



Ejercicio físico más beneficioso en un programa de rehabilitación cardíaca en pacientes con cardiopatía isquémica tras un proceso de revascularización coronaria. Revisión sistemática.

Trabajo de Fin de Máster presentado para optar al Título de Master Universitario en Actividad Física y Salud por María de la Paz Cosano Márquez, siendo el tutor del mismo el Dra. Dña. Margarita Reina Sánchez

Margarita Reina Sánchez

14 de Junio de 2023

María de la Paz Cosano Márquez

MÁSTER OFICIAL UNIVERSITARIO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2014-2015

TITULO:

EJERCICIO FÍSICO MÁS BENEFICIOSO EN UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDÍACA EN PACIENTES CON CARDIOPATÍA ISQUÉMICA TRAS UN PROCESO DE REVASCULARIZACIÓN CORONARIA. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

AUTOR:

MARÍA DE LA PAZ COSANO MÁRQUEZ

TUTOR ACADEMICO:

Dra. Dña. MARGARITA REINA SÁNCHEZ

RESUMEN:

Introducción: La rehabilitación cardíaca (RC) es el tratamiento médico tras la revascularización miocárdica, siendo el ejercicio físico su principal intervención. *Objetivos:* El fin de esta revisión es determinar que entrenamiento se puede llevar a cabo y cuál es el más beneficioso para cardiópatas, y conocer los parámetros de valoración. *Material y métodos:* Se realizaron búsquedas en las bases de datos Pubmed y Cochrane, incluyendo solo ensayos clínicos publicados en los últimos 5 años. *Resultados:* Se obtuvieron un total de 9 estudios, de los cuales 5 incluían entrenamiento aeróbico moderado continuo comparado con interválico de alta intensidad, el resto incluía ejercicios de fuerza. El test cardiopulmonar es el método de valoración más empleado. *Conclusiones:* No existe consenso sobre la superioridad del entrenamiento interválico y de fuerza sobre el aeróbico continuo, pero insisten en que los ejercicios de fuerza deben ser incluidos en los programas de RC.

PALABRAS CLAVE: “rehabilitación cardíaca”, “entrenamiento”, “enfermedad coronaria”, “cateterismo terapéutico”, “actividad física”.

ABSTRACT:

Introduction: Cardiac rehabilitation (CR) is the medical treatment after myocardial revascularization, with physical exercise being its main intervention. *Objectives:* The purpose of this review is to determine which training can be carried out and which is the most beneficial for heart patients, and to know the evaluation parameters. *Material and methods:* Pubmed and Cochrane databases were searched, including only clinical trials published in the last 5 years. *Results:* A total of 9 studies were obtained, of which 5 improved continuous moderate aerobic training compared to high intensity interval training,

the rest improved resistance exercises. Cardiopulmonary test is the most widely used assessment method. *Conclusions:* There is no consensus on the superiority of interval and strength training over continuous aerobic training, but they insist that strength exercises should be included in CR programs.

KEYWORDS: “cardiac rehabilitation”, “exercise training”, “coronary disease”, “percutaneous coronary intervention”, “physical activity”.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIAL Y MÉTODOS	6
2.1 Criterios de inclusión	6
2.2 Criterios de exclusión	6
2.3 Bases de datos y fuentes de información	7
2.4 Selección de estudios	9
2.5 Evaluación de la calidad metodológica	10
3. RESULTADOS	14
3.1 Muestra de estudio	14
3.2 Programas de entrenamiento	15
3.2.1 Entrenamiento aeróbico continuo moderado e interválico alta intensidad	15
3.2.2 Entrenamiento aeróbico y de fuerza	16
3.2.3 Temporalidad de la intervención	17
3.3 Valoración	18
3.5 Efectividad de la intervención	19
3.5.1 Entrenamiento aeróbico: continuo moderada intensidad VS interválico alta intensidad	19
3.5.2 Entrenamiento aeróbico y de fuerza	20
4. DISCUSIÓN	22
4.1 Programas de entrenamiento	22
4.2 Valoración	24
4.3 Efectividad de la intervención	25
5. CONCLUSIONES	29
6. BIBLIOGRAFÍA	30
APÉNDICE	37

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares es una de las patologías con más morbimortalidad del mundo. Se calcula que, en 2015 murieron 17,7 millones de personas por esta causa, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo. De estas muertes, 7,4 millones se debieron a cardiopatía coronaria y 6,7 a accidentes cerebrovasculares (1).

Como reflejan estos datos, las cardiopatías son desde hace 20 años la causa principal de mortalidad en todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cardiopatía isquémica (CI) es la causa más común de mortalidad en el mundo, ha ascendido desde 2000 de 2 millones de personas hasta llegar a casi 9 en 2019. Se estima que, 2,3 millones de personas viven con enfermedad coronaria, alrededor de 1,5 millones de hombres y 830.000 mujeres, esta afección es responsable de una de cada siete muertes en hombres y una de cada doce en mujeres (2).

Aunque en los últimos años en Europa se ha experimentado una disminución relativa de las cardiopatías, con una reducción de sus muertes del 15%, en España, según el Instituto Nacional de Estadística en 2021 murieron 13.474 persona por infarto agudo de miocardio (IAM). Actualmente, en nuestro país la CI e ictus suponen un coste sanitario superior a 2.500 millones de euros, suponiendo las hospitalizaciones y los procedimientos relacionados responsables del 40% de este gasto (3).

Por ello, nos preguntamos cual es la etiología de la enfermedad coronaria y cuáles son sus causas. La CI son eventos agudos que en su mayoría se deben a obstrucciones en las arterias coronarias que impiden que la sangre fluya hacia el miocardio. La causa más frecuente de esta obstrucción es la formación de depósitos de grasa en las paredes de los vasos, con el paso del tiempo generan aterosclerosis en las paredes de las coronarias. La combinación de diferentes factores de riesgo modificables como el tabaquismo, hipercolesterolemia, hipertensión arterial, obesidad, diabetes, hábitos tóxicos, inactividad física y estrés, son los responsables de que se produzcan estos eventos (4, 5).

Está demostrado que el cese del consumo de tabaco, alimentación saludable, actividad física regular y la abstención del consumo de alcohol reducen el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (5).

Podemos diferenciar dos tipos de síndromes en la CI, síndrome coronario agudo sin elevación del ST (SCASEST) y síndrome coronario agudo con elevación del ST (SCACEST). El primero abarca dos entidades clínicas: angina inestable y IAM sin onda Q. El segundo se denomina cuando se produce una isquemia transmural afectando al miocardio.

