicamente implica un seguimiento mediano de doce meses, la evidencia sugiere que aún períodos de seguimiento a corto plazo (seis a doce meses) ofrecen reducciones en las tasas de hospitalización por todas las causas³. Dada la duración más corta del seguimiento en nuestro estudio, el haber encontrado mejoras en la fuerza de miembros inferiores tiene implicaciones para la mitigación indirecta del riesgo de mortalidad por todas las causas²¹.

Pocos estudios han investigado el efecto del entrenamiento de fuerza con este volumen. Se han reportado mejoras discretas en el estado físico con menos de 36 sesiones, comparado con duraciones más largas²². Por ejemplo, Sandercock et al.²² mostraron mejoras discretas en el estado físico al comparar menos de 36 sesiones vs. duraciones más largas, un patrón similar al que se observa al comparar duraciones de menos de doce semanas con las más largas. Además, los estudios han mostrado mejoras en pruebas de fuerza isométrica máxima después de apenas 20.4 ± 3.2 días de entrenamiento con una serie de ocho a doce repeticiones a un 60% de una repetición máxima²³. Sin embargo, no se realizó una medición objetiva de hipertrofia muscular, lo que representa una importante limitación que se describe a continuación. De manera similar, otros estudios que evalúan la adición de entrenamiento de fuerza (una a dos series de ocho a diez repeticiones a un 55% 1-RM aumentando un 2.5% por semana) a los ejercicios aeróbicos en adultos mayores que han sufrido un infarto de miocardio reciente han

reportado mejoras significativas en la fuerza de extensión de los miembros inferiores luego de tan solo ocho semanas de entrenamiento²⁴. Nuestros hallazgos concuerdan con estas recomendaciones, pues se observaron mejoras notables en un plazo de tiempo más breve (cuatro semanas).

Un aspecto crucial, que amerita atención, es el efecto profundo del envejecimiento en las habilidades funcionales como sentarse, pararse, subir escaleras y caminar. El declive en estas habilidades funcionales en el envejecimiento resalta la importancia de integrar una medición validada de la capacidad funcional en futuros estudios. Estas pruebas han mostrado una asociación con el riesgo de caídas, hospitalización, ingreso a hogares geriátricos, estado de salud, función física, capacidad de realizar actividades de la vida diaria e incluso, dominios cognitivos²⁵. Por lo tanto, al incorporar evaluaciones de las habilidades funcionales, tales como la pruebas de «levántate y anda», postura en una sola pierna, sentarse y pararse, y velocidad de la marcha, entre otros, es posible obtener un entendimiento más profundo de cómo las intervenciones como el entrenamiento de fuerza impactan no sólo en la fuerza muscular, sino también en la independencia funcional en general y en la calidad de vida de la población de adultos mayores en rehabilitación cardíaca.

Además, es esencial reconocer el impacto de la pandemia por COVID-19 en la capacidad funcional de los adultos mayores. La pandemia ha exacerbado los retos existentes que enfrenta esta población, incluyendo las limitaciones en movilidad y actividad física. La evidencia reciente sugiere que durante y después de este período, muchos adultos mayores experimentaron limitaciones en sus actividades por su vulnerabilidad al COVID-19 agudo. Existe evidencia de que la pandemia ocasionó un cambio radical en el estilo de vida de los adultos mayores, que condujo a una actividad física reducida^{26 y 27}. Este contexto resalta la importancia de intervenciones tales como el entrenamiento de fuerza para mantener y mejorar las habilidades funcionales en los adultos mayores sometidos a la rehabilitación cardíaca.

Este estudio tiene limitaciones que ameritan reconocimiento. Primero, no se midió la hipertrofia muscular directamente. Al no tener un método estandarizado para evaluar la masa muscular, no se pudo distinguir entre un aumento de fuerza por eficiencia muscular²⁸ o por crecimiento muscular como tal. Sin embargo, es plausible que ambos factores desempeñen un papel en los resultados observados.

Otra limitación es la falta de control sobre la ingesta de proteína dietaria entre los participantes. Esto es significativo porque la ingesta de proteína afecta la masa muscular y el aumento de fuerza²⁹. Aunque todos los pacientes recibieron orientación nutricional al ingreso al programa, con un énfasis en el consumo de frutas, verduras y proteína, junto con una desincentivación al consumo de comidas ultraprocesadas, las diferencias individuales en los hábitos alimenticios pueden haber afectado los resultados³⁰.

Además, a los participantes se les dio la libertad de elegir entre ejercicios en bicicleta estática o en banda sinfín. Algunos estudios han mostrado que, especialmente en el adulto mayor, el entrenamiento aeróbico podría inducir hipertrofia muscular³¹. Por otra parte, también existe alguna evidencia de que el tipo de entrenamiento aeróbico (correr vs. ciclismo) en una población no entrenada puede tener diferentes efectos³¹. Esta variabilidad en la elección de ejercicio podría introducir factores de confusión en los resultados. Finalmente, la población de estudio estuvo conformada principalmente por hombres, con un pequeño porcentaje representando a las mujeres. Dado que las enfermedades cardiovasculares han venido aumentando entre las mujeres en los últimos años, la falta de representación de ellas en esta población de estudio limita la generalización de los hallazgos.

Conclusiones

Se ha demostrado que un tiempo de entrenamiento muy breve puede aumentar la fuerza muscular de manera efectiva en adultos mayores con enfermedades cardíacas. Estos resultados pueden contribuir a estrategias futuras para mejorar la adherencia a programas de rehabilitación cardíaca y aun así generar los beneficios del entrenamiento de fuerza. De manera importante, el aumento observado en la fuerza muscular se puede traducir en una mejor capacidad funcional, independencia y calidad de vida general para esta población.

Financiamiento

Los autores declaran que no han recibido financiamiento.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se ajustaron a las guías del comité de ética en investigación clínica relevante y las del código de ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki).

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su sitio de trabajo en cuanto a la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido consentimiento informado por escrito de los pacientes o sujetos mencionados en este artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Referencias

- Pereira Rodriguez J, Peñaranda Florez DG, Pereira Rodriguez R, Velásquez Badillo X, Quintero Gómez J, Santamaría Pérez K, Sanchez Cajero O, Avendaño Aguilar J, et al. Consenso mundial sobre las guías de intervención para rehabilitación cardíaca. *Rev. cuba. cardiol. cir. cardio-vasc.* 2020; 26 (1)
- Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, Davos CH, Hansen D, Frederix I, et al. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol.* 2021 May 14;28(5):460-495.
- Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Nov 6;11(11)
- Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2020 Jan 14;41(3):407-477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425. Erratum in: *Eur Heart J.* 2020 Nov 21;41(44):4242.
- Ruano-Ravina A, Pena-Gil C, Abu-Assi E, Raposeiras S, van 't Hof A, Meindersma E, et al. Participation and adherence to cardiac rehabilitation programs. A systematic review. *Int J Cardiol.* 2016 Nov 15;223:436-443
- Peters RJG. Cardiac rehabilitation and telemedicine (and COVID-19). *Neth Heart J.* 2020 Sep;28(9):441-442.
- Ferrari R, Krueger LF, Cadore EL, Alberton CL, Izquierdo M, Conceição M, et al. Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. *Exp Gerontol.* 2013 Nov;48(11):1236-42.
- Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med.* 2017;376:1943-1955.
- Xanthos PD, Gordon BA, Kingsley MI. Implementing resistance training in the rehabilitation of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2017;230:493-508.
- Afilalo J. Evaluating and Treating Frailty in Cardiac Rehabilitation. *Clin Geriatr Med.* 2019 Nov;35(4):445-457.
- Rudnicka E, Napierała P, Podfigurna A, Męczałski B, Smolarczyk R, Grymowicz M. The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. *Maturitas.* 2020 Sep;139:6-11.
- Loprinzi PD. Lower extremity muscular strength, sedentary behavior, and mortality. *Age (Dordr).* 2016 Apr;38(2):32.
- Iversen VM, Norum M, Schoenfeld BJ, Fimland MS. No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports Medicine.* 2021;51(10): 2079-2095.
- American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Mar;41(3):687-708.

15. Khodadad Kashi S, Mirzazadeh ZS, Saatchian V. A systematic review and meta-analysis of resistance training on quality of life, depression, muscle strength, and functional exercise capacity in older adults aged 60 years or more. *Biol Res Nurs*.2023;25(1):88-106.
16. Williams MA, Stewart KJ. Impact of strength and resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults. *Clin Geriatr Med*. 2009; Nov;25(4):703-14
17. Sánchez-Delgado Juan Carlos, Angarita-Fonseca Adriana, Jácome Hortúa Adriana, Malaver-Vega Yésica, Schmalbach-Aponte Erick, Díaz-Díaz Catalina. Barreras para la participación en programas de rehabilitación cardíaca en pacientes sometidos a revascularización percutánea por enfermedad coronaria. *Rev. Colomb. Cardiol*. 2016;23(2):141-147.
18. Grima-Serrano A, García-Porrero E, Luengo-Fernández E, León Latre M. Preventive cardiology and cardiac rehabilitation. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64 Suppl 1:66-72.
19. Rengo JL, Savage PD, Barrett T, Ades PA. Cardiac rehabilitation participation rates and outcomes for patients with heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2018 Jan;38(1):38-42.
20. Anchique Claudia V, Pérez-Terzic Carmen, López-Jiménez Francisco, Cortés-Bergoderi Mery. Estado actual de la rehabilitación cardiovascular en Colombia (2010). *Rev. Colomb. Cardiol*. 2011;18(6): 305-315.
21. Kamiya K, Masuda T, Tanaka S, Hamazaki N, Matsue Y, Mezzani A, et al. Quadriceps strength as a predictor of mortality in coronary artery disease. *Am J Med*. 2015 Nov;128(11):1212-9
22. Sandercock G, Hurtado V, Cardoso F. Changes in cardiorespiratory fitness in cardiac rehabilitation patients: a meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2013 Aug 10;167(3):894-902.
23. Busch JC, Lillou D, Wittig G, Bartsch P, Willemsen D, Oldridge N, et al. Resistance and balance training improves functional capacity in very old participants attending cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery. *J Am Geriatr Soc*. 2012 Dec;60(12):2270-6.
24. Hung C, Daub B, Black B, Welsh R, Quinney A, Haykowsky M. Exercise training improves overall physical fitness and quality of life in older women with coronary artery disease. *Chest*. 2004 Oct;126(4):1026-31.
25. Coelho-Junior HJ, Rodrigues B, Gonçalves IO, Asano RY, Uchida MC, Marzetti E. The physical capabilities underlying timed "Up and Go" test are time-dependent in community-dwelling older women. *Exp Gerontol*. 2018 Apr;104:138-46
26. Markotegi M, Irazusta J, Sanz B, Rodríguez-Larrad A. Effect of the COVID-19 pandemic on the physical and psychoaffective health of older adults in a physical exercise program. *Exp Gerontol*. 2021 Nov;155:111580.
27. Roschel H, Artioli GG, Gualano B. Risk of increased physical inactivity during COVID-19 outbreak in older people: a call for actions. *J Am Geriatr Soc*. 2020 Jun;68(6):1126-8.
28. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *J Appl Physiol* (1985). 2002 Jun;92(6):2309-18.
29. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017 Jun 20;14:20.
30. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. 2015–2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. December 2015
31. Schoenfeld B. Science and Development of Muscle Hypertrophy. United States: Human Kinetics; 2021.