

Efecto de un programa de ejercicio aeróbico más fuerza muscular de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular

Effect of a Phase II Cardiovascular Rehabilitation program of aerobic exercise plus muscle strength on the aerobic endurance and muscle strength of older adults with cardiovascular disease

Filiación:

¹Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, Caja Costarricense de Seguro Social, San José, Costa Rica.

Correspondencia: Franklin Heyden-López, correo electrónico: fheyden@ccss.sa.cr

Financiamiento: ninguno.

Conflictos de Interés: el autor declara que este artículo es original y se basa en la Tesis de Post-grado de su misma autoría: "Efecto de un programa de ejercicio combinado de rehabilitación cardiovascular fase II, sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza de adultos mayores con enfermedad cardiovascular", presentada en la Universidad Nacional sistema de estudios de posgrado, posgrado en salud integral y movimiento humano facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Costa Rica.

Forma de citar: Heyden-López F. Efecto de un programa de ejercicio aeróbico más fuerza muscular de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. Rev Ter [Internet]. 2024;18(2):79-90.

Abreviaturas: CCSS, Caja Costarricense de Seguro Social; EAC, enfermedad arterial coronaria; HNGG, Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología; METs, equivalente metabólico; PE, prueba de esfuerzo; PC6M, prueba caminata seis minutos; PRCV, programa de rehabilitación cardiovascular; VO₂, consumo de oxígeno.

Fecha de envío: 16 de febrero del 2024.

Fecha de aceptación: 10 de junio del 2024.

Franklin Heyden-López¹ ✉.

Resumen

Introducción: las enfermedades cardiovasculares presentan la primera causa de muerte a nivel mundial y nacional. La rehabilitación cardiovascular es un proceso terapéutico que reduce síntomas, morbi-mortalidad, mejora la capacidad funcional, la calidad de vida y el bienestar psicológico de las personas con Enfermedad cardiovascular. Los programas de rehabilitación cardiovascular tradicionalmente incluyen la educación sanitaria enfocado en el control de factores de riesgo cardiovasculares, el entrenamiento físico, con trabajo aeróbico más la intervención psicosocial, sin incluir el componente de fuerza. **Objetivo:** determinar el efecto de un programa de ejercicio aeróbico más fuerza muscular de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular **Metodología:** estudio observacional descriptivo, retrospectivo. Se tomaron los resultados pre y post de 199 adultos mayores que participaron del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, entre 2014 y 2019, se revisaron datos de resistencia aeróbica y fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. El programa consistió en dos grupos que realizaron 24 y 32 sesiones de trabajo que incluyó, entrenamiento aeróbico y fuerza muscular. Se realizó análisis de varianza ANOVA mixta para cada variable, los resultados se expresan como promedio \pm desviación estándar, nivel de significancia establecido en $p \leq 0,05$. **Resultados:** se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la Resistencia aeróbica [Caminata seis minutos (Distancia recorrida mejoró con magnitud de cambio de 45,8 m, $p < 0,001$; el consumo de oxígeno (VO₂) mejoró con magnitud de cambio de 1 ml/kg/min, $p < 0,001$; el equivalente metabólico (METs) logrado mejoró con magnitud de cambio de 0,21, $p < 0,001$). Prueba de esfuerzo (METs alcanzado mejoró con magnitud de cambio de 2,26, $p < 0,001$; VO₂ mejoró con magnitud de cambio de 5,49 ml/kg/min, $p < 0,001$); así como en la fuerza muscular (repeticiones miembros inferiores mejoró con magnitud de cambio de 2,46 repeticiones, $p < 0,001$; repeticiones miembros superiores mejoró con magnitud de cambio de 3,24 repeticiones, $p < 0,001$; percentil miembros inferiores mejoró con magnitud de cambio de 18,88%, $p < 0,001$; percentil miembros superiores mejoró con magnitud de cambio de 21,48%, $p < 0,001$). **Conclusión:** un programa de ejercicio combinado de rehabilitación cardiovascular fase II podría mejorar la resistencia aeróbica,

así como la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

Palabras clave: Rehabilitación cardiovascular, resistencia aeróbica, fuerza muscular.

Abstract

Introduction: cardiovascular diseases are the leading cause of death worldwide and nationally. Cardiovascular rehabilitation is a therapeutic process that reduces symptoms, morbidity and mortality, improves functional capacity, quality of life and psychological well-being of people with cardiovascular disease. Cardiovascular rehabilitation programs traditionally include health education focused on the control of cardiovascular risk factors, physical training, with aerobic work plus psychosocial intervention, without including the strength component.

Objective: to determine the effect of an aerobic exercise plus muscle strength program of Phase II Cardiovascular Rehabilitation on the aerobic resistance and muscle strength of older adults with cardiovascular disease.

Methodology: descriptive, retrospective observational study. The pre and post results of 199 older adults who participated in the Phase II Cardiovascular Rehabilitation Program of the National Hospital of Geriatrics and Gerontology were taken, between 2014 and 2019, aerobic resistance and muscle strength data of older adults with cardiovascular disease were reviewed. The program consisted of two groups that carried out 24 and 32 work sessions that included aerobic training and muscle strength. Mixed ANOVA analysis of variance was performed for each variable, the results are expressed as average \pm standard deviation, significance level set at $p \leq 0.05$.

Results: statistically significant differences were identified in Aerobic Endurance [Six minutes' walk (Distance walked improved with a magnitude of change of 45.8 m, $p < 0.001$; oxygen consumption (VO_2) improved with a magnitude of change of 1 ml/kg /min, $p < 0.001$; achieved metabolic equivalent (METs) improved with magnitude of change of 0.21, $p < 0.001$). Stress test (METs achieved improved with magnitude of change of 2.26, $p < 0.001$; VO_2 improved with magnitude of change of 5.49 ml/kg/min, $p < 0.001$); as well as in muscle strength (lower limb repetitions improved with magnitude of change of 2.46 repetitions, $p < 0.001$; upper limb repetitions improved with magnitude of change of 3.24 repetitions, $p < 0.001$; lower limb percentile improved with magnitude of change of 18.88%, $p < 0.001$; upper limb percentile improved with magnitude of change of 21.48%, $p < 0.001$). **Conclusion:** a combined phase II cardiovascular rehabilitation exercise program could improve aerobic endurance as well as muscle strength in older adults with cardiovascular disease. Conclusion: a combined phase II cardiovascular rehabilitation exercise program could improve aerobic endurance as well as muscle strength in older adults with cardiovascular disease.

Key words: Cardiovascular rehabilitation, aerobic resistance, muscular strength.

Introducción

En el 2013 la prevalencia total de enfermedad arterial coronaria (EAC) en estadounidenses mayores de 20 años fue de 6,2%, las proyecciones muestran que para el 2030 esta cifra puede llegar al 18%; para ese mismo año, la tasa general de mortalidad por 100.000 personas por EAC fue de

102,6 para los Estados Unidos, 140,8 para Austria, 90,3 para el Reino Unido y 111,2 para Alemania¹.

La Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS)², reporta que las enfermedades cardio vasculares (ECV) presentan la primera causa de muerte a nivel nacional. Esta institución estima que anualmente fallecen 5900 personas por estos padecimientos. El Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología

(HNGG) reporta que en el 2018 las enfermedades cardiovasculares ocupan el segundo lugar de egresos según causa principal de enfermedad y el segundo lugar en defunciones³.

El sedentarismo propicia la aparición de factores de riesgo cardiovasculares, Guthold (2018)⁴, menciona que esta condición afecta a la población mundial, el mismo autor clasifica a Costa Rica como el sexto país más sedentario del mundo. Lo anterior concuerda con lo reportado por Araya (2020)⁵, quien menciona que en la población costarricense conforme se avanza en edad, se reduce el nivel de actividad física, desde la infancia hasta el grupo de edad de 65 años o más. La literatura también hace referencia a que la mayoría de las ECV pueden prevenirse reduciendo los factores de riesgo tales como el consumo de tabaco, malos hábitos alimenticios, consumo de alcohol, la obesidad incluyendo, además, la inactividad física y el sedentarismo⁶.

La rehabilitación cardiovascular es un proceso terapéutico que reduce síntomas, número de hospitalizaciones, morbi-mortalidad, mejora la capacidad y tolerancia al ejercicio, mejora nivel de lípidos en sangre⁶, mejora la capacidad funcional⁷, la calidad de vida y el bienestar psicológico⁸ de las personas con ECV.

La Asociación Americana de rehabilitación cardiovascular y pulmonar (AACVPR, por sus siglas en inglés), Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM por sus siglas en inglés), así como la Sociedad Europea de Cardiología estructuran sus guías de Rehabilitación Cardíaca con medicina basada en evidencia. Mismas que incluyen en sus componentes de prescripción el trabajo aeróbico y la fuerza muscular^{6,9,10}, sin embargo, los programas de rehabilitación cardiovascular (PRCV) incluyen tradicionalmente el componente de educación

sanitaria respecto al control de factores de riesgo cardiovasculares, entrenamiento físico, específicamente el trabajo aeróbico y la intervención psicosocial. Estudios previos confirman la idoneidad y eficacia del entrenamiento de fuerza¹¹. Los PRCV que incluye trabajo combinado de entrenamiento aeróbico más fuerza, aumenta la masa magra total en piernas y el índice de masa muscular esquelética¹², mejora además el consumo de oxígeno pico (VO_2), la fuerza muscular^{11,13} y la función física¹⁴, lo cual se logra con trabajos de intensidad moderada resultando beneficioso para los adultos mayores con EAC¹. La literatura también reporta que hacen falta más trabajos para determinar la eficacia del entrenamiento de resistencia^{9,10,15}.

A nivel nacional hay pocos trabajos reportados sobre rehabilitación cardiovascular. Los mismos mencionan beneficios sobre la capacidad funcional^{16,17}, la velocidad de la caminata¹⁶. No se encontró reporte de trabajos que combinen entrenamiento aeróbico y fuerza muscular.

El objetivo del presente trabajo fue identificar el efecto de un programa de ejercicio aeróbico más fuerza muscular de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

Metodología

Participantes

Ciento noventa y nueve adultos mayores con enfermedad cardiovascular, mayores de 60 años, ambos géneros sin limitación en la etnia, que finalizaron el PRCV Fase II del HNGG-CCSS.

Procedimiento

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó un diseño retrospectivo comparativo, con análisis de

registros médicos de las personas adultas mayores que participaron en el PRCV Fase II del HNGG-CCSS entre mayo 2014 y diciembre 2019. Se tomaron los resultados pre y post de la resistencia aeróbica y la fuerza muscular.

El presente trabajo fue evaluado y aprobado por un Comité Ético Científico de la CCSS y está inscrito bajo el número de protocolo CCSS 01-2020; la información de los participantes fue anonimizada y los resultados se presentan de manera agregada de manera que ninguno de ellos pueda ser identificable.

Instrumentos y materiales

Los resultados de la variable resistencia aeróbica fueron tomados de la prueba caminata seis minutos (PC6M) y la prueba de esfuerzo (PE) con electrocardiografía. La caminata de seis minutos tiene como objetivo que la persona camine tan rápido como le sea posible sin correr, por seis minutos^{10,18,19}, se tomaron los datos de distancia recorrida en metros, consumo de oxígeno estimado y equivalente metabólico (METs) logrados. De la PE con electrocardiografía se tomaron los registros de las pruebas de Bruce y Bruce modificado, las cuales son pruebas incrementales que se realiza en un tapiz rodante con incremento de carga cada 3 minutos²⁰, se tomaron los datos de valor de METs alcanzado y consumo de oxígeno estimado.

Los resultados de la variable fuerza muscular fueron tomados del Senior Fitness Test, específicamente la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores²¹. La prueba de fuerza de miembros inferiores consiste en sentarse y levantarse de una silla la mayor cantidad de veces posibles, medido por la cantidad de repeticiones y percentil de movimientos dinámicos en miembros inferiores lograda en 30 segundos. La prueba de fuerza de miembros superiores consiste en realizar

la mayor cantidad de flexiones y extensiones del codo, medido por la cantidad de repeticiones y percentil de movimientos dinámicos en miembros superiores lograda en 30 segundos²¹.

El programa se desarrolló en el HNGG-CCSS y consistió en entrenamiento de dos veces por semana (martes y jueves), un grupo (grupo 1) realizó 24 sesiones de entrenamiento y el otro grupo (grupo 2) realizó 32 sesiones de entrenamiento. Cada sesión incluyó, trabajo aeróbico y fuerza muscular (con trabajo de pesas y funcional).

Estructura del trabajo aeróbico: frecuencia 2 veces por semana supervisadas, intensidad 40% (participantes de riesgo alto y moderado) y 50% (participantes de riesgo bajo), progresando hasta el 80% del VO₂ reserva, con progresión del 5% cada dos semanas. Tiempo iniciando con 20 minutos, con progresión de 5 minutos cada dos semanas hasta 50 min, con trabajo continuo y/o continuo variable. Tipo: caminadora, cicloergómetro, ergómetro de brazos y gradas.

Estructura del trabajo de fuerza: frecuencia 2 veces por semana supervisado, intensidad 50-70% de la evaluación de repeticiones múltiples. Progresión semanal, una semana volumen (repeticiones en dos unidades o series en una unidad) otra semana intensidad en 5%. Tipo: acondicionamiento muscular, 3-4 ejercicios de tren superior y 3-4 ejercicios del tren inferior. Se utilizarán mancuernas, ligas elásticas, sacos de arena, con movimientos concéntricos y excéntricos. Método de entrenamiento: global (tren superior, inferior y centro del cuerpo) con entrenamiento horizontal (agrupación de series para un mismo ejercicio). El trabajo de fuerza lo complementan con entrenamiento funcional, con una frecuencia de 2 veces por semana supervisado, y una intensidad de 3-4/10 Borg modificada. Progresión de lo fácil a lo

difícil, del núcleo a las extremidades, de estático a dinámico, Primero bilateral luego unilateral. Tiempo 10 a 15 minutos. Tipo: Movimientos corporales que impliquen cambio de estático a locomoción, cambios de nivel, tracción, empuje y rotación. Mancuernas, balones, propio cuerpo, con movimientos concéntricos y excéntricos. Mancuerna con pesos libres, o propio peso. Método de entrenamiento: Patrones de movimiento útiles para actividades de vida diaria.

Métodos estadísticos

Con relación al análisis estadístico. Se aplicó el ANOVA mixta de dos vías, [Factor A: (2 mediciones) = medición pretest, medición postest]; [Factor B: (2 grupos) = entrenamiento combinado 24 sesiones y entrenamiento combinado 32 sesiones]. Se realizó un ANOVA mixta para cada variable dependiente. Los resultados se expresan descriptivamente como promedio \pm desviación estándar, porcentaje de cambio y magnitud de cambio. El nivel de significancia fue establecido en $p < 0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS 21) para Windows.

Para garantizar la integridad y veracidad de datos, los mismos fueron extraídos de la base de datos primaria por medio de la selección de las variables de interés, sin incluir datos que permitan identificar al participante (anonimización), garantizando que no exista manipulación adicional de los datos.

Resultados

Dentro de las patologías más frecuentes reportadas en los registros consultados se encuentran la cardiopatía isquémica, cardiopatía hipertensiva, infarto agudo de miocardio, cirugía

valvular, angioplastia, insuficiencia cardíaca congestiva y enfermedad cerebro vascular.

La edad promedio de la población atendida es de 72,9 años. La edad mínima de los participantes es de 61 años y la máxima de 90 años. La mayor cantidad de población atendida corresponde a los hombres, 121 personas (60,8% del total), tendencia que se mantienen para las dos modalidades de entrenamiento. El 76% de la población (153 personas) recibió entrenamiento de 24 sesiones y 24% de la población (46 personas) recibió entrenamiento de 32 sesiones.

La tabla 1 muestra los resultados de los componentes de la variable resistencia aeróbica y fuerza según modalidad de entrenamiento por medición.

Con relación a la resistencia aeróbica medida con la caminata de seis minutos y la prueba de esfuerzo, el ANOVA mixto mostró diferencias estadísticamente significativas entre mediciones (pretest y postest) en sus componentes de caminata seis minutos y prueba de esfuerzo. Específicamente en la distancia recorrida [F (1,196) =142, 677, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,421$], el consumo de oxígeno estimado [F (1,197) =92,032, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,318$] y los METs logrados [F (1,197) = 92,052, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,318$] de la caminata seis minutos. Así como en los METs logrados [F (1,161) =184,590, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,534$] y el consumo de oxígeno estimado [F (1,159) = 33,895, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,457$] de la prueba de esfuerzo. No se encontró diferencia entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y combinado de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones. Todas estas variables mejoran entre pre y post test con ($p < 0,001$) (ver tabla 1 y figura 1).

Tabla 1. Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable resistencia aeróbica y fuerza por medición.

Variable	Modalidad de entrenamiento	n	Mediciones		% cambio	Magnitud de cambio
			Pretest ± DE	Postest ± DE		
Resistencia aeróbica, caminata seis minutos						
Distancia recorrida (m)	C24	152	374,30 ± 74,11	420,98 ± 63,53	12,47	46,68
	C32	46	387,00 ± 70,44	429,86 ± 69,72	11,07	42,86
VO ₂ estimado (ml/kg/min)	C24	153	13,55 ± 1,69	14,56 ± 1,65	7,45	1,01
	C32	46	13,84 ± 1,62	14,83 ± 1,60	7,15	0,99
METs logrados	C24	153	2,78 ± 0,35	2,99 ± 0,34	7,55	0,21
	C32	46	2,83 ± 0,33	3,04 ± 0,33	7,42	0,21
Resistencia aeróbica, Prueba de esfuerzo						
METs alcanzado	C24	124	7,01 ± 2,21	9,28 ± 2,13	32,38	2,27
	C32	39	7,05 ± 2,97	9,30 ± 2,52	31,91	2,25
VO ₂ estimado (ml/kg/min)	C24	124	21,41 ± 6,00	26,90 ± 5,00	25,64	5,49
	C32	37	21,36 ± 7,07	26,86 ± 6,27	25,74	5,5
Fuerza						
MIR	C24	150	11,22 ± 2,40	13,69 ± 2,31	22,01	2,47
	C32	46	11,20 ± 2,93	13,69 ± 3,12	22,23	2,49
MSR	C24	152	12,36 ± 3,25	15,80 ± 3,04	27,83	3,44
	C32	46	13,10 ± 3,31	15,65 ± 3,40	19,46	2,55
MIP	C24	150	29,48 ± 17,44	48,69 ± 20,15	65,16	19,21
	C32	46	30,97 ± 15,81	48,78 ± 21,15	57,50	17,81
MSP	C24	152	25,05 ± 16,45	47,97 ± 21,90	91,49	22,92
	C32	46	30,91 ± 20,01	47,63 ± 23,16	54,09	16,72

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados.

Datos son presentados como media y desviación estándar. Entre mayo 2014 y diciembre 2019. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; METs= Equivalente metabólico; MIP= Miembros inferiores percentil; MIR= miembros inferiores repeticiones; MSP= Miembros superiores percentil; MSR= Miembros superiores repeticiones; VO₂= Consumo de oxígeno.

Con respecto a la fuerza muscular. En la variable fuerza, el ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y post test, en sus componentes de miembros inferiores cantidad de repeticiones $F(1,194) = 205,444, p < 0,001, \eta^2 = 0,514$], miembros superiores cantidad de repeticiones $F(1,196) = 170,261, p < 0,001, \eta^2 = 0,465$], miembros inferiores percentil F

$(1,194) = 192,433, p < 0,001, \eta^2 = 0,498$] y miembros superiores percentil $F(1,196) = 146,180, p < 0,001, \eta^2 = 0,427$]. No se encontró diferencia entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y combinado de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones. Todas estas variables mejoran entre pre y post test con ($p < 0,001$) (ver tabla 1 y figura 2).

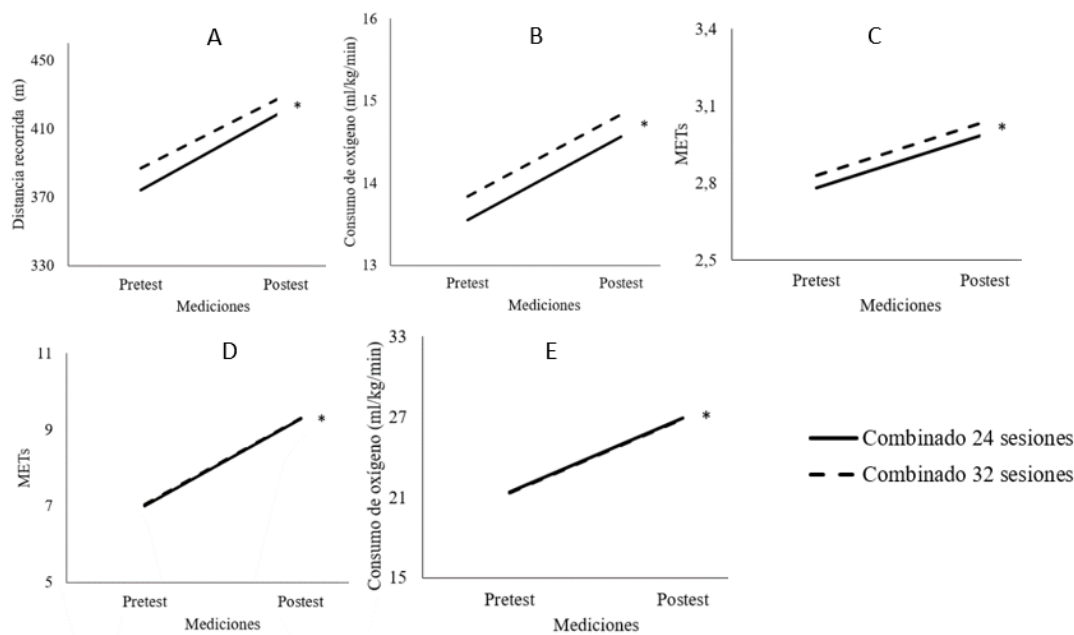


Figura 1. Comparación de la distancia recorrida (A), consumo de oxígeno (B), METs logrados (C) en la caminata de seis minutos; METs alcanzados (D), consumo de oxígeno estimado (E) de la prueba de esfuerzo de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Entre mayo 2014 y diciembre 2019.

Abreviaturas: * = $p < 0.001$ entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados.

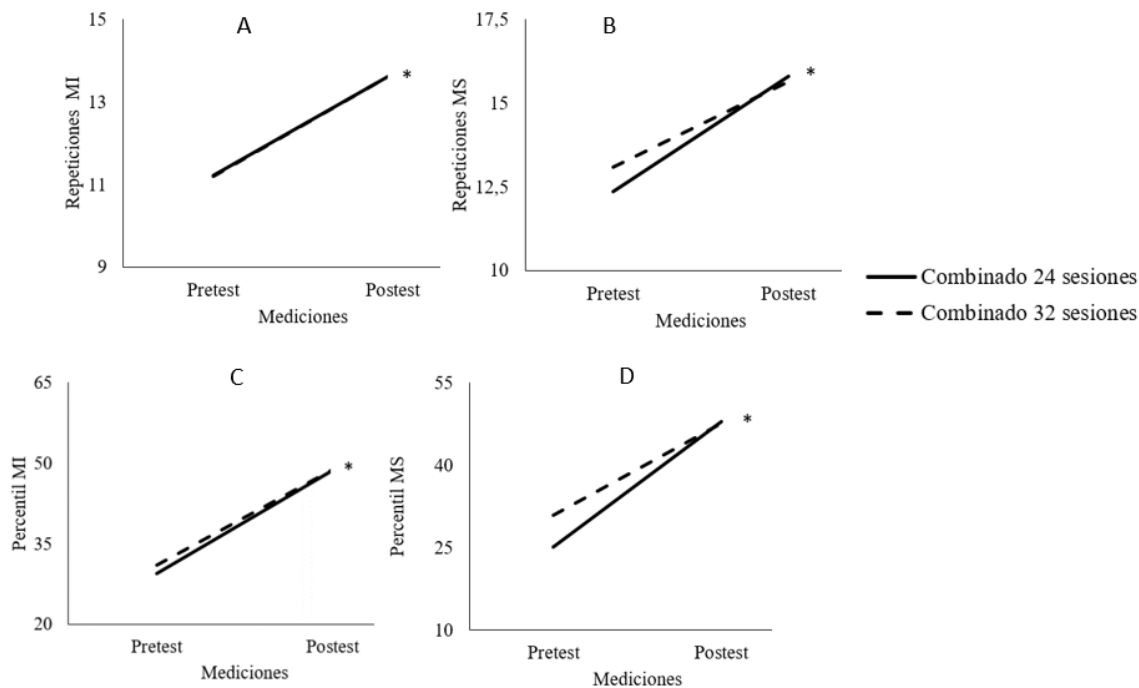


Figura 2. Comparación de las repeticiones de miembros inferiores (A) y superiores (B); así como del percentil de miembros inferiores (C) y superiores (D) de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Entre mayo 2014 y diciembre 2019.

Abreviaturas: * = $p < 0.001$ entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados.

Discusión

Este estudio tuvo como objetivo identificar el efecto de un programa de ejercicio aeróbico más fuerza muscular de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. El cual demostró que hay diferencias significativas en el comportamiento de estas variables.

En el envejecimiento se presenta un decline paulatino de la funcionalidad de los órganos y sistemas que llevan a disminución en la reserva funcional que afecta tanto a hombres como mujeres, reduciendo la capacidad funcional, la fuerza, la flexibilidad, así como otras cualidades físicas. Con el aumento de la edad se reducen las diferencias genéticas y biológicas²². En este mismo trabajo se observa como la disminución de la fuerza y la flexibilidad fueron más marcadas en hombres que en mujeres y que el consumo de oxígeno disminuye tanto en hombres como en mujeres, pero que luego de los 60 años la diferencia entre género para estas variables no fue tan marcadas²².

Con relación a la resistencia aeróbica, en los resultados se observa variación promedio en la distancia recorrida en la PC6M de 45,8 metros, lo cual es superior a los 27,21 metros reportados por Chen et al¹, en pacientes con EAC que también realizaron entrenamiento combinado; el resultado también es superior a las diferencias clínicamente significativas de 25 metros en personas con EAC reportadas por Gremeaux²³. La mejora de 32% en el VO₂ de la PE del presente trabajo coincide con lo reportado por López²⁴, quien menciona que los pacientes luego de un programa de rehabilitación 12 semanas mejoran esta variable entre 10 a 30%. Adicionalmente los resultados indican mejora

promedio en el VO₂ de 5,49 ml/kg/min, lo cual también es superior a los 0,61 ml/kg/min, 2,9 ml/kg/min y 0,61 ml/kg/min reportados en los metaanálisis de Chen et al.¹, Gomes-Neto et al.¹³ y Xanthos et al.¹⁴ respectivamente, todas a favor del grupo de entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado. Los resultados también concuerdan con el metaanálisis de Zhang et al²⁵ quien reporta que el ejercicio físico produce mejoras en el rendimiento físico de adultos mayores con sarcopenia, con mejoras en la prueba ponerse de pie y caminar (TUG, por sus siglas en inglés) de 0,74 m/s, y en la velocidad de la marcha de 0,59 m/s en comparación con el grupo de control. Lo que también muestra que si las sesiones de ejercicio se ubican entre 24 y 32 producirán mejoras en la resistencia aeróbica.

La literatura también reporta que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica de dos días a la semana aplicado a personas adultas mayores o previamente no entrenadas producen incrementos en fuerza, masa muscular y capacidad aeróbica López²⁴. La mejora en la distancia recorrida, VO₂ y METs en la PC6M; así como los obtenidos en los METs y VO₂ de la PE del presente trabajo, se pueden deber a que el ejercicio físico en el que intervienen grandes grupos musculares con trabajos de intensidad moderada, produce adaptaciones a nivel central y periférico con mejora en la extracción, transporte y utilización del oxígeno del tejido activo, aumento en la proporción de fibras tipo I, aumento en la proporción capilar/fibra, en número y volumen de mitocondrias y mejora en la capacidad oxidativa, lo que directamente se manifiestan con incremento del VO₂ o capacidad funcional^{9, 24, 26}. Otro punto que podría explicar las mejoras en la resistencia aeróbica es que durante el ejercicio y con cargas mayores al 40% del VO₂ máximo, el organismo trata de garantizar la mayor eficiencia de trabajo muscular

mediante la activación y reclutamiento de fibras de mayor a menor eficiencia metabólica, iniciando con las fibras tipo I, pasando por la IIA y finalizando con las IIX²⁷, lo que estimularía el incremento de fibras tipo I, mejorando la resistencia aeróbica. Sin embargo, hay que ser cauteloso en el sentido de que estos estudios obtuvieron el consumo de oxígeno de manera directa con medición de gases exhalados, en tanto que el presente trabajo estimó el VO₂ por métodos indirectos; aun así, los resultados coinciden con el aumento del VO₂.

Con relación a la fuerza, en los resultados se observa que antes de iniciar el programa, la fuerza de miembros inferiores es menor respecto a la de los miembros superiores, lo cual se suele observar en los adultos mayores sedentarios. También se evidencia que antes de iniciar el programa los participantes mostraron disminución en el porcentaje de músculo y de la fuerza muscular, lo que evidencia la presencia de sarcopenia. La intervención aplicada mejora la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores, evaluado con el Senior Fitness Test, tanto en la cantidad de repeticiones como en el percentil. El valor del percentil de la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores pasaron de valores cercanos al límite inferior a valores dentro de lo normal para la edad, según los valores establecidos por Rikli y Jones²¹. Los miembros inferiores indican aumento en las repeticiones y percentil con porcentaje de cambio de 21,90 y 63,29 respectivamente, con magnitud de cambio de 2,46 repeticiones y 18,88% en el percentil. Los miembros superiores indican aumento en las repeticiones y percentil con porcentaje de cambio de 25,85 y 81,33 respectivamente, con magnitud de cambio de 3,24 repeticiones y 21,48% en el percentil.

La mejora en la fuerza coincide con el metaanálisis de Zhang et al²⁵ que mencionan que

el ejercicio físico mejora la fuerza muscular de adulto mayores con sarcopenia, con mejoras en la diferencia media de 0,30 en la fuerza de agarre y de 0,32 en la extensión de la rodilla ambas a favor de la intervención con ejercicios. Esta mejora en la fuerza también coincide con los metaanálisis de Chen et al¹ y Xanthos et al¹⁴ ambos reportan mejora en la fuerza con diferencia de medias estandarizada de 0,65, concordante con Gomes-Neto et al¹³, que reporta mejora en la fuerza con diferencia de medias estandarizada de 0,7, todos ellos a favor del entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado.

La mejora en la fuerza se puede deber a que el entrenamiento de fuerza aumenta el tamaño de fibras tipo II, así como a la transformación de fibras IIA en IIX y viceversa²⁴; además de estimular la hipertrofia sarcomérica, con aumento en el tamaño y números de sarcómeros (unidad básica de las miofibrillas), la cual se logra con trabajos mayores al 70% de 1 RM. Lo cual coincide con lo planteado por Rabinovich²⁷ quien comenta que el entrenamiento con cargas mayores al 40% del VO₂ máximo recluta fibras IIA. Adicionalmente, esta mejora en la fuerza de los miembros inferiores podría explicar la mayor distancia lograda en la caminata de seis minutos y valores obtenidos en la PE, y por ende en la movilidad de la persona. Lo que es consistente con las recomendaciones de Gómez-González⁶, Riebe⁹ y AACVPR¹⁰ que sugieren la inclusión de trabajo aeróbico y pesas en los programas de rehabilitación cardiovascular. Otro punto para considerar en la mejora es la aplicación de los 4 pilares del movimiento (i.e., cambios de nivel, tracción, empuje y rotación) que lleva a manejo del espacio y la propiocepción, provocando que las personas perciban un impacto positivo en su capacidad funcional, coordinación y fuerza muscular²⁸.

Considerando el principio de especificidad

del entrenamiento, se espera que las personas que realizan ejercicio aeróbico presenten más ganancias en rendimiento aeróbico que fuerza; y que las personas que realizan entrenamiento de fuerza presenten más ganancias en fuerza muscular que en rendimiento aeróbico. Pero también hay que considerar que el entrenamiento combinado que incluye ejercicio aeróbico y fuerza les dará a los participante beneficios sobre la capacidad de ejercicio y la fuerza muscular, lo cual concuerda con las recomendaciones de Gómez-González⁶, Riebe⁹ y AACVPR¹⁰ de realizar trabajo aeróbico y de resistencia.

Conclusiones

Basándose en los resultados de este trabajo se puede concluir que un programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II que incluya entrenamiento aeróbico más fuerza parece mejorar la resistencia aeróbica y fuerza muscular de miembros inferiores y superiores de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

Un programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II que incluya ejercicio combinado (aeróbico más fuerza) de 24 o 32 sesiones parecen mejorar la resistencia aeróbica y fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. La mejora en la resistencia aeróbica se evidencia por cambios en PC6M en sus componentes (distancia recorrida, porcentaje del predicho, consumo de oxígeno estimado y METs logrados), y la PE en sus componentes (Mets alcanzado y consumo de oxígeno estimado). La mejora de la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores se evidencia por el aumento en la cantidad de repeticiones y percentil medido con el Senior Fitness Test.

Es importante mencionar que los hallazgos de

este trabajo deben ser valorados con cautela, pues hay algunas limitaciones metodológicas que deben ser reconocidas, incluyendo que los datos fueron recolectados con fines prácticos y no investigativos, así como que no hubo un control sobre el estado nutricional de los participantes ni la comparación con grupo control.

Referencias bibliográficas

1. Chen Y, Tsai J, Liou Y. y Chan Paul. Effectiveness of endurance exercise training in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Cardiovascular Nursing*. 2016; 16(5), 397-408. doi.org/10.1177/1474515116684407
2. Chen C, Chen Y, Tu H, Huang M, Jhong JH, Lin KL. Benefits of exercise training and the correlation between aerobic capacity and functional outcomes and quality of life in elderly patients with coronary artery disease. *Kaohsiung J Med Sci*[Internet]. 2014; 30(10): 521-530. doi: doi.org/10.1016/j.kjms.2014.08.004.
3. Periódico Mensaje. CCSS intensifica acciones contra las enfermedades cardiovasculares [Internet]. Periódico Mensaje. 6 de setiembre de 2018. Disponible en: <https://www.periodicomensaje.com/salud/2822-ccss-intensifica-acciones-contra-las-enfermedades-cardiovasculares>.
4. Caja Costarricense de Seguro Social. Registros médicos, Sistema de egresos hospitalarios 2018. San José, Costa Rica; 2019.
5. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2018;6(10): e1077-e1086. doi: doi.org/10.1016/S2214-109X (18)30357-7.

5. Araya Vargas GA y Claramunt Garro M. Actividad física en Costa Rica, Antecedentes históricos y revisión de sus evidencias científicas en el país [Internet]. San José, Costa Rica: Ministerio de Salud; 2020. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/7f125166-0bed-4147-be00-1b37e92ec021/content>
6. Gómez-González A, Miranda-Calderín G, Pleguezuelos-Cobos E, Bravo-Escobar R, López-Lozano A, Expósito-Tirado JA, et al. Recomendaciones sobre rehabilitación cardíaca en la cardiopatía isquémica de la Sociedad de Rehabilitación Cardio-Respiratoria (SORECAR). *Rehabil[Internet]*. 2015;49(2):102-124. doi:doi.org/10.1016/j.rh.2014.12.002.
7. Turk-Adawi K, Sarrafzadegan N, Grace SL. Global availability of cardiac rehabilitation. *Nat Rev Cardio I[Internet]*. 2014;11: 586–596. doi:doi.org/10.1038/nrcardio.2014.98
8. Cacciatore F, Ferrara N, Mezzani A, Maiello C, Amarelli C, Curcio F, et al. Cardiac Rehabilitation in the Elderly Patients. *Sport Med Rehabil J[Internet]*. 2016;1(2):1006. Disponible en: <http://www.remedypublications.com/open-access/pcardiac-rehabilitation-in-the-elderly-patientsp-2187.pdf>.
9. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M, editores. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10a ed. Estados Unidos:Wolters Kluwer; 2018.
10. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs*. 5a ed. Estados Unidos:Human Kinetics; 2013.
11. Ribeiro-Torres O, Fernandes M de Sousa A, Iglesias-Soler E, Fontes-Villalba M, Zouhal H, Carré F, et al. Lower Cardiovascular Stress during Resistance Training Performed with Inter-Repetition Rests in Elderly Coronary Patients. *Med[Internet]*. 2020;56(6): 1-7. doi:10.3390/medicina56060264.
12. Jiménez López E. Cambios de composición corporal posterior a un programa de rehabilitación cardíaca fase II. *Rev Colomb Cardiol[Internet]*. 2019;27(5):491-496. doi:doi.org/10.1016/j.rccar.2019.08.005.
13. Gomes-Neto M, Rodríguez Durães A, Rocha Conceição L, Roever L, Magalhães Silva C, Gonzalez Nogueira Alves I, et al. Effect of combined aerobic and resistance training on peak oxygen consumption, muscle strength and health-related quality of life in patients with heart failure with reduced left ventricular ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol[Internet]*. 2019;293:165-175. doi:doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.02.050.
14. Xanthos PD, Gordo BA, y Kingsley MIC. Implementing resistance training in the rehabilitation of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol[Internet]*. 2016;230:493-508. doi:doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.076.
15. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J[Internet]*. 2020;42(1):17-96. doi:10.1093/eurheartj/ehaa605.
16. Araya-Ramírez F, Ureña-Bonilla P, Sánchez-Ureña B, Blanco-Romero L, Rodríguez-Montenegro A, y Moraga-Rojas C. Influencia de la Capacidad Funcional Inicial en Marcadores Fisiológicos des-

pués de un Programa de Rehabilitación Cardíaca. *Rev Costarr Cardiol* [Internet]. 2013;15(1):5-11. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcc/v15n1/art02v15n1.pdf>.

17. Wong M, García M, García A, Carrillo S. Resultados del Programa de Rehabilitación Cardíaca Fase II, desarrollado por el Centro Nacional de Rehabilitación, Costa Rica. *Acta Med Costarric*[Internet]. 2011;53(4):188-193. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v53n4/art06.pdf>.

18. American Thoracic Society. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*[Internet]. 2002;166(1):111-117. doi:doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

19. Barón O, Díaz G. Caminata de seis minutos: propuesta de estandarización del protocolo y aplicación práctica para la evaluación de la hipertensión pulmonar con especial referencia a la de los niños. *Rev Colomb Cardiol*[Internet]. 2016; 23(1):59-67. doi: 10.1016/j.rccar.2015.05.011.

20. Pescatelo LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD, editores. *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9a ed. Baltimore USA: Wolters Kluwer; 2014.

21. Rikli RE, Jones CJ. *Senior Fitness Test Manual*. Estados Unidos de América: Human Kinetics; 2001.

22. Zaragoza Casterad J, Serrano Ostariz E, Generelo Lanaspá E. Dimensiones de la condición física saludable: evolución según edad y género. *Rev IntMedCiencAct FisDeporte*[Internet]. 2004;4(15):204-221. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista15/artdimensiones.htm>.

23. Gremeaux V, Troisgros O, Benaim S, Han-

nequin A, Laurent Y, Casillas JM, et al. Determining the Minimal Clinically Important Difference for the Six-Minute Walk Test and the 200-Meter Fast-Walk Test During Cardiac Rehabilitation Program in Coronary Artery Disease Patients After Acute Coronary Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*[Internet]. 2011;92(4):611-619 doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.023.

24. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. 3a ed. España: Médica Panamericana; 2006.

25. Zhang Y, Zou L, Chen S, Bae J, Kim D, Liu X, et al. Effects and Moderators of Exercise on Sarcopenic Components in Sarcopenic Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Med*[Internet]. 2021;8:1-18. doi:doi.org/10.3389/fmed.2021.649748.

26. AACVPR. *Cardiac Rehabilitation Resource Manual*. Estados Unidos de América: Human Kinetic; 2006.

27. Rabinovich RA. *Bioquímica muscular y disfunción muscular en la EPOC: implicaciones en la tolerancia al ejercicio y efectos del entrenamiento*. [Internet]. Edimburgo; The Queen's Medical Research Institute: 2021. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/nx0ncn5>.

28. De Lima FF, Camillo CA, Grigoletto I, Souza Uzeloto J, Vanderlei FM, Ramos D, et al. Effects of combining functional exercises with exercise training on daily physical activities and functionality in patients with COPD: a protocol for a randomized clinical trial. *Trials*[Internet]. 2019;20:1-9. Disponible en: <https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13063-019-3780-y>