Estos tres eventos van progresando hasta requerir la reperfusión de las arterias coronarias mediante coronariografía. El tratamiento invasivo primario para su resolución es el cateterismo cardíaco percutáneo (ICP), que consiste en la introducción de catéteres vía radial o femoral hasta las arterias coronarias, con la inyección de contraste yodado conseguimos visualizar la obstrucción, y con la realización de angioplastia e implantación de stent revascularizamos la arteria que irriga el área del miocardio afectada. El tratamiento precoz define el grado de secuelas producidas, ya que cuanto mayor tiempo este el miocardio sin irrigación, mayor será el alcance de la necrosis. La coronariografía es el tratamiento primario para la resolución de dicha enfermedad, pero en pacientes en los que existe gran afectación de los 3 vasos o exceso de calcificación, la cirugía cardíaca mediante bypass será la opción más apropiada para la resolución de esta patología (6).

La misma relevancia clínica tienen el diagnóstico y tratamiento, como la prevención secundaria y la promoción de vida saludable, ya que juegan un papel fundamental en la recidiva de la enfermedad coronaria.

La rehabilitación cardíaca (RC) es la primera actuación médica tras pasar la fase aguda, siendo su principal intervención el ejercicio físico. Heberden hizo la primera alusión directa a los efectos favorables del ejercicio en la enfermedad coronaria en 1768 al comunicar que un paciente con angor pectoris mejoró al aserrar madera diariamente. No obstante, hasta la segunda década del siglo XX, los pacientes con IAM eran sometidos a reposo en cama prolongado de 6 a 8 semanas. En 1944, Samuel Levine inició el primer paso en la RC al sentar a sus pacientes en un sillón durante 1 a 2 horas diarias al día siguiente del evento, demostrando beneficios en la recuperación física y psicológica sin consecuencias negativas (7).

Desde entonces, ha habido un creciente interés por los efectos del ejercicio físico en la enfermedad coronaria, lo que llevó al desarrollo de los primeros programas de rehabilitación en EEUU, Canadá y algunos países europeos a partir de 1970. Estos programas se centraron inicialmente en estructurar actividades físicas para permitir una reintegración más temprana del paciente a su vida normal después del infarto, luego se ampliaron para incluir a individuos sometidos a diversas intervenciones cardíacas y aquellos con múltiples factores de riesgo coronarios (7).

La RC es un programa que ofrece un enfoque educativo multidisciplinario orientado a la prevención secundaria de la enfermedad coronaria. Debe ser motivador y guía para inducir cambios en las conductas de los pacientes, implementando hábitos alimenticios y realización de actividad física apropiados de por vida. Además, nos ayuda a monitorizar factores de riesgo

significativos después de un evento coronario, como la presión arterial, colesterol, tabaquismo, obesidad y diabetes (8).

Como hemos visto el ejercicio físico es la piedra angular de la RC, en este estudio queremos comprobar el impacto que produciría la realización de diferentes programas de ejercicios físico en pacientes que han sido revascularizados.

Según las guías de prevención de enfermedades cardiovasculares, se recomienda tanto a cardiopatas como pacientes que han sufrido un evento coronario, la realización durante más de 150 minutos de ejercicio moderado o más de 60-75 minutos de ejercicio vigoroso a la semana. Estas recomendaciones están basadas en estudios que demuestran que el ejercicio regular mejora la función cardiopulmonar, siendo el entrenamiento un tratamiento no farmacológico bien establecido para los pacientes con algún tipo de disfunción cardíaca (9).

En cuanto al tipo de ejercicio que es más beneficioso para estos pacientes, en los últimos años han surgido nuevas corrientes. Tradicionalmente, se llevaba a cabo el entrenamiento aeróbico moderado, ya que provoca adaptaciones en el sistema cardiovascular, como la mejora del flujo coronario debido a cambios estructurales y funcionales en la circulación coronaria, como aumento de la función endotelial y músculo liso. Esto promueve la vasodilatación debido a mayor producción de factores vasodilatadores, disminución de especies reactivas de oxígeno y factores proconstrictores. La función del músculo cardíaco se incrementa por la mejora del manejo del Ca⁺ que, por otro lado, también previene la formación de placas de ateroma. Otro de los beneficios es que favorece la formación de vasos colaterales que contribuyen a la reperfusión del miocardio necrótico (10, 11).

En los últimos años, ha habido una tendencia de realizar entrenamiento de alta intensidad. Mientras que, en el entrenamiento aeróbico moderado trabajaríamos entre el 50-70% de volumen de oxígeno máximo (VO₂max), 50-75% de reserva de frecuencia cardíaca (FC) o 50-80% de FC máxima (FCmax), en el entrenamiento de alta intensidad interválico trabajaríamos al $\geq 85\%$ de VO₂max, $\geq 85\%$ de reserva de FC o $>90\%$ FCmax (12). Martland et al. 2020 (13) afirman que este tipo de actividad denominada HIIT (High Intensity Interval Training) mejora el estado cardiorrespiratorio, las medidas antropométricas, controla los niveles glucémicos, mejora función vascular y cardíaca, reduce algunos marcadores inflamatorios y aumenta la masa muscular.

El entrenamiento de fuerza presenta importantes beneficios, en cuanto a que reduce el estrés oxidativo a través de factores inflamatorios como el TNF-alfa, previniendo la disfunción endotelial y la aterosclerosis, además de reducir la presión arterial, disminuir la obesidad y mejorar la resistencia a la insulina, reduciendo con ello, el riesgo y mortalidad de padecer

enfermedades cardiovasculares. Cada vez son más los estudios que defienden sus beneficios y defienden su implantación en los programas de RC (14,15).

Los parámetros empleados para comprobar la efectividad del entrenamiento en la función del miocardio son variados. Por un lado, el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max} o VO_{2pico} , volumen de oxígeno máximo que nuestra sangre puede absorber, transportar y consumir en un momento determinado), también denominada capacidad aeróbica máxima, está fuertemente asociado con el riesgo cardiovascular, por lo que a menudo se utiliza como un indicador para evaluar las intervenciones en cardiópata (16). La FC_{max} y FC de reserva son parámetros objetivables, que no solo nos sirven para conocer los efectos del ejercicio en el organismo sino para programar la intensidad en la que deben trabajar nuestros pacientes. La ergoespirometría es la prueba empleada para la obtención de estos valores, además pueden extraerse parámetros del metabolismo a través de los gases espirados. Como hemos dicho anteriormente, se emplea tanto para valorar eficacia como para planificar un programa de entrenamiento (17).

Otros parámetros hemodinámicos como presión arterial, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, que nos indica el impacto del sistema nervioso autónomo en la función cardíaca, son valores que pueden ser empleados para conocer el impacto del ejercicio en el organismo. Los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, así como medidas antropométricas también se incluyen en el seguimiento de programas de RC (18).

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), motor principal del corazón, puede quedar afectado tras un infarto transmural, siendo otro parámetro subjetivo de medir. Cai et al. (19) realizaron un estudio el cual afirman que la realización de ejercicio terapéutico supervisado por expertos ayuda a desarrollar la remodelación del ventrículo izquierdo (verificado ecográficamente).

Por último, síntomas como ansiedad, depresión, hostilidad, suelen aparecer después del ataque, por lo que el impacto que se produce en la salud mental y calidad de vida puede ser valorado. Por ello, escalas que valoren la depresión, estados de ansiedad y escalas de calidad de vida y dependencia física, nos ayudarán a conocer el estado del paciente previo y post intervención de ejercicio físico (18). Además, por todos es conocido el impacto que produce la realización de ejercicio físico en el estado emocional de los individuos, mejorando la atención, razonamiento y velocidad de procesamiento, estos beneficios pueden ser aplicados a pacientes cardiopatas (13, 20).

Se ha demostrado que el entrenamiento tiene efectos beneficiosos directos sobre el corazón y la vascularización coronaria, como la demanda miocárdica de oxígeno, la función endotelial, el tono autonómico, los marcadores inflamatorios y el desarrollo de vasos coronarios

colaterales. Las guías clínicas respaldan la hipótesis de la reducción de la mortalidad por todas las causas en cardiópatas debido a los efectos sistémico del ejercicio, así como una disminución de las hospitalizaciones con la reducción de los costes sanitarios que esto conlleva (5, 21).

Con estas afirmaciones y las estadísticas enumeradas al inicio del epígrafe, queda claro que es esta patología requiere un estudio y mejorías tanto en el tratamiento preventivo primario como secundario. Por lo tanto, la hipótesis principal de nuestro estudio es determinar los beneficios de diferentes programas de ejercicios que se pueden emplear tras sufrir un evento coronario.

El fin de esta revisión es conocer los diferentes programas de ejercicios que se pueden emplear en pacientes cardiópatas tras revascularización de miocardio y sus beneficios.

Por ello, nos planteamos los siguientes objetivos:

- Conocer los tipos de ejercicios que se pueden llevar a cabo en los programas de rehabilitación cardíaca.
- Analizar los parámetros empleados para valorar los beneficios del ejercicio.
- Determinar qué tipo de entrenamientos son más efectivos para la recuperación de esta patología.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El siguiente trabajo se ha basado en una revisión sistemática de ensayos clínicos. Los estudios seleccionados para analizar cualitativamente se han obtenido tras la aplicación de los siguientes criterios de elegibilidad.

2.1 Criterios de inclusión

- Ensayos clínicos publicados en los últimos 5 años, escritos en inglés o español.
- Estudios experimentales en los que se desarrollen varios programas de ejercicios dentro de un programa de rehabilitación cardíaca.
- Estudios en los que uno de los objetivos principales sea valorar la efectividad de los ejercicios desarrollados en pacientes tras revascularización coronaria.

2.2 Criterios de exclusión

- Estudios en los cuales solo incluya un tipo de programa de ejercicios comparado con un grupo control en el que se realice cuidados básicos sin intervención.
- Ensayos en los que se incluyan pacientes con insuficiencia cardíaca u otra patología grave asociada.
- Estudios que solo incluyan trabajo de musculatura respiratoria o telerehabilitación.
- Ensayos clínicos en los que la muestra de cada grupo sea inferior a 10 personas.
- Otros tipos de estudios que apliquen una metodología diferente a la señalada en los criterios de inclusión.

2.3 Bases de datos y fuentes de información

Las búsquedas bibliográficas se realizaron entre Diciembre de 2022 y Febrero de 2023 en las bases de datos científicas Medline, a través de sus plataformas Pubmed y en Cochrane. Con el fin de conseguir una muestra mayor se consultó la colección de bases de datos de Scopus, que finalmente se deshecho ya que no se encontraron resultados nuevos.

Las estrategias de búsqueda se definieron atendiendo a nuestros objetivos. Se emplearon operadores lógicos y descriptores previamente consultados en el diccionario de la Biblioteca Virtual de la Salud.

En Pubmed para hacer una búsqueda más específica se hizo uso de la herramienta “thesaurus” Medical Subject Heading (MeSH), que permite el acceso al vocabulario médico de la National Library of Medicine. Se realizó una búsqueda avanzada en la que los términos aparecieran en título y resumen (Title/Abstract), los límites establecidos fueron ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados, publicados en los últimos 5 años en inglés y español. En la siguiente tabla exponemos los términos y estrategias empleadas, y los artículos encontrados tras la aplicación de límites.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda: Pubmed

	Términos	Estrategia	Resultados
1	"Percutaneous Coronary Intervention" [Mesh] "Physical activity" "Exercise"	"Percutaneous Coronary Intervention" [Mesh] AND ("Physical activity" OR exercise)	38
2	"Percutaneous Coronary Intervention" [Mesh] "Exercise training"	"Percutaneous Coronary Intervention" [Mesh] AND "exercise training"	4
3	"Percutaneous Coronary Intervention"[Mesh] "Coronary disease" "Exercise training" "Cardiac Rehabilitation"	("Percutaneous Coronary Intervention"[Mesh] OR "Coronary disease") AND ("exercise training" OR "Cardiac rehabilitation")	54

Fuente de elaboración propia

En Cochrane, se realizaron dos búsquedas avanzadas en las cuales los términos debían aparecer en título, resumen o palabras clave (Title, abstract, keywords). Las búsquedas fueron limitadas a artículos publicados en inglés y español en los últimos 5 años. Se siguieron las estrategias anteriores con los siguientes términos.

Tabla 2. Estrategias de búsqueda: Cochrane

	Términos	Estrategia	Resultados
1	"Percutaneous Coronary Intervention" "Physical activity" "Exercise"	"Percutaneous Coronary Intervention" AND ("Physical activity" OR exercise)	218
2	"Percutaneous Coronary Intervention" "Exercise training"	"Percutaneous Coronary Intervention" AND "exercise training"	25
3	"Percutaneous Coronary Intervention" "Coronary disease" "Exercise training" "Cardiac Rehabilitation"	("Percutaneous Coronary Intervention" OR "Coronary disease") AND ("exercise training" OR "cardiac rehabilitation")	187

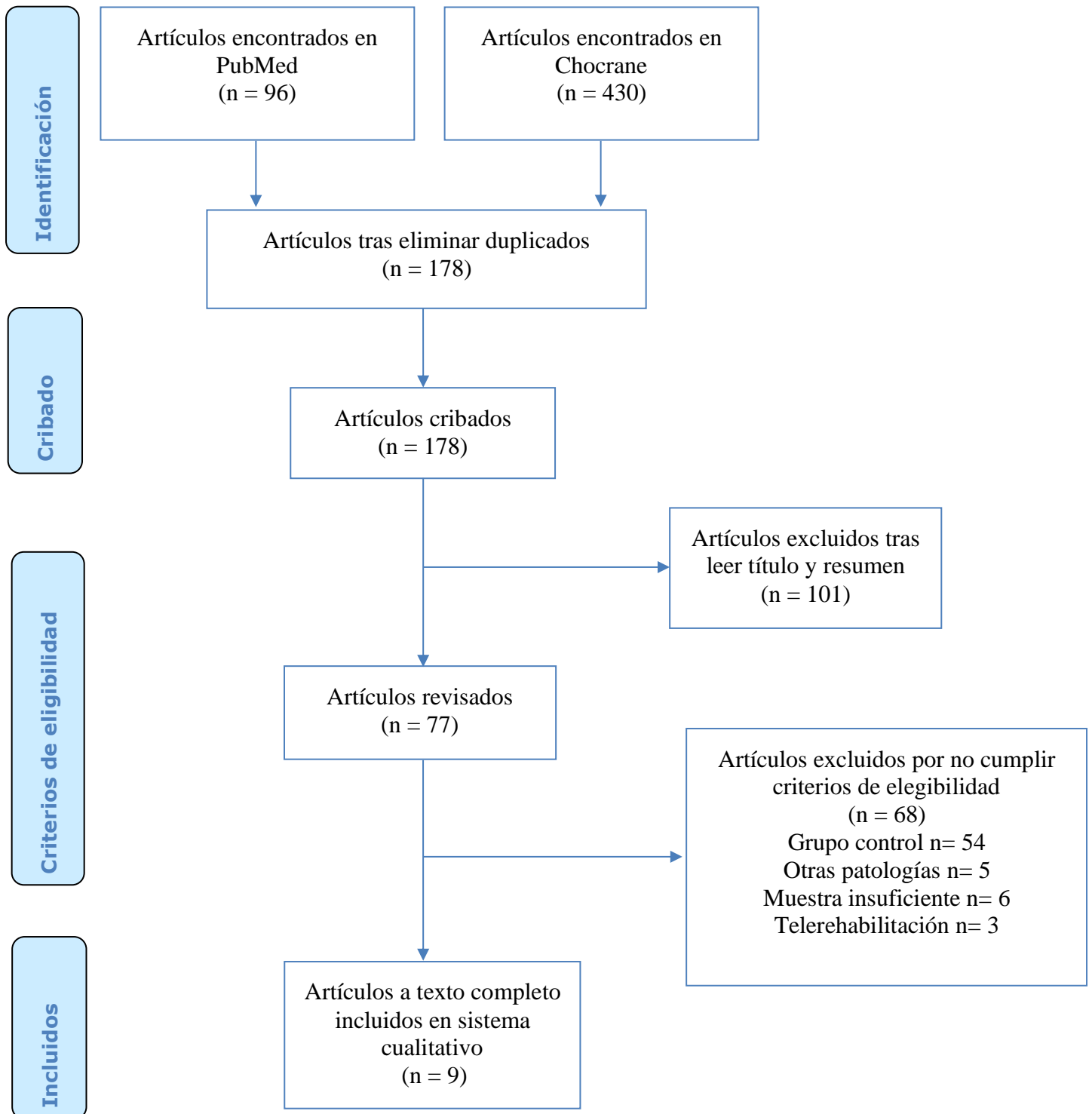
Fuente de elaboración propia

Una vez llevadas a cabo ambas estrategias con la aplicación de límites obtuvimos un total de 178 artículos. Tras una lectura exhaustiva de resumen y material y métodos, y atendiendo a nuestros criterios de elegibilidad seleccionamos la muestra, que finalmente fue de 9 artículos.

2.4 Selección de estudios

A continuación, exponemos un diagrama de flujo del procedimiento de selección de artículos en las diferentes bases de datos.

Figura 1. Diagrama de flujo: selección de estudios



Fuente de elaboración propia

2.5 Evaluación de la calidad metodológica

Se ha empleado la escala ROB Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo de los ensayos clínicos controlados aleatorizados incluidos en nuestra revisión. Esta herramienta se emplea para valorar el riesgo de los estudios de manera cualitativa, es decir, valorando si éste es alto, bajo o dudoso. Esta escala consta de 6 dominios, pasamos a explicar cada uno de ellos.

Sesgo de selección que se puede dividir en dos: como se realiza la asignación de grupos, en nuestro caso la mayoría se hace de manera aleatoria (22-27), por lo que son de bajo riesgo, el resto no indica como se realizó la aleatorización (28, 29). Por otro lado, conocer si la aleatorización ha sido cegada, es decir, si los investigadores y participantes conocen a que grupo pertenecen. En la mitad de los ensayos, hubo cegamiento y los participantes no coincidían en las sesiones (23-27).

Sesgo de realización, en estos estudios en los que se realiza intervención activa es difícil ocultar el tratamiento empleado tanto para los participantes como para los que llevan a cabo la investigación, por ello, casi todos los estudios son de alto riesgo.

Sesgo de detección, hace referencia al cegamiento de la evaluación y de los evaluadores de los resultados. En la mayoría de nuestros estudios los parámetros empleados son objetivos por lo que tienen riesgo bajo de sesgo. Solo Reed et al. (25) emplean escalas de valoración que tienen carácter subjetivo.

Sesgo de desgaste, refiriéndose si existen pérdidas durante el estudio y si se han incluido solo los resultados que han finalizado el ensayo o todos, en caso de intention-to-treat (se incluyan los resultados de las pérdidas) riesgo es bajo (24, 26), si por el contrario se realiza per-protocol (se incluyen solo los individuos que han finalizado el estudio) el riesgo sería alto (23). El resto no queda claro en el texto.

Sesgo de reporte, se refiere a si en el estudio se desarrollen todos los resultados acordes a los objetivos marcados, en los ensayos incluidos se exponen todos los resultados.

Por último, incluimos otros sesgos como si existen conflictos de interés o fuentes de financiación que puedan influenciar en el estudio.

A continuación, exponemos la siguiente tabla dónde se recoge el sesgo de cada estudio, presentando color verde como sesgo bajo (sesgo probablemente no está influyendo en el resultado), rojo sesgo alto (podría estar influyendo claramente en el resultado) y amarillo dudoso (no existe información suficiente o no podemos decantarnos por bajo o alto).

Tabla 3. Escala de ROB Cochrane

Estudio	Preintervención		Intervención	Postintervención			
	Generación de la secuencia de asignación (Sesgo de selección)	Ocultación de la secuencia (Sesgo en la selección de participantes)	Cegamiento de participantes y personal (Sesgo de realización)	Cegamiento de evaluación de resultados (Sesgo de detección)	Datos de resultados incompletos (Sesgo de desgaste)	Notificación selectiva de resultados (Sesgo de reporte)	Otros sesgos
<i>Taraldsen et al. (22)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Eser et al. (23)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Marcin et al. (24)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Reed et al. (25)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Abolahrari-Shirazi et al. (26)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Scheer et al. (27)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Liang et al. (28)</i>	●	●	●	●	●	●	●
<i>Kambic et al. (29)</i>	●	●	●	●	●	●	●

Fuente de elaboración propia

Solo un ensayo no era controlado, por lo que no podemos aplicar la escala anterior y empleamos Before-after Quality Assessment Tool desarrollada por National Institute of Health. Se trata de contestar a 12 preguntas muy concretas, dirigidas a comprobar la validez interna del estudio. Al igual que en los estudios anteriores, es de gran dificultad en este tipo de intervención que los evaluadores estén cegados. Además, en este estudio como en el resto, solo se tomaron dos medidas, pre y post intervención.

Tabla 4. Before-after quality Assessment Tool

Criterio	<i>Villela- Jaureguizar et al. (30)</i>
I.¿El objetivo del estudio estaba claramente establecido?	Si
II.¿Se describen clara y previamente los criterios de selección de la muestra?	Si
III.¿La muestra de estudio es representativa de las poblaciones clínicas de interés?	Si
IV.¿Todos los participantes cumplieron los criterios de inclusión/exclusión participaron en el estudio?	Si
V.¿El tamaño de la muestra fue lo suficientemente grande como para proporcionar la confianza en los resultados?	Si
VI.¿La intervención fue descrita con claridad y llevada a cabo en toda la muestra del estudio?	Si
VII.¿Se especificaron con anterioridad las medidas de resultado y fueron claramente definidas y evaluadas en todos los participantes en el estudio?	Si
VIII.¿Los evaluadores del estudio estaban cegados con respecto a la intervención que recibieron los participantes?	No
IX.¿Finalizaron el estudio al menos el 20% de la muestra inicial? ¿Se tuvieron en cuenta las pérdidas de los sujetos en el análisis de los datos?	NR
X.¿Los métodos estadísticos examinaron diferencias en las medias de resultado antes y después de la intervención? ¿Las pruebas estadísticas mostraron los valores de “p” para la diferencia de las medias pre y post intervención?	Si

XI.¿Las medidas de resultados fueron tomadas varias veces antes del inicio de la intervención y después de la intervención?	No
XII.Si la intervención se llevó a cabo a nivel de grupo, ¿Se realizó el análisis estadístico teniendo en cuenta el uso de datos a nivel individual para determinar los efectos a nivel de grupo?	Si

Fuente de elaboración propia

3. RESULTADOS

Tras realizar las búsquedas y definir la muestra de estudio pasamos a analizar los ensayos. Resumiremos en tablas la información de los estudios, adjuntándose en el apéndice. En la primera expondremos el año de publicación, tipo de estudio, muestra y criterios de inclusión. En la tabla 2 se resume la temporalidad de la intervención y los programas llevados a cabo. En la última tabla se refleja la valoración que se realizó y resultados.

A continuación, se realiza un análisis cualitativo de los resultados encontrados en base a nuestros objetivos. No se ha podido llevar a cabo un análisis cuantitativo debido a la diversidad y heterogeneidad de los ensayos.

3.1 Muestra de estudio

El tamaño de la muestra de los estudios incluidos es limitado. Reed et al. (25) son los que incluyen una muestra mayor con 130 individuos seguido de Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) de 110. Taraldsens et al. (22) son los que emplean una muestra más reducida con solo 32 pacientes. El resto de los estudios incluyen entre 50-80 individuos (23, 24, 26-29).

Las características de los sujetos muestrados son similares en todos los estudios, incluyen individuos que se encuentren estables tras haber sufrido un evento coronario, el período mínimo que debe haber pasado fue de 1 mes, solo Eser et al. (23) exigen que hayan pasado 6 meses. Con una FEVI mayor de 40-45% y una escala de New York Heart Association (NYHA) entre I-III. Albolaharari-Shirazi et al. (26) son los únicos que incluyen pacientes con una FEVI menor del 40%.

En cuanto a los criterios de exclusión, la mayoría de estudio no incluyen individuos con algún tipo de arritmias, patologías graves asociadas, intolerancia al ejercicio o FEVI severamente deprimida.

Todos los pacientes habían recibido revascularización coronaria mediante cateterismo o bypass. Excepto Liang et al. (28) que además incluyen algunos pacientes que han sufrido un IAM pero no han requerido revascularización.

En cuanto a la edad, en los estudios la edad media de los pacientes es entre 55 y 65 años. Dos ensayos se salen de estos rangos, Eser et al. (23) incluyen pacientes más jóvenes, teniendo en uno de sus grupos de intervención con una edad media de 53. Solo Scheer et al. (27) reclutan pacientes de mayor edad, en los tres grupos del estudio presentan 66, 67 y 71 de edad media, respectivamente.

En cuanto al sexo, todos contienen hombres y mujeres, debemos recalcar que el porcentaje de hombres incluidos en los estudios es mayor que el de mujeres.

Los pacientes cardiopatas suelen llevar patologías asociadas como diabetes o hipertensión que son descritas en cada estudio. En la tabla 1 del apéndice exponemos el tipo de estudio, muestra y criterios de inclusión de cada estudio.

3.2 Programas de entrenamiento

En los nueve artículos incluidos en nuestra revisión, podemos distinguir dos tipos diferenciados de entrenamiento. Por un lado, entrenamiento aeróbico incluido en todos ensayos (22-30), en cinco estudios es comparado con entrenamientos tipo HIIT (22-25, 30) y en el resto con ejercicio de fuerza (26-29).

Los modelos de entrenamiento aeróbico incluido en los estudios son similares unos a otros. Pasamos a describir los ejercicios de los ensayos que uno de sus grupos realiza entrenamiento aeróbico continuo de intensidad moderada y otro intermitente de alta intensidad.

3.2.1 Entrenamiento aeróbico continuo moderado e interválico alta intensidad

Villelaiteia-Jaureguizar et al. (30) trabajaron con la FC alcanzada en el VT1 (primer umbral ventilatorio) durante la ergoespirometría en cicloergómetro, comenzando por 15 minutos (min) hasta llegar a 30 min, alcanzando más del 10% de FC de VT1 en las últimas sesiones. El grupo de entrenamiento interválico realizó series en cicloergómetro de 20 segundos (seg) progresando hasta 30, con una carga al 50% del VO₂ pico y descansando 40 seg al 10%, comenzando por 15 repeticiones hasta llegar a 30 en las últimas sesiones. Además, a ambos grupos les recomendaban salir a andar periódicamente a un ritmo que alcanzaran una intensidad entre 11 a 13 en la escala de Borg.

Taraldsen et al. (22) incluían andar o correr al 70% de la FC_{max} durante 45 min, comparado con intervalos de 4 series de 4 min al 85-95% de FC_{max} y 3 min de ejercicio activo. Eser et al. (23) y Marcin et al. (24) realizaron el mismo protocolo, el grupo de entrenamiento continuo realizaron cicloergómetro durante 38 min manteniendo la FC del VT1, mientras que el grupo de entrenamiento interválico 4 series de 4 min con una carga hasta alcanzar el VT2 (segundo umbral ventilatorio) y 3 min de descanso en VT1 entre cada serie. Marcin et al. (24) el grupo de entrenamiento HIIT realizan 2 sesiones a la semana intercalada con una de entrenamiento continuo.

Reed et al. (25) fueron los únicos que compararon dos tipos de entrenamiento aeróbico moderado, uno de ellos con marcha nórdica, con HIIT. Daban la elección a los participantes de hacer jogging, elíptica o cicloergómetro, pero manteniendo una FC sobrepasando 20-40 lpm la FC de reposo comenzando por 10 min hasta alcanzar 30 en las últimas sesiones. El grupo de marcha nórdico realizaban la misma secuencia a igual intensidad.

El entrenamiento interválico consistió en 4 series de 4 min al 85-95% de FC pico (podían realizar jogging, elíptica o bicicleta) y 3 min de descanso al 60-70% de FC pico.

Eser et al. (23) y Reed et al. (25) indican que incluyen ejercicios de fuerza pero no especifican ni el tipo ni la intensidad. Eser et al. (23) también incluyen ejercicios de coordinación y relajación.

3.2.2 Entrenamiento aeróbico y de fuerza

A continuación, pasamos a describir los estudios que incluían ejercicios de fuerza específicos, uno de ellos compara con entrenamiento aeróbico continuo (26) y otro con interválico de alta intensidad (29).

Albolaharari-Shirazi et al. (26) realizaban como entrenamiento aeróbico continuo una secuencia de 20 min de elíptica, 15 de bicicleta, y 10 de ergómetro con manos, debían mantener un FC entre el 40-70% de VO₂ pico. El grupo de fuerza además del ejercicio aeróbico anterior que se reducía a 30 min (10 min en cada estación), incluía 4 ejercicios de fuerza (flexión/extensión de rodilla, flexión de codo y abducción de hombro). Debían realizar 2 series de 10 repeticiones de cada ejercicio en las primeras sesiones al 40% de su RM (repetición máxima) y en las últimas alcanzar el 60%. El grupo control (GC) llevaba a cabo ejercicios activos en casa.

Scheer et al. (27) son los únicos que incluyen ejercicios en el agua, su objetivo es saber si es igual de efectivo el entrenamiento aeróbico y de fuerza tanto en circuito de tierra como en agua. El protocolo era el mismo en ambos grupos, ejercicio aeróbico en cicloergómetro, andar (tierra) o levantamiento de piernas (agua) durante 35-40 min al 60-65% de FC_{max} progresando hasta el 80%. A continuación, se realizan ejercicios de fuerza en agua, flexión y extensión de codo, cadera y rodilla, y abducción de hombros, iban aumentando la velocidad de las repeticiones a lo largo del protocolo. En tierra se realizaban mismos movimientos con pesas al 50% de su RM, además se incluía pulldown. En ambos circuitos se realizaban de 10 a 15 repeticiones de cada ejercicio. El GC realiza programa de ejercicios en casa.

Liang et al. (28) quisieron comparar ejercicio aeróbico y de fuerza, con ejercicios de la medicina tradicional china (tai-chi). El primer grupo realizaba ejercicio aeróbico en elíptica al 60% de VO₂ pico durante 30 min con ejercicios de fuerza, una serie de 12 repeticiones al 60% del RM de estos 4 ejercicios: curl de bíceps, banco de cuádriceps, plancha y posición prono con elevación de brazos y piernas alternas. Los ejercicios de la medicina tradicional china consistían en movimientos de tai-chi donde se trabaja la fuerza, flexibilidad y equilibrio. El GC no realizaba ningún tipo de ejercicio.

Kambic et al. (29) clasifican a los pacientes en tres grupos, en uno incluye solamente ejercicio aeróbico interválico en bicicleta con 5 min de carga y 2 de recuperación aumentando la carga desde 50% hasta 80% de su máxima carga soportada. En los otros dos grupos, además de secuencia interválica anterior incluye press banca como ejercicio de fuerza. Este movimiento en un grupo se realiza con alta carga y pocas repeticiones, 3 series progresando de 11 a 6 repeticiones, con cargas de 70-80% de su RM. En otro, 3 series de 22 a 12 repeticiones con cargas de 35-40% de su RM.

Los tiempos de calentamiento y vuelta a la calma aparecen reflejados en la tabla 2 del apéndice dónde se desarrolla los tipos de entrenamiento empleados en cada estudio.

La escala de Borg es utilizada en algunos estudios para conocer la intensidad subjetiva de nuestros pacientes (23-25, 27). En entrenamiento de intensidad moderada debe rondar entre 12-13 y en ejercicios de mayor intensidad debe sobrepasar 15.

Solo Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) y Eser et al. (23) nos indican en el texto que incluyen terapias psicológicas y consejos de hábitos de vida saludables.

3.2.3 Temporalidad de la intervención

En cuanto a la duración de los protocolos y la frecuencia de las sesiones se asemejan unos a otros. En la tabla 2 del apéndice quedan reflejadas las secuencias.

Todos los ensayos (22-24, 27-29) excepto dos, se constituían de programas de 12 semanas con 3 sesiones a la semana, con un total de aproximadamente 36 sesiones, excepto Reed et al. (25) que solo realizaban 2 sesiones de entrenamiento a la semana. Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) y Albolaharari-Shirazi et al. (26) llevan a cabo solo 8 y 7 semanas de intervención, respectivamente, con 3 sesiones por semana.

La duración de las sesiones ronda entre 40 y 90 min, Eser et al. (23) y Marcin et al. (24) son los que desarrollan programas más extensos de 90 min, y Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) los que menos con 40 min de entrenamiento.

3.3 Valoración

En cuanto a las herramientas empleadas para conocer la efectividad de los estudios existen gran variedad. En primer lugar, todos los estudios realizan únicamente una valoración pre y post intervención, no hay seguimiento ni reevaluación durante el programa, ni en meses posteriores.

Existe una variedad amplia de parámetros empleados para comparar los programas y las mejoras de éstos, ya que cada estudio se plantea unos objetivos específicos. Por lo tanto, podemos dividir los estudios en aquellos que realiza test cardiopulmonar (CPET), es decir, una ergoespirometría. Se trata de una prueba de esfuerzo en la cual se realiza una valoración cardiopulmonar, obteniendo su FC pico, VO₂ pico, VT1, VT2, conociendo así el umbral aeróbico y anaeróbico de nuestros pacientes, entre otros parámetros (22-24, 27, 28, 30). Resaltar que Villeda-Jaureguizar et al. (30) realizan fórmulas para conocer el gasto energético y la eficacia mecánica tras la realización de CPET. La eficacia mecánica se entiende como la habilidad del individuo de transferir la energía consumida en trabajo. Taraldsen et al. (22) pese a realizar la CPET no desarrolla sus valores en los resultados del estudio, ya que su objetivo principal se centra los cambios en la luz del vaso.

Otro estudio sustituye la ergoespirometría por prueba de esfuerzo convencional (26), no podemos obtener parámetros metabólicos, pero si de manera indirecta el valor metabólico equivalente (mets), el tiempo de duración de la prueba y FC max, aunque no centran sus resultados en estas variables. Reed et al. (25) sustituyen la prueba de esfuerzo por el test de los 6 minutos, se trata de una herramienta fácil y rápida de realizar.

En cuanto a otros parámetros hemodinámicos solo Eser et al. (23) analiza la variabilidad de la FC.

Sobre medidas antropométricas es analizada en tres estudios (25, 27, 28) analizando peso, índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa, circunferencia cintura y cadera, entre otras.

Sobre biomarcadores, Albolaharari-Shirazi et al. (26) incluyen niveles de N-terminal inactivo y péptidos natriurético cerebral (NT-proBNP) y proteína C reactiva (PCR). Reed et al. (25) mide la concentración Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) indicador de sintomatología depresiva.

En cuanto a parámetros subjetivos, solo Reed et al. (25) emplean escalas para valorar la calidad de vida y estado emocional, y así demostrar la mejoría en estos parámetros tras el programa. Aplican para el estado psíquico la Beck Depression Inventory-II, y para calidad de vida SF-36 y HeartQoL.

parámetros en ambos grupos, no encuentran diferencias entre grupos. Además, en el grupo interválico aumenta la FC en reposo de noche y la variabilidad de la FC en supino y bipedestación, y disminuyó la FC de recuperación, mientras que en el grupo de carga continua existe mejoría en dichos valores.

Marcin et al. (24) afirman que, aunque ambos grupos presentan mejorías en los valores de CPET el grupo que realizó entrenamiento continuo mejoró un 12% el VO₂ pico frente al 8% de HIIT. En cuanto a la ventilación de CO₂, y VT1 mejoro en ambos grupos sin diferencias. Concluyen que los mejores valores de VO₂ pico se consiguen con altas cargas, independientemente del entrenamiento que sea.

Reed et al. (25) encontraron mejorías en cuanto a distancia en el test de 6 min en el grupo de marcha nórdica. Fueron los únicos que valoran el estado emocional, en cuanto a la escala de depresión disminuye más en el grupo de marcha nórdica, pero en el test de SF-36 (parte emocional) presenta mejores valores en el grupo de entrenamiento HIIT. El resto de los parámetros revisados (medidas antropométricas y concentración de BDNF) mostraron mejorías pero sin diferencias entre grupos, solo concentración de BDNF aumento ligeramente en el grupo de marcha nórdica. Éstos añaden que los entrenamiento son seguros para los pacientes, presentando <1% de efectos adversos, incluido el entrenamiento HIIT.

Por último, Taraldsen et al. (22) querían comprobar la repercusión de entrenamiento aeróbico continuo e interválico en la luz de las arterias coronarias a las que se les implanto stent. Afirmaron que ambos entrenamientos son efectivos, pero el grupo de HIIT presenta mejores resultados en relación a disminución de la placa de ateroma del borde dístal del stent y porcentaje de calcio y de placa necrótica. La luz del vaso se incrementa tanto en la porción proximal como dístal del stent en ambos grupos, sin diferencias entre grupos.

3.4.2 Entrenamiento aeróbico y de fuerza

En cuanto a los grupos que introdujeron entrenamiento de fuerza, Scheer et al. (27) realizan un protocolo de ejercicios de fuerza y aeróbico de alta intensidad, comparando en tierra y agua. Éstos observaron que el ejercicio en agua aumentaba la capacidad aeróbica (VO₂ pico) al igual que el ejercicio en tierra, aunque sí que encontraron diferencias en la fuerza muscular. Los entrenados en tierra mostraron mejores resultados después de 12 semanas tanto en fuerza de miembros inferior como superior, el grupo de agua no obtuvo mejoría en brazos. En cuanto a medidas antropométricas ambos obtuvieron mejores resultados que GC, además el grupo en agua mostró más reducción de porcentaje de agua.

Albolaharari-Shirazi et al. (26) realizan ejercicios de fuerza similares a Scheer et al. (27) solo que van progresando la resistencia empezando por 40% hasta el 60%. Encontraron una reducción de NT-proBNP en ambos grupos, pero no en GC. PCR solo disminuye significativamente en el grupo de entrenamiento aeróbico. En cuanto a los resultados de la prueba de esfuerzo, el índice metabólico (mets) y duración de la prueba mejora en ambos grupos (aumentando sus valores). En cuanto a la FC pico, mejora en grupo que combino con fuerza.

Los grupos de Liang et al. (28) que combinan ejercicio de fuerza previo a ejercicio aeróbico en comparación con ejercicios de tai-chi. Estos investigadores encontraron que los parámetros obtenidos en la ergoespirometría son mejores en los grupos experimentales que control, sin diferencias entre ambos, así como la fuerza de agarre y flexibilidad. Solo la FC en reposo es más baja en el grupo de tai chi. En cuanto a parámetros antropométricos, índice de masa corporal es mejor en los pacientes que combinan fuerza y aeróbico. El porcentaje de grasa es menor en el grupo de tai-chi, pero sin diferencia con el GC.

Kambic et al. (29) es el único estudio que como ejercicio de fuerza solo incluye prensa de piernas en un grupo progresando cargas conforme avanza el programa, combinando con entrenamiento interválico con aumento de intensidad progresiva. No se encontraron diferencias entre grupos en cuanto a FCmax, aunque la sensación de esfuerzo fue mayor en el grupo que realizaron mayores cargas. En cuanto al RM de press de piernas, tras la intervención el grupo que trabajo con grandes cargas y menos repeticiones aumentaron más su fuerza muscular. Recalcan la factibilidad y seguridad de realizar un entrenamiento de alta intensidad en pacientes cardiópatas.

Como podemos observar se incluye diferentes protocolos de entrenamiento muy dispares, difícil de unificar.

4. DISCUSIÓN

Resulta difícil comparar los estudios incluidos en nuestra muestra debido a la diversidad de las intervenciones y sus resultados, con la realización de programas de RC heterogéneos y centrándose en diferentes valores para demostrar la eficacia de sus intervenciones.

4.1 Programas de entrenamiento

Las secuencias de entrenamiento a pesar de ser diversas, la mayoría incluyen la misma frecuencia y duración de la sesión, 3 veces en semana durante 60 min. Revisando las publicaciones realizadas por la Sociedad Española de Cardiología (31), recomiendan dichas pautas, aconsejan que el entrenamiento aeróbico se realice en cicloergómetro o tapiz rodante, como incluyen en nuestros ensayos y todos determinan una fase de calentamiento y vuelta a la calma.

Como hemos visto en los programas de RC se puede aplicar diferentes tipos de entrenamiento. El entrenamiento aeróbico es incluido en todos nuestros estudios, ya sea de manera continua moderada como de alta intensidad, es el ejercicio por excelencia empleado en estos programas.

Balady et al. (32) nos da una serie de instrucciones sobre cómo debe ser un programa de ejercicios de RC con entrenamiento aeróbico. En primer lugar, la prescripción debe ser individualizada, basándose en los hallazgos de la evaluación clínica, estratificando el riesgo y las comorbilidades. Recomiendan que se lleve a cabo con marcha, cinta rodante, cicloergómetro, ergometría de brazos o subir escaleras. En nuestros estudios casi todos emplean cicloergómetro (23-26, 29, 30), excepto Taraldsen et al. (22), Scheer et al. (27) y Liang et al. (28) que dan alternativa a sus pacientes entre andar, correr o elíptica. Al igual que la Sociedad Española de Cardiología (31), aconsejan que se realice 3-5 veces en semana, durante 60 min.

Sobre la intensidad, debe estar individualizada, para ello, los terapeutas realizan la ergoespirometría previo al comienzo de la RC para conocer, el estado físico del paciente y con que valores se puede trabajar con cada uno. Según Hansen et al. (33) debe realizarse la CPET como primer paso para obtener los parámetros de VO₂ pico, VT₁, VT₂, FC_{max}, con ellos, según la intervención planteada se trabajará en un nivel u otro. Además, aconsejan que se trabaje con la Escala de Borg, y se instruya a los pacientes para que se familiaricen con esta escala, y podamos trabajar a cargas adecuadas. En nuestros estudios es empleada en 4 de ellos (23-25, 27).

Hansen et al. (33) definen como baja intensidad <40% del VO₂max o <55% de FCmax, moderado entre el 40-69% de VO₂max o 55-74% de FCmax, alta intensidad 70-85% VO₂max o 75-90% de FCmax, y muy intenso >85% de VO₂max. En nuestros estudios se trabaja según los parámetros obtenidos en la CPET, por lo que la mayoría de los estudios consideran en VO₂ pico que es lo máximo obtenido durante la prueba (25, 28, 30). Otros trabajan según los umbrales ventilatorios (23, 24) y el resto con la FCmax (22, 27). El grado de intensidad varía en cada estudio, los rangos en los que trabajan son: para esfuerzo moderado, 70% FCmax (22), FCVT1 (23, 24, 30), 40-70% de VO₂ pico (26) o 60% VO₂ pico (28), y para alta intensidad se consideraba 85-95% FCmax (22, 25), FCVT2 (23, 24), 60-80% FCmax (27), 50-80% VO₂ pico (29) o 50% VO₂ pico (30). Como podemos observar la graduación en cuanto a intensidad moderada se asemeja unos a otros, pero alta intensidad existe más discrepancias.

El entrenamiento de fuerza solo se incluye en cuatro de nuestros estudios (26-29), los ejercicios ejecutados se asemejan, trabajando tanto miembro superior como inferior, excepto Kambic et al. (29) que únicamente trabajan con prensa de piernas. Las progresiones de cargas difieren unos a otros. Bjarnason-Wehrens et al. (34) nos hablan de la introducción del entrenamiento de fuerza en cardiópatas, exponen que las elevaciones de presión arterial es el principal efecto adverso que podemos encontrar en este tipo de ejercicio en nuestros pacientes. Este aumento depende de muchos factores como, la magnitud de la isometría, carga, grupos musculares involucrados y número de repeticiones. Para ello, el entrenamiento de fuerza puede realizarse en pacientes con FEVI de moderada a buena, buena capacidad de rendimiento cardíaco (> 5-6 Mets), sin síntomas de angina de pecho o depresión del segmento ST durante la terapia médica. Recomiendan que se comience el programa con 3 series de 5-10 repeticiones con una carga de 30% de RM, progresando a una serie de 12-25 repeticiones al 50% de RM y acabar el programa con 8-15 repeticiones al 60-70% de su RM.

Nuestros estudios trabajan con altas cargas de entrenamiento en comparación con las recomendaciones de Bjarnason-Wehrens et al. (34), con 40-60% del RM (26-28) y 70-80% (29). Debemos recalcar que estas cargas son progresivas y con número de repeticiones bajas, ningún estudio presento efectos adversos durante el trabajo.

Como podemos observar existe heterogeneidad en cuanto al tipo de actividad, modo e intensidad de aplicación.

4.2 Valoración

Todos los estudios realizan únicamente una valoración pre y post intervención, no hay seguimiento ni reevaluación durante la intervención, ni en meses posteriores, por lo que solo podemos hablar a corto plazo de los resultados obtenidos.

Sobre los métodos empