

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA
LICENCIATURA EN CIENCIAS DEL DEPORTE CON ÉNFASIS EN SALUD

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTES
VERSUS ENTRENAMIENTO AERÓBICO SOBRE
ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES DE PACIENTES
CON ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA: UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Salud

Amanda Alfaro Chaverri

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica

2023

Miembros del Tribunal Examinador

M.Sc. Laura Bouza Mora
Vicedecana de Facultad de Ciencias de la Salud

Dr. Jorge Salas Cabrera
Subdirector
Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida

M.Sc. José Andrés Trejos Montoya
Tutor

Ph.D. Felipe Araya Ramírez
Lector

Lic. Vera Rodríguez Cambronero
Lectora

Amanda Alfaro Chaverri
Sustentante

Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Salud. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica.

Heredia, Costa Rica

2023

Efectos del entrenamiento concurrente versus aeróbico sobre adaptaciones cardiovasculares de pacientes con enfermedad arterial coronaria: una revisión sistemática

Effects of concurrent training versus aerobic training on cardiovascular adaptations in patients with cardiovascular artery disease: a systematic review

Amanda Alfaro Chaverri

*Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida
Universidad Nacional*

Resumen

El entrenamiento aeróbico (EA) es el método más estudiado en rehabilitación cardíaca (RHC) para pacientes con enfermedad arterial coronaria (EAC). Sin embargo, debe considerarse la aplicación del entrenamiento concurrente (EC), como un método efectivo para mejorar las adaptaciones cardiovasculares. Objetivo: Analizar la evidencia científica sobre la eficacia y seguridad del EC versus el EA sobre la capacidad cardiorrespiratoria (VO₂ pico), la masa magra o masa musculoesquelética (MM), la fuerza y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en personas con EAC. Metodología: Se realizó una búsqueda mediante las bases de datos de la Universidad Nacional: "Academic Search Ultimate", "Sport Discus", "Springer Link" y "PubMed". Resultados: Se identificaron 772 estudios, de los cuales se seleccionaron 20 artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad. Se encontró un aumento del VO₂ pico con el EA entre 9.3% a 21.4% ($p < .050$) y con el EC entre un 9% y un 32% ($p < .050$), siendo ambos tipos de entrenamiento más efectivos que los grupos control. Se encontraron diferencias significativas en la variable MM sólo en grupos que realizaron EC. En la variable fuerza, se encontró un porcentaje de cambio entre 3.48% a 10.9% ($p < .050$) con el EA y en EC del 5.9% al 50.3% ($p < .050$). La FEVI mostró porcentaje de cambio significativo entre 3.6% a 11.9% sólo en los grupos de EC. Se evidenció que no hay diferencia significativa en la prevalencia de casos adversos entre el EA (1.08%) y el EC (2.64%), $p < 0.05$. Conclusiones: El EC muestra mayor eficacia en el aumento del VO₂ y la fuerza en pacientes con EAC. La FEVI y la MM presentaron cambios significativos solo con el EC, sin embargo, los resultados de la FEVI fueron inconsistentes. Ambas modalidades son seguras de aplicar.

Palabras clave: Enfermedad arterial coronaria, entrenamiento aeróbico, entrenamiento concurrente, volumen de oxígeno máximo.

Abstract

Aerobic training (AT) is the most studied method in cardiac rehabilitation (CR) for patients with coronary artery disease (CAD). However, should be considered the application of concurrent training (CT), which is the combination of AT with RT, as the most effective method to improve the cardiovascular adaptations of these patients. Objective: Analyze the scientific evidence on the efficacy and safety of the CT versus the AT on cardiorespiratory capacity (VO₂ peak), body lean mass or musculoskeletal mass (MM), strength, and left ventricular ejection fraction (LVEF) in patients with CAD. Methodology: A search was carried out using the databases of the National University: "Academic Search Ultimate", "Sport Discus", "Springer Link" and "PubMed". Results: 772 studies were identified, of which 20 articles that met the eligibility criteria were selected. An increase in peak VO₂ was found with the AT between 9.3% to 21.4% ($p < .050$) and with the CT between 9% and 32% ($p < .050$), both types of training being more effective than the control groups. Significant differences were found in the BLM variable only in groups that performed CT. In strength, a percentage of change was found between 3.48% and 10.9% ($p < .050$) with the AT and the CT from 5.9%

to 50.3% ($p < 0.05$). The LVEF showed a significant percentage of change between 3.6% to 11.9% only in the CT groups. It was evidenced that there is no significant difference in the prevalence of adverse cases between the AT (1.08%) and the CT (2.64%), $p < 0.05$. Conclusions: The CT shows greater efficacy in increasing VO₂ and strength in patients with CAD. LVEF and MM showed significant changes only with CT; however, the LVEF results were inconsistent, so further research in this area is recommended. Both modalities are safe to apply in a cardiac rehabilitation program for patients with CAD.

Keywords: Coronary artery disease, aerobic training, concurrent training, resistance training, oxygen consumption.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), han sido la principal causa de muerte en el mundo en los últimos 15 años, ocasionando en el 2016 un total de 15.2 millones defunciones (Organización Mundial de la Salud, 2018). Estas enfermedades producen un aumento de la morbilidad y la mortalidad, así como una pérdida de la calidad de vida y una elevación de los costos sanitarios (Mozaffarian et al., 2015). Dentro de las ECV, la enfermedad arterial coronaria (EAC) es la que causa más hospitalizaciones, atención en salud y defunciones (Allen et al., 2004; Chen et al., 2017). En Costa Rica, de igual manera, las ECV generan la mayor cantidad de muertes por enfermedades crónicas no transmisibles, registrando un total de 5.689 muertes para el año 2015, de las cuales 2.690 defunciones fueron provocadas por EAC, representando la tasa de mortalidad más alta (Ministerio de Salud, 2017).

La EAC es una enfermedad multifactorial, caracterizada por engrosamiento y rigidez de la pared arterial, una de sus principales causas es la disfunción endotelial, la cual se deriva de una respuesta inmunológica que genera acumulación de células circulantes en el endotelio de la arteria, resultando en la formación de una placa de ateroma, la cual genera un estrechamiento u obstrucción en el vaso, reduciendo el flujo sanguíneo que deriva en isquemia a los músculos del corazón, pudiendo progresar a un infarto de miocardio (Acharya et al., 2017; Libby & Theroux, 2005).

Pese al aumento de pacientes diagnosticados por EAC en Costa Rica (Solís, 2018), se ha evidenciado una ligera disminución de la tasa de mortalidad en los últimos años (Ministerio de Salud, 2017), esta reducción se espera que sea más pronunciada en los próximos años, a pesar del aumento poblacional, debido al conjunto de acciones e intervenciones que se han realizado en materia de promoción, prevención, atención y rehabilitación de las ECV (Solís, 2018).

Los programas de rehabilitación cardíaca (PRC), son una de las principales herramientas que se han utilizado para tratar la EAC, dado que disminuyen la morbilidad y la mortalidad, a su

vez estabilizan y retrasan el proceso aterosclerótico. Estos PRC están diseñados para recuperar o mejorar la función física, psicológica, social y controlar los síntomas cardiovasculares (Buckingham et al., 2016; Leon et al., 2005; Quindry & Franklin, 2021). Además, los PRC representan el método más recomendado para reducir factores de riesgo coronario, los cuales se asocian a la adquisición de otras enfermedades crónicas o la muerte (Banz et al., 2003; Chen et al., 2017; Franklin & Quindry, 2022; Pedersen et al., 2019).

Los PRC regularmente se enfocan en el entrenamiento aeróbico (EA) ya que sus beneficios están altamente comprobados (Chen et al., 2017; Marzolini et al., 2012). En la actualidad, se ha estudiado la inclusión del entrenamiento de contra resistencia (ECR), sin embargo, aún existe controversia sobre los beneficios y la seguridad en pacientes con EAC (Franklin & Quindry, 2022; Lavie & Milani, 2011), a pesar de que, los riesgos pueden evitarse con una adecuada dosificación del ejercicio (Bjarnason-Wehrens, 2019).

La necesidad de incluir el ECR, parte con la exigencia de fuerza y masa muscular necesarias, al disminuir con la edad, para mantener la independencia funcional y así mantener o aumentar los niveles de actividad física (Bjarnason-Wehrens, 2019; Franklin & Quindry, 2022), especialmente porque bajos niveles de fuerza se asocian con el desarrollo de EAC, mortalidad y otras enfermedades (Fiuza-Luces et al., 2018). Sin embargo, el ECR ha sido utilizado como una opción complementaria al EA dentro de los PRC, y su efecto como un eje principal no se ha consolidado (Marzolini et al., 2012; Xanthos et al., 2017). Por lo cual, se sugiere que la combinación de estas dos metodologías, lo que se conoce como entrenamiento concurrente (EC), puede generar mayor efectividad para reducir los factores de riesgo coronario y aumentar la aptitud física de los pacientes (Banz et al., 2003; Chen et al., 2017; Marzolini et al., 2012).

La efectividad del EC ha sido ampliamente demostrada en población sana (Gerosa-Neto et al., 2016; Kazior et al., 2016). En pacientes con EAC, la evidencia sugiere que el EC afecta en mayor medida que el EA la composición corporal, la fuerza y la capacidad aeróbica (Marzolini et al., 2012; Xanthos et al., 2017). Sin embargo, se desconocen investigaciones previas que hayan evaluado el efecto de los PRC sobre la FEVI reducida por la EAC y la prevalencia de casos adversos, por lo cual, el propósito de la presente revisión sistemática de literatura es analizar la evidencia científica sobre la eficacia y seguridad del EC versus el EA sobre la capacidad cardiorrespiratoria, la masa magra o masa musculoesquelética (ambas expresadas como MM en el texto), la fuerza y FEVI en personas con EAC.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Este estudio es una revisión sistemática de literatura, el cual se desarrolló siguiendo los acuerdos de PRISMA para los ítems de informes preferidos para revisiones sistemáticas y meta-análisis (Moher et al., 2009).

Procedimiento

Se diseñó una revisión bibliográfica con literatura proveniente de artículos revisados por pares, filtrados por la estrategia de búsqueda y los criterios de elegibilidad. Se realizó la extracción y análisis de datos de los artículos elegidos y se evaluó que cumplieran con los criterios de calidad seleccionados. Finalmente, se realizó el análisis estadístico de los artículos incluidos.

Estrategias de búsqueda

La búsqueda de los artículos científicos para esta revisión sistemática se llevó a cabo mediante la utilización de bases de datos electrónicas, tales como: “Academic Search Ultimate”, “Sport Discus”, “Springer” y “PubMed”. Se utilizarán las bases de datos electrónicas de la Universidad Nacional para ingresar a las plataformas mencionadas. Los términos de búsqueda (frase booleana) o palabras clave fueron los siguientes: (“heart disease” OR “coronary artery disease” OR “cardiac disease” OR “myocardial infarction”) AND (“cardiac rehabilitation” OR “resistance training” OR “strength training” OR “muscle strengthening” OR “weight training” OR “aerobic exercise” OR “endurance training” OR “concurrent training”) AND (“aerobic capacity” OR “VO₂peak” OR “VO₂max” OR “functional capacity” OR “ejection fraction” OR “body composition”) NOT (“animals”).

Criterios de elegibilidad

Para la selección de estudios se tomaron en cuenta criterios de elegibilidad que siguieron con la normativa PICOS para el diseño del estudio, la población, la intervención y los resultados (Liberati et al., 2009). Los criterios por considerar fueron: a) Pacientes adultos de ambos sexos, mayores de 18 años, con diagnóstico de EAC; b) Estudios controlados, realizados en un centro y bajo supervisión; c) Estudios que describieron detalladamente la prescripción de ejercicio; d) Estudios que realizaran mediciones pre y post y que contengan la media y la desviación estándar; e) Estudios publicados en español e inglés entre el año 2000 y 2022.

Extracción y análisis de datos

Se realizó una búsqueda de artículos en febrero de 2023 por última vez. Para comparar los estudios en esta revisión se analizaron y se procedió a extraer de cada uno: a) resumen: autor, fecha, características de la población, número de participantes, variables analizadas e instrumentos utilizados; b) descripción de la intervención: duración del seguimiento, detalles de la intervención, porcentajes de entrenamiento, especificaciones del tipo de entrenamiento; c) resultados.

Evaluación de calidad

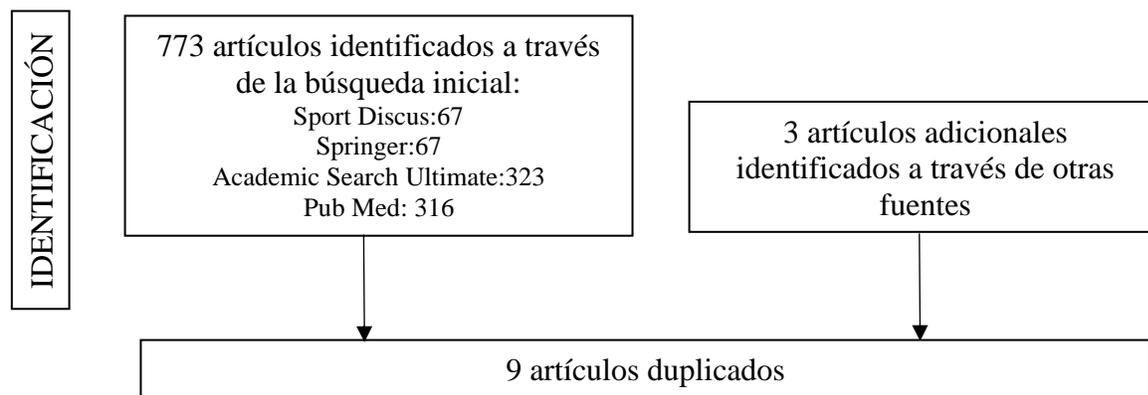
La calidad de los estudios se midió con la herramienta “PEDro Scale”, la cual pretende comprobar si los estudios cumplen con validez interna y si tienen suficiente información estadística para interpretar sus resultados, así como su validez externa (Verhagen et al., 1998).

Análisis Estadístico

Estudio de análisis descriptivo que utilizó el promedio y la desviación estándar para calcular el delta de cambio (% Δ). Además, para evidenciar la seguridad de las modalidades de los PRC en EA y EC se utilizó las técnicas epidemiológicas de razón y prevalencia. Estos análisis fueron procesados con el programa estadístico de libre acceso “Working in Epidemiology” (WinEpi, Universidad de Zaragoza, España) en su versión en español. Se estableció un nivel de confiabilidad al 95%.

RESULTADOS

Se identificaron 773 estudios, de los cuales se incluyeron un total de 21 artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad (ver Figura 1). Se incluyeron artículos publicados entre el 2000 y el 2022. Se analizaron un total de 1075 pacientes con EAC de ambos sexos, de los cuales 229 realizaron EA, 619 realizaron EC y 162 fueron de grupo control (GC).



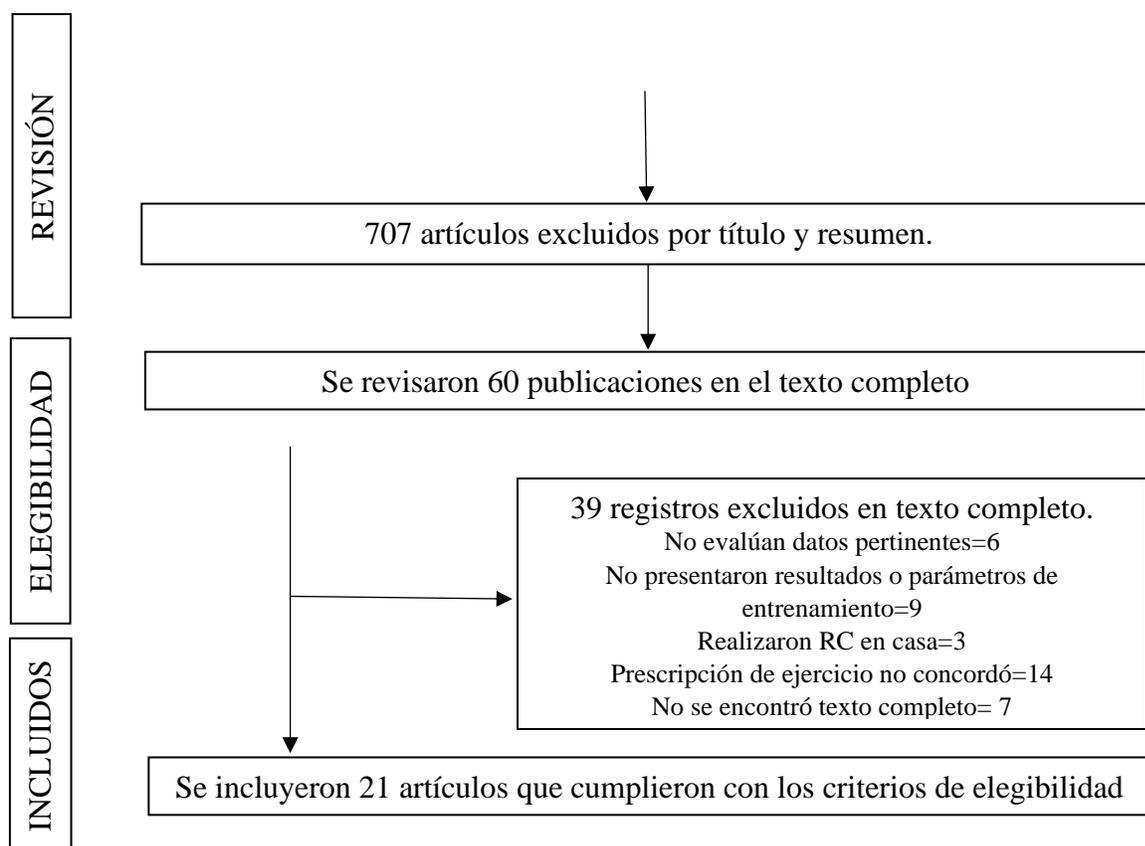


Figura 1. Diagrama de flujo de artículos científicos incluidos en la revisión.

Se observó un predominio del género masculino entre las personas participantes de los estudios incluidos. La edad promedio de los participantes fue de 59.3 ± 12.6 años. La duración media de los programas de entrenamiento fue de 16.4 ± 15.1 semanas y 3.8 ± 2.2 sesiones por semana. La duración media en EA fue de 17.7 ± 16.9 semanas y 4.1 ± 2.3 sesiones por semana y en EC de 15.8 ± 14.4 semanas y 3.7 ± 2.2 sesiones por semana. Los estudios incluidos equipararon el volumen de entrenamiento de los grupos de entrenamiento concurrente, versus los de ejercicio aeróbico.

Se encontró que el EA aumenta significativamente el VO_2 pico entre un 9.3% y un 21.4% (Hansen et al., 2011; Leprêtre et al., 2016; Marzolini et al., 2008; Santa-Clara et al., 2002; Schmid et al., 2008; Vona et al., 2009), mientras que el EC mostró aumentos significativos entre 9% y 32% (Beigiené et al., 2021; Cornelissen et al., 2010; Hansen et al., 2011; Kida et al., 2008; Leprêtre et al., 2016; Marzolini et al., 2008; McGregor et al., 2015, 2018; Mehani, 2018; Santa-Clara et al., 2002; Schmid et al., 2008; Tokmakidis & Volaklis, 2003; Vona et al., 2009) (ver tabla 1). Los PRC tuvieron de 2 a 10 sesiones semanales con una duración promedio de 14.6 y 14.8 para los grupos de EA y EC respectivamente. Se aplicó el mismo porcentaje de intensidad y volumen del EA en

ambas modalidades, siendo la diferencia, la inclusión del ECR. Se realizaron de 2 a 10 ejercicios para todo el cuerpo con intensidad de 30% a 80% de una repetición máxima (1RM), de 1 a 4 series con 5 a 20 repeticiones.

Por consiguiente, el porcentaje de cambio encontrado en el EC fue superior al EA. Sin embargo, ambos tipos de entrenamiento demuestran significancia respecto a los grupos control, en los cuales no se alcanzaron efectos significativos (McGregor et al., 2015, 2018; Mehani, 2018; Santa-Clara et al., 2002; Tokmakidis & Volaklis, 2003; Vona et al., 2009). Por otro lado, en un grupo que realizó un protocolo similar de EA, no se alcanzaron resultados estadísticamente significativos a pesar de alcanzar 14.35% de cambio, ($p>0.05$) (Gayda et al., 2009). Tampoco se encontró un efecto significativo con EA al realizar el programa 2 veces por semana (Dor-Haim et al., 2018). Sin embargo, los grupos de EC sí presentaron significancia al realizar el programa 2 veces por semana (Dor-Haim et al., 2018; McGregor et al., 2015, 2018; Tokmakidis & Volaklis, 2003).

Por otro lado, solo el EC mostró cambios significativos en la masa musculoesquelética o masa magra (MM), los estudios significativos tuvieron una duración casi 3 veces mayor que el promedio obtenido en los otros estudios, dichos PRC realizaron el EA con porcentajes de intensidad y volumen similares a los grupos sin efecto significativo. Además, con el ECR los estudios significativos fueron los que utilizaron 8 o más ejercicios, mientras que la intensidad y el volumen fueron similares a los grupos no significativos (Marzolini et al., 2008; Santa-Clara et al., 2003). Entre los estudios que no reflejan efectos significativos, se puede destacar una menor duración de los PRC y un menor número de ejercicios aplicados (Gayda et al., 2009; Guiraud et al., 2017; Hansen et al., 2011; Kida et al., 2008; Pimenta et al., 2013).

Respecto a los estudios que evaluaron la variable fuerza, se mostró un aumento significativo entre el 3.48% y el 11.1% cuando la prescripción fue de EA, mientras que el EC presentó aumentos significativos entre el 5.9% y 52.3% (ver tabla 3). La duración de los PRC fue en promedio de 15.5 y 23.4 semanas para el EA y EC respectivamente. Los grupos que realizaron EC presentaron en su mayoría resultados estadísticamente significativos (Beigienè et al., 2021; Cornelissen & Smart, 2013; Dor-Haim et al., 2018; Hansen et al., 2011; Kida et al., 2008; Marzolini et al., 2008; Mehani, 2018; Santa-Clara et al., 2002, 2003; Schmid et al., 2008; Theodorou et al., 2016; Tokmakidis & Volaklis, 2003), el único grupo que no fue estadísticamente significativo, presentó un porcentaje de cambio de 11.16% con el PRC similar a los otros estudios

(Gayda et al., 2009). Por otro lado, los grupos de EA muestran resultados contradictorios, 3 estudios resultaron estadísticamente significativos (Hansen et al., 2011; Schmid et al., 2008; Theodorou et al., 2016); mientras que 3 estudios no tuvieron cambios significativos (Dor-Haim et al., 2018; Gayda et al., 2009; Marzolini et al., 2008). Las principales diferencias fueron al emplear la intensidad al umbral aeróbico (Gayda et al., 2009); volumen de 2 sesiones semanales, siendo el de menor cantidad y el único en aplicar evaluación de fuerza en tren superior (Dor-Haim et al., 2018); este grupo no presentó diferencias notables (Marzolini et al., 2008).

En los estudios incluidos que analizaron la FE, se encontraron aumentos significativos solo en los grupos que realizaron EC entre un 3.6% y un 11.9% (ver tabla 4). Estos estudios reportaron el EA con intensidad del 60% al 85% y volumen igual o superior a 25 minutos; se reportó el ECR con la intensidad entre 30% y 50% y el volumen de 15 repeticiones (Dor-Haim et al., 2018; Ghasghaei et al., 2012; Pabisiak et al., 2013). Sin embargo, los estudios no incluyeron todas las características de la prescripción de ejercicio y las incluidas fueron similares a los grupos no significativos.

Por último, en este estudio se evidenció una razón de 0.40, sin ser estadísticamente significativo (IC del 95%= 0.0507- 2.9694). Esto indica que por cada 40 eventos sucedidos en EC se puede presentar 1 en EA. Además, se presentó una menor prevalencia de eventos adversos en los PRC con el EA (1.08%) que con el EC (2.64%).

Tabla 1. Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos que analizaron la variable capacidad cardiorespiroestoria.

Estudio	Modalidad	Medida	Edad	Ev Ad	Sexo	Semanas Sem(ses)	Volumen (min, S, reps)	Intensidad (%VO2 o FC reserva, RM)	%Δ	p
Leprêtre et al., (2016)	EA	VO ₂ pico	64.6±1.6	NI	H	4 (10)	EA: 20-50	EA: VT1	11.8	<.050
	EC		63.1±7.0	NI		4 (10)	EA: 20-50 ECR: 8 EJ, 1 S, 15 reps	EA: VT1 ECR: 30-50	30.07	<.050
Marzolini et al., (2008)	EA	VO ₂ pico	57.9±2.6	NI	A	24 (5)	EA:30-60	EA: 60-80	9.3	<.050
	EC		60.9±2.3	NI		24 (5)	EA:30-60 ECR:10 EJ, 1 S, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	15.2	<.050
	EC		62.7±2.7	NI		24 (5)	EA:30-60 ECR: 10 EJ, 3 S, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	17.3	<.001
Schmid et al., (2008)	EA	VO ₂ pico	57.0±9.6	NI	A	12 (6)	EA: NR	EA: 70-85	9.6	=.005
	EC		54.7±9.4	NI		12 (6)	EA: NR ECR:6 EJ, 2 S, 10 reps	EA: 70-85 ECR:40-60	10.4	=.035
Hansen et al., (2011)	EA	VO ₂ pico	58.9±7.2	1	A	6 (3)	EA:40	EA:65	13.77	<.050
	EC		60.4±8.9	2		6 (3)	EA:40 ECR:2 EJ, 3 S, 12-20 reps	EA:65 ECR:65	18.44	<.050
Vona et al., (2009)	EA	VO ₂ pico	56±6	0	A	4 (4)	EA:40	EA:75	16.8	<.01
	EC		55±9	0		4 (4)	EA:40 ECR:10 EJ, 4 S, 10-12 reps	EA:75 ECR:60	20.7	<.050
Gayda et al., (2009)	EA	VO ₂ pico	55±8	NI	H	7 (3)	EA:30	EA: VT	14.35	NS
	EC		55±8	NI		7 (3)	EA:30 ECR:2 EJ, 3 S, 10 reps	EA: VT ECR:50	32.05	NS
Kida et al., (2008)	EC	VO ₂ pico	59.7±9.8	0	H	12 (3)	EA:NR	EA:UA	9.08	<.0001

							ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	ECR:50		
	EC		61±10.9	0		12 (3)	EA:NR ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	EA:UA ECR:50	23.9	<.001
McGregor et al., (2018)	EC	VO _{2pico}	57±10.7	NI		10 (2)	EA:25-45 ECR:7 EJ, 1 S, 12 reps	EA:60-80 ECR:NR	13.2	<.01
McGregor et al., (2015)	EC	VO _{2pico}	55.8±9.2	0	H	10 (2)	EA:25-45 ECR:7 EJ, 1 S, 12 reps	EA:60-80 ECR:NR	14.5	<.0001
Dor-Haim et al., (2018)	EA	METS	47 a 69	NI	H	12 (2)	EA: 45	EA: 60-70	11.6	NS
	EC		47 a 69	NI		12 (2)	EAC:8 x 3min ECR:8 EJ, 1 S, 15 reps	EAC:75-85 ECR:30-50	24.8	<.05
Mehani et al., (2018)	EC	VO _{2pico}	40 a 50	0	H	12 (3)	EAC: 9 x 5 min ECR:8 EJ, 1-2 S, 10-15 reps	EAC:65-80 ECR:50-70	20.4	=.0001
Santa Clara et al., (2002)	EA	VO _{2pico}	57±11	0	H	48 (3)	EA:50	EA:60-70	21.4	<.001
	EC		55±10	0		48 (3)	EA:30 ECR:8 EJ, 2 S, 8-12 reps	EA:60-70 ECR:40-50	24.11	<.001
Tokmakidis et al., (2003)	EC	VO _{2max}	56.2±8.6	2	H	32 (2)	EA:40 ECR:8 EJ, 3 S, 12-15 reps	EA: 60-85 ECR:60	15.4	<.05
Cornelissen et al., (2010)	EC	VO _{2pico}	59.7±6.7	3	A	12 (3)	EA:45 ECR:5 EJ, 2-3 S, 8-12 reps	EA:60 ECR:80%	21.19	<.005
	EC		55± 9.5	3		12 (3)	EA:45 ECR:5 EJ, 2-3 S, 8-12 reps	EA:60 ECR:80%	18.2	<.005
Beigiené et al., (2021)	EA		72.9±4.4	0	A	3(6)	EA: 30	EA: 60-70%	4.3	NS
	EC	VO _{2pico}	70.1±4	0	A	3(9)	EA:30 ECR:3 S, 10 reps	EA:60-70% ECR:12-15 Borg	20.4	=0.009
	EC		75.5±6.9	0	A	3(9)	EA:30 ECR:3 S, 10 reps	EA:60-70% ECR:30-50%	4.2	NS

Abreviaciones: H=hombres; A=ambos sexos; n=muestra del grupo; min=minutos; S=serie(s); p=significancia; %Δ=porcentaje de cambio; EJ=ejercicios; EA= Entrenamiento Aeróbico; EC=Entrenamiento Concurrente; ECR= Entrenamiento Contraresistencia; EAC=Entrenamiento Aeróbico en Circuito; NR=no reporta; Reprs= repeticiones; sem= semana; ses=sesiones; NS= no significativo; VT1=primer umbral ventilatorio; EvAd=eventos adversos; NI= No indica.

Tabla 2. Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos que analizaron la variable masa musculoesquelética o masa magra.

Estudio	Modalidad	Medida	Edad	Sexo	Sesiones Sem(ses)	Volumen (min, series, reps)	Intensidad (%VO2 o FC reserva, RM)	%Δ	p
Marzolini et al., (2008)	EA	MM	57.9±2.6	A	29 (5)	EA:30-60	EA: 60-80	NR	0.054
	EC		60.9±2.3			EA:30-60 ECR:10 EJ, 1 S, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	NR	<0.02
	EC		62.7±2.7			EA:30-60 ECR: 10 EJ, 3 S, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	NR	<0.001
Hansen et al., (2011)	EA	MM	58.9±7.2	A	6 (3)	EA:40	EA:65	0	NS
	EC		60.4±8.9			EA:40 ECR:2 EJ, 3 S, 12-20 reps	EA:65 ECR:65	1.8	NS
Gayda et al., (2009)	EA	MM	55±8	H	7 (3)	EA:30	EA: VT	-1.6	NS
	EC		55±8			EA:30 ECR:2 EJ, 3 S, 10 reps	EA: VT ECR:50	-3.2	NS
Kida et al., (2008)	EC	MME	59.7±9.8	H	12 (3)	EA:NR ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	EA:UA ECR:50	1.5	NS
	EC		61±10.9			EA:NR ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	EA:UA ECR:50	0	NS
						EA:25-45 ECR:7 EJ, 1 S, 12 reps	EA:60-80 ECR:NR	0.9	NS
Pimenta et al., (2013)	EC	MM	57±10.7	H	10 (2)	EA:50	EA:60-70	-0.1	NS
Santa Clara et al., (2003)	EA	MM	45 a 68	H	48 (3)	EA:30 ECR:8 EJ, 2 S, 8-12 reps	EA:60-70 ECR:40-50	3.0	<.001
	EC		45 a 68			EA:45 min ECR:6 EJ, 2 S, 8 reps 6 seg	EA:60-80 ECR:75	0.3	NS
Guiraud et al., (2017)	EC	MM	51.2±9.4	H	4(4)	EA:45 min ECR:6 EJ, 3 S, 12 reps	EA:60-80 ECR:60	0.1	NS
	EC		58.4±9.5	A	4(4)				

Abreviaciones: H=hombres; A=ambos sexos; n=muestra del grupo; min=minutos; S= serie(s); p=significancia; %Δ=porcentaje de cambio; EJ=ejercicios; EA= Entrenamiento Aeróbico; EC=Entrenamiento Concurrente; ECR= Entrenamiento Contraresistencia; NR=no reporta; Reps= repeticiones; sem= semana; ses=sesiones; MM=masa magra; MME=masa musculoesquelética; NS= no significativo VT=umbral ventilatorio.

Tabla 3. Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos que analizaron la variable fuerza.

Estudio	Modalidad	Zona	Edad	Sexo	Sesiones Sem(ses)	Volumen (min, series, reps)	Intensidad (%VO2 o FC reserva, RM)	%Δ	p
Marzolini et al., (2008)	EA	TI	57.9±2.6	A	24 (5)	EA:30-60	EA: 60-80	6.34	NS
	EC		60.9±2.3			EA:30-60 ECR:10 EJ, 1 serie, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	18.95	<.001
	EC		62.7±2.7			EA:30-60 ECR: 10 EJ, 3 serie, 10-15 reps	EA: 60-80 ECR:60-75	16.02	<.05
Schmid et al., (2008)	EA	TI	57.0±9.6	A	12 (6)	EA: NR	EA: 70-85	3.75	<.05
	EC		54.7±9.4	A	12 (6)	EA: NR ECR:6 EJ, 2 S, 10 reps	EA: 70-85 ECR:40-60	6.5	<.05
Theodorou et al., (2016)	EA	TI	61±7	H	32 (3)	EA:40	EA:60-85	10.9	<.05
	EC		64±6			EA:20 ECR: 8 EJ, 2 S, 12-15reps	EA:60-85 ECR:60	23.6	<.05
	ECR		62±8			ECR:8EJ, 2 S, 12-15 reps	ECR:60	35.5	<.05
Hansen et al., (2011)	EA	TI	58.9±7.2	A	6 (3)	EA:40	EA:65	6.41	NS
	EC		60.4±8.9			EA:40 ECR:2 EJ, 3 S, 12-20 reps	EA:65 ECR:65	7.36	NS
Gayda et al., (2009)	EA	TI	55±8	H	7 (3)	EA:30	EA: VT	2.88	NS
	EC		55±8			EA:30 ECR: 3 S, 10 reps	EA: VT ECR:50	11.6	NS
Kida et al., (2008)	EC	TI	59.7±9.8	H	12 (3)	EA:NR ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	EA:UA ECR:50	11.11	<.0001
	EC		61±10.9			EA:NR ECR:4 EJ, 4 S, 5 reps	EA:UA ECR:50	5.9	<.05
Dor-Haim et al., (2018)	EA	TS	47 a 69	H	12 (2)	EA: 45	EA: 60-70	5.52	NS

	EC		47 a 69	H	12 (2)	EA:8 x 3min ECR:8 EJ, 1 serie, 15 reps	EA:75-80 ECR:30-50	12.3	<.05
Mehani et al., (2018)	EC	TS	40 a 50	H	12 (3)	EA:30 ECR:8 EJ, 1-2 serie,10-15 reps	EA:60-70 ECR:50-70	32.5	=.0001
		TI						50.3	=.0001
Santa Clara et al., (2002)	EC	TI	55±10	H	48 (3)	EA:30 ECR:8 EJ, 2 S, 8-12 reps	EA:60-70 ECR:40-50	26.8	<.0001
		TS						21.6	<.0001
Tokmakidis et al., (2003)	EC	TI	56.2±8.6	H	32 (2)	EA:40 ECR:8 EJ, 3 S, 12-15 reps	EA: 60-85 ECR:60		<.05
		TS							<.05
Cornelissen et al., (2010)	EC	TI	59.7±6.7	A	12 (3)	EA:45 ECR:5 EJ, 2-3 S, 8-12 reps	EA:60 ECR:80	15.3	<.05
	EC		55±9.5					13.7	<.05
Santa Clara et al., (2003)	EC	TI	45 a 68	H	48 (3)	EA:30 ECR:8 EJ, 2 S, 8-12 reps	EA:60-70 ECR :40-50	26.8	<.0001
		TS						21.4	<.01
Beigiené et al., (2021)	EA		72.9±4.4	A	3(6)	EA: 30	EA: 60-70%	11.1	<.001
	EC	TI	70.1±4	A	3(9)	EA:30 ECR:3 S, 10 reps	EA:60-70% ECR:12-15 Borg	52.3	=.001
	EC		75.5±6.9	A	3(9)	EA:30 ECR:3 S, 10 reps	EA:60-70% ECR:30-50%	46.05	=.001

Abreviaciones: H=hombres; A=ambos sexos; n=muestra del grupo; min=minutos; S=serie(s); p=significancia; %Δ=porcentaje de cambio; EJ=ejercicios; EA= Entrenamiento Aeróbico; EC=Entrenamiento Concurrente; ECR= Entrenamiento Contraresistencia; EAC= Entrenamiento Aeróbico en Circuito; NR=no reporta; reps= repeticiones; sem= semana; ses=sesiones; NS= no significativo VT=umbral ventilatorio; UA=Umbral aeróbico; TI=tren inferior; TS= tren superior.

Tabla 4. Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos que analizaron la variable fracción de eyección.

Estudio	Modalidad	Edad	Sexo	Sesiones Sem(ses)	Volumen (min, series, reps)	Intensidad (%VO2 o FC reserva, RM)	%Δ	p
Schmid et al., (2008)	EA	57.0±9.6	A	12 (6)	EA: NR	EA: 70-85	4.2	NS
	EC	54.7±9.4	A	12 (6)	EA: NR ECR:6 EJ, 2 S, 10 reps	EA: 70-85 ECR:40-60	1.01	NS
Ghashghaei et al., (2012)	EA	62±12	A	8 (2-3)	EA:15-30	EA:NR	-3.8	NS
	EC	58.5±12.5	A	8(3)	EA: NR ECR:NR	EA:60-85 ECR: NR	11.9	=.049
Pabisiak et al., (2013)	EC	62±8.5	M	8 (3)	EA:25-35 ECR:15 reps	EA: NR ECR:30-50%	3.7	<.05
	EC	63±8.4	H	8 (3)	EA:25-35 ECR:15 reps	EA: NR ECR:30-50%	3.6	<.05
Dor-Haim et al., (2018)	EA	47 a 69	H	12 (2)	EA: 45	EA: 60-70	NR	NS
	EC	47 a 69	H	12 (2)	EA:8 x 3min ECR:8 EJ, 1 serie, 15 reps	EA:75-80 ECR:30-50	NR	<.05
Cornelissen et al., (2010)	EC	59.7±6.7	A	12 (3)	EA:45 ECR:5 EJ, 2-3 S, 8-12 reps	EA:60 ECR:80%	NR	NS
	EC	55±9.5	A	12 (3)	EA:45 ECR:5 EJ, 2-3 S, 8-12 reps	EA:60 ECR:80%	NR	NS

Abreviaciones: H=hombres; A=ambos sexos; n=muestra del grupo; min=minutos; p=significancia; %Δ=porcentaje de cambio; EJ=ejercicios; EA= Entrenamiento Aeróbico; EC=Entrenamiento Concurrente; ECR= Entrenamiento Contraresistencia; EAC= Entrenamiento Aeróbico en Circuito; EAD=Entrenamiento Aeróbico Domiciliar; NR=no reporta; reps= repeticiones; sem= semana; ses=sesiones; NS= no significativo.

DISCUSIÓN

En este estudio se analizó la eficacia del EA en comparación con el EC sobre el consumo de oxígeno, la MM, la fuerza y la FEVI en pacientes con EAC. Además, se buscó actualizar la información existente en metaanálisis previos. La evidencia sugiere que el EC es más efectivo que el EA para aumentar el $VO_{2\text{pico}}$ en PRC (Gayda et al., 2009; Hansen et al., 2011; Marzolini et al., 2008; Santa-Clara et al., 2002; Schmid et al., 2008). Ambas modalidades fueron superiores a los grupos control (McGregor et al., 2015, 2018; Mehani, 2018; Santa-Clara et al., 2002; Tokmakidis & Volaklis, 2003). Este resultado se asemeja con los encontrados en metaanálisis anteriores, en los cuales se concluye que, combinar el EA con el ECR en PRC es más efectivo para mejorar el VO_2 que el EA (Marzolini et al., 2012; Xanthos et al., 2017; Yang et al., 2015).

La MM fue estadísticamente significativa solo en grupos que realizaron EC, independientemente de la cantidad de series o repeticiones que realizaran, sin embargo, se destaca la utilización de mayor cantidad de ejercicios en los grupos significativos (Marzolini et al., 2008; Santa-Clara et al., 2003). Lo anterior concuerda con un metaanálisis que indicó mayor significancia en los PRC de EC que de EA (Marzolini et al., 2012).

Por otro lado, la evidencia indica que el EC es más efectivo para aumentar la fuerza que el EA en PRC. Se encontraron estudios con diferencia estadísticamente significativa (Dor-Haim et al., 2018; Marzolini et al., 2008; Theodorou et al., 2016). En contraste, investigaciones anteriores encontraron que el EA y el EC son efectivos para mejorar la fuerza muscular, sin embargo, se encuentran mejores resultados con el EC (Beigienè et al., 2021; Hollings et al., 2017; Marzolini et al., 2012; Yang et al., 2015). Por otro lado, se logró identificar en este estudio una tendencia de que, a mayor intensidad de ECR, mayor porcentaje de cambio en fuerza; de igual forma, una investigación previa indica que el entrenamiento de fuerza a intensidades altas resulta más efectivo y además, genera menor demanda cardiovascular aguda sobre el paciente (Hansen et al., 2011).

Los resultados anteriores se evidencian con un estudio que comparó dos grupos que realizan la misma prescripción de EC, con la diferencia de que el grupo que realiza más series en ECR, obtiene mejores resultados en VO_2 , fuerza y MM, mostrando correlación entre el VO_2 y la MM, pero sin significancia respecto a la fuerza.; además, ambos grupos fueron mejores que el EA (Marzolini et al., 2008). Resultados similares se encontraron al comparar un grupo de volumen

muscular (VM) mayor a 22kg con otro de VM menor a 22kg, en el cual se encontró un porcentaje de cambio mayor en el VO₂, la MM y la fuerza en el grupo que tenía mayor VM, además, indicaron correlación positiva entre la fuerza y el VO₂, sin embargo, no se encontró relación en la MM y la fuerza (Kida et al., 2008).

Este comportamiento puede presentarse debido una combinación de adaptaciones centrales y periféricas al EC, en las cuales se generan adaptaciones musculares que disminuyen las limitaciones periféricas y en consecuencia aumentan el volumen de oxígeno (Xanthos et al., 2017). Además, se puede asociar a una mayor cantidad de vasos capilares y una mejor capacidad de almacenamiento de energía (Marzolini et al., 2008). Estos resultados deberían recordarnos tomar un punto de vista integral del sistema cardiovascular, que no puede separarse de otros órganos, especialmente del musculoesquelético, el cual está crecientemente considerándose como un órgano endocrino, por la secreción de mioquinas durante su activación (Fiuza-Luces et al., 2018).

Con respecto a la FEVI, existen resultados contradictorios con la literatura actual, dado que este estudio presentó significancia para la FEVI sólo en grupos que realizaron EC (Dor-Haim et al., 2018; Ghasghaei et al., 2012; Pabisiak et al., 2013), sin embargo, la relación con la carga de entrenamiento o duración del PRC fue inconsistente. En contraste, estudios relacionados que analizaron pacientes con insuficiencia cardíaca, encontraron que el EA puede ser ineficaz para el aumento de la FEVI (Fukuta et al., 2019), comparado con grupos control, que pueden mejorar la FEVI significativamente (Tucker et al., 2019). Sin embargo, cuando se realiza EC, los resultados no mostraron diferencia significativa respecto a grupos control (Jewiss et al., 2016; Tucker et al., 2019).

No se encontraron estudios que analizaran la FEVI en pacientes con EAC, sin embargo, podría relacionarse con reducción de la presión arterial, mejora de la función endotelial e incremento del gasto cardíaco provocado por aumento del volumen sanguíneo, mejora del retorno venoso y aumento en el llenado ventricular, que ocasiona el incremento del volumen sistólico y por ende de la FEVI (Boron & Boulpaep, 2017; Fiuza-Luces et al., 2018; Montero et al., 2015; Powers & Howley, 2018). Además, evidencia indica que baja masa muscular se relaciona con disminución de la FEVI por asociarse a disfunción cardiovascular (Fiuza-Luces et al., 2018).

En este estudio no se encontraron diferencias significativas respecto a la prevalencia de casos adversos en los PRC, de modo que, ambos demuestran un nivel de seguridad similar, no obstante, se evidenció una menor prevalencia de casos en EA que en EC. En concordancia, estudios

anteriores concluyen que los PRC son seguros para los pacientes con EAC independientemente si la modalidad es EA o EC (Xanthos et al., 2017; Yang et al., 2015). Cabe resaltar el valor de los PRC, al mencionar que niveles altos de capacidad cardiorrespiratoria o aumento de la fuerza muscular se asocian con una menor prevalencia de eventos adversos (Fiuza-Luces et al., 2018).

CONCLUSIONES

La evidencia fue consistente al indicar que el EC muestra mayor eficacia en el aumento del VO_2 pico, la fuerza y la MM. Por otro lado, los resultados de la FEVI fueron inconsistentes debido a la falta de información, aunque se inclinan a un incremento mayor con el EC. Además, ambas modalidades parecen ser seguras de aplicar en un PRC. Por lo cual, se sugiere que el EC debe ser implementado como la modalidad de entrenamiento principal en los PCR. Se recomienda ampliar la investigación de los efectos del EA y EC sobre la FEVI en pacientes con EAC.

RECOMENDACIONES

El EC debe ser utilizado en los PRC como metodología principal, dado la gran gama de beneficios que genera. Para investigaciones futuras se debe ampliar el análisis sobre el EC sobre los factores de riesgo cardiovascular, así como ampliar la investigación respecto a los efectos de la rehabilitación cardíaca sobre la FEVI en pacientes con EAC.

LIMITACIONES

Los artículos científicos incluidos que analizaron la variable FEVI, no incluyeron la totalidad de la información pertinente respecto a los programas de entrenamiento aplicados, por lo cual, los resultados son inconsistentes y difíciles de analizar. Se declara que esta revisión sistemática se realizó sin conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, U., Fujita, H., Lih, O., Adam, M., Tan, J., & Chua, C. (2017). Automated detection of coronary artery disease using different durations of ECG segments with convolutional neural network. *Knowledge-Based Systems*, 132, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.06.003>
- Allen, J., Scott, L., Stewart, K., & Young, D. (2004). Disparities in women's referral to and enrollment in outpatient cardiac rehabilitation. *Journal of General Internal Medicine*, 19(7), 747-753. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2004.30300.x>
- Banz, W., Maher, M., Thompson, W., Bassett, D., Moore, W., Ashraf, M., Keefer, D., & Zemel, M. (2003). Effects of Resistance versus Aerobic Training on Coronary Artery Disease Risk Factors. *Experimental Biology and Medicine*, 228(4), 434-440. <https://doi.org/10.1177/153537020322800414>
- Beigienė, A., Petruševičienė, D., Barasaitė, V., Kubilius, R., & Macijauskienė, J. (2021). Cardiac Rehabilitation and Complementary Physical Training in Elderly Patients after Acute Coronary Syndrome: A Pilot Study. *Medicina*, 57(6), 529. <https://doi.org/10.3390/medicina57060529>
- Bjarnason-Wehrens, B. (2019). Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation: Do they need reconsideration? *European Journal of Preventive Cardiology*, 26(14), 1479-1482. <https://doi.org/10.1177/2047487319856124>
- Boron, W., & Boulpaep, E. (2017). *Fisiología médica* (3.^a ed.). Elsevier España.
- Buckingham, S., Taylor, R., Jolly, K., Zawada, A., Dean, S., Cowie, A., Norton, R., & Dalal, H. (2016). Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation: Abridged Cochrane systematic review and meta-analysis. *Open Heart*, 3(2), e000463. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2016-000463>
- Chen, Y.-C., Tsai, J.-C., Liou, Y.-M., & Chan, P. (2017). Effectiveness of endurance exercise training in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 16(5), 397-408. <https://doi.org/10.1177/1474515116684407>
- Cornelissen, V., Defoor, J., Stevens, A., Schepers, D., Hespel, P., Decramer, M., Mortelmans, L., Dobbels, F., Vanhaecke, J., Fagard, R., & Vanhees, L. (2010). Effect of creatine

- supplementation as a potential adjuvant therapy to exercise training in cardiac patients: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24(11), 988-999. <https://doi.org/10.1177/0269215510367995>
- Cornelissen, V., & Smart, N. (2013). Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1). <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- Dor-Haim, H., Barak, S., Horowitz, M., Yaakobi, E., Katzburg, S., Swissa, M., & Lotan, C. (2018). Improvement in cardiac dysfunction with a novel circuit training method combining simultaneous aerobic-resistance exercises. A randomized trial. *PLOS ONE*, 13(1), e0188551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188551>
- Fiuza-Luces, C., Santos-Lozano, A., Joyner, M., Carrera-Bastos, P., Picazo, O., Zugaza, J. L., Izquierdo, M., Ruilope, L. M., & Lucia, A. (2018). Exercise benefits in cardiovascular disease: Beyond attenuation of traditional risk factors. *Nature Reviews Cardiology*, 15(12), 731-743. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0065-1>
- Franklin, B. A., & Quindry, J. (2022). High level physical activity in cardiac rehabilitation: Implications for exercise training and leisure-time pursuits. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 70, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.12.005>
- Fukuta, H., Goto, T., Wakami, K., Kamiya, T., & Ohte, N. (2019). Effects of exercise training on cardiac function, exercise capacity, and quality of life in heart failure with preserved ejection fraction: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart Failure Reviews*, 24(4), 535-547. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09774-5>
- Gayda, M., Choquet, D., & Ahmaidi, S. (2009). Effects of exercise training modality on skeletal muscle fatigue in men with coronary heart disease. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(2), e32-e39. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.08.009>
- Gerosa-Neto, J., Antunes, B. M. M., Campos, E. Z., Rodrigues, J., Ferrari, G. D., Neto, J. C. R., Bueno Junior, C. R., & Lira, F. S. (2016). Impact of long-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 575-580. <https://doi.org/10.12965/jer.1632770.385>

- Ghasghaei, F., Sadeghi, M., Marandi, S., & Ghasghaei, S. (2012). Exercise-based cardiac rehabilitation improves hemodynamic responses after coronary artery bypass graft surgery. *ARYA Atherosclerosis*, *7*(4), 151-156.
- Guiraud, T., Labrunée, M., Besnier, F., Sénard, J.-M., Pillard, F., Rivière, D., Richard, L., Laroche, D., Sanguignol, F., Pathak, A., Gayda, M., & Gremeaux, V. (2017). Whole-body strength training with Huber Motion Lab and traditional strength training in cardiac rehabilitation: A randomized controlled study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *60*(1), 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.07.385>
- Hansen, D., Eijnde, B., Roelants, M., Broekmans, T., Rummens, J., Hensen, K., Daniels, A., Van Erum, M., Bonné, K., Reyckers, I., Alders, T., Berger, J., & Dendale, P. (2011). Clinical benefits of the addition of lower extremity low-intensity resistance muscle training to early aerobic endurance training intervention in patients with coronary artery disease: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *43*(9), 800-807. <https://doi.org/10.2340/16501977-0853>
- Hollings, M., Mavros, Y., Freeston, J., & Fiatarone Singh, M. (2017). The effect of progressive resistance training on aerobic fitness and strength in adults with coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*, *24*(12), 1242-1259. <https://doi.org/10.1177/2047487317713329>
- Jewiss, D., Ostman, C., & Smart, N. (2016). The effect of resistance training on clinical outcomes in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, *221*, 674-681. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.046>
- Kazior, Z., Willis, S., Moberg, M., Apró, W., Calbet, J., Holmberg, H.-C., & Blomstrand, E. (2016). Endurance Exercise Enhances the Effect of Strength Training on Muscle Fiber Size and Protein Expression of Akt and mTOR. *PLOS ONE*, *11*(2), e0149082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149082>
- Kida, K., Osada, N., Akashi, Y., Sekizuka, H., Omiya, K., & Miyake, F. (2008). The exercise training effects of skeletal muscle strength and muscle volume to improve functional capacity in patients with myocardial infarction. *International Journal of Cardiology*, *129*(2), 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.04.031>

- Lavie, C., & Milani, R. (2011). Cardiac Rehabilitation and Exercise Training in Secondary Coronary Heart Disease Prevention. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 53(6), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2011.02.008>
- Leon, A., Franklin, B., Costa, F., Balady, G., Berra, K., Stewart, K., Thompson, P., Williams, M., & Lauer, M. (2005). Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease: An American Heart Association Scientific Statement From the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in Collaboration With the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation*, 111(3), 369-376. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000151788.08740.5C>
- Leprêtre, P.-M., Ghannem, M., Bulvestre, M., Ahmaidi, S., Delanaud, S., Weissland, T., & Lopes, P. (2016). Exercise-based Cardiac Rehabilitation in Coronary Disease: Training Impulse or Modalities? *International Journal of Sports Medicine*, 37(14), 1144-1149. <https://doi.org/10.1055/s-0042-112591>
- Libby, P., & Theroux, P. (2005). Pathophysiology of Coronary Artery Disease. *Circulation*, 111(25), 3481-3488. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.537878>
- Liberati, A., Altman, D., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P., Ioannidis, J., Clarke, M., Devereaux, P., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). *The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration*. 30.
- Marzolini, S., Oh, P., & Brooks, D. (2012). Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: A meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 19(1), 81-94. <https://doi.org/10.1177/1741826710393197>
- Marzolini, S., Oh, P., Thomas, S., & Goodman, J. (2008). Aerobic and Resistance Training in Coronary Disease: Single versus Multiple Sets. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(9), 1557-1564. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318177eb7f>
- McGregor, G., Gaze, D., Oxborough, D., O Driscoll, J., & Shave, R. (2015). *Reverse left ventricular remodeling: Effect of cardiac rehabilitation exercise training in myocardial infarction patients with preserved ejection fraction*.

- McGregor, G., Stöhr, E. J., Oxborough, D., Kimani, P., & Shave, R. (2018). Effect of exercise training on left ventricular mechanics after acute myocardial infarction—an exploratory study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(3), 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.01.003>
- Mehani, S. (2018). Novel molecular biomarkers' response to a cardiac rehabilitation programme in patients with ischaemic heart diseases. *European Journal of Physiotherapy*, 20(4), 235-243. <https://doi.org/10.1080/21679169.2018.1464597>
- Ministerio de Salud. (2017). *Memoria Institucional 2016*. https://www.ministeriodesalud.go.cr/images/stories/docs/DPI/2017/DPI_memoria_institucional_2016.pdf
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & for the PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ*, 339(jul21 1), b2535-b2535. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Montero, D., Diaz-Cañestro, C., & Lundby, C. (2015). Endurance Training and V'O₂max: Role of Maximal Cardiac Output and Oxygen Extraction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(10), 2024-2033. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000640>
- Mozaffarian, D., Benjamin, E., Go, A., Arnett, D., Blaha, M., Cushman, M., de Ferranti, S., Després, J.-P., Fullerton, H., Howard, V., Huffman, M., Judd, S., Kissela, B., Lackland, D., Lichtman, J., Lisabeth, L., Liu, S., Mackey, R., Matchar, D., ... Turner, M. (2015). *Heart Disease and Stroke Statistics—2015 Update*. 294. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000152>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Las 10 principales causas de defunción*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Pabisiak, A., Nowak, M., & Kmiec, S. (2013). REHABILITATION OF WOMEN WITH A HISTORY OF MYOCARDIAL INFARCT. *Medicina Sportiva*, 7.
- Pedersen, L., Olsen, R., Anholm, C., Astrup, A., Eugen-Olsen, J., Fenger, M., Simonsen, L., Walzem, R., Haugaard, S., & Prescott, E. (2019). Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: A randomized trial. *Cardiovascular Diabetology*, 18(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s12933-019-0934-x>

- Pimenta, N. M., Santa-Clara, H., Sardinha, L. B., & Fernhall, B. (2013). Body fat responses to a 1-year combined exercise training program in male coronary artery disease patients: BF Responses in Male CAD Patients. *Obesity, 21*(4), 723-730. <https://doi.org/10.1002/oby.20273>
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (Tenth edition). McGraw-Hill Education.
- Quindry, J. C., & Franklin, B. A. (2021). Exercise Preconditioning as a Cardioprotective Phenotype. *The American Journal of Cardiology, 148*, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.02.030>
- Santa-Clara, H., Fernhall, B., Baptista, F., Mendes, M., & Bettencourt Sardinha, L. (2003). Effect of a one-year combined exercise training program on body composition in men with coronary artery disease. *Metabolism, 52*(11), 1413-1417. [https://doi.org/10.1016/S0026-0495\(03\)00320-2](https://doi.org/10.1016/S0026-0495(03)00320-2)
- Santa-Clara, H., Fernhall, B., Mendes, M., & Sardinha, L. (2002). Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold in patients suffering from coronary artery disease. *European Journal of Applied Physiology, 87*(6), 568-575. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0675-4>
- Schmid, J.-P., Anderegg, M., Romanens, M., Morger, C., Noveanu, M., Hellige, G., & Saner, H. (2008). Combined endurance/resistance training early on, after a first myocardial infarction, does not induce negative left ventricular remodelling. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, 15*(3), 341-346. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3282f5dbf5>
- Solís, M. (2018). *Desciende mortalidad por enfermedad isquémica de corazón en Costa Rica*. Caja Costarricense del Seguro Social. <https://www.ccss.sa.cr/noticia?desciende-mortalidad-por-enfermedad-isquemica-del-corazon-en-costa-rica>
- Theodorou, A. A., Panayiotou, G., Volaklis, K. A., Douda, H. T., Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Smilios, I., Toubekis, A., Kyprianou, D., Papadopoulos, I., & Tokmakidis, S. P. (2016). Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients. *Research in Sports Medicine, 24*(3), 171-184. <https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1191488>

- Tokmakidis, S., & Volaklis, K. (2003). Training and Detraining Effects of a Combined-strength and Aerobic Exercise Program on Blood Lipids in Patients With Coronary Artery Disease: *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(3), 193-200. <https://doi.org/10.1097/00008483-200305000-00006>
- Tucker, W. J., Beaudry, R. I., Liang, Y., Clark, A. M., Tomczak, C. R., Nelson, M. D., Ellingsen, O., & Haykowsky, M. J. (2019). Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.08.006>
- Verhagen, A., Boers, M., Bouter, L., & Knipschild, P. (1998). *The Delphi List: A Criteria List for Quality Assessment of Randomized Clinical Trials for Conducting Systematic Reviews Developed by Delphi Consensus*. 8.
- Vona, M., Codeluppi, G., Iannino, T., Ferrari, E., Bogousslavsky, J., & von Segesser, L. (2009). Effects of Different Types of Exercise Training Followed by Detraining on Endothelium-Dependent Dilation in Patients With Recent Myocardial Infarction. *Circulation*, 119(12), 1601-1608. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.821736>
- Xanthos, P., Gordon, B., & Kingsley, M. (2017). Implementing resistance training in the rehabilitation of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 230, 493-508. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.076>
- Yang, Y., He, X., Guo, H., Wang, X., & Zhu, Y. (2015). Efficiency of muscle strength training on motor function in patients with coronary artery disease: A meta-analysis. *Physiotherapy*, 101, e1686. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.092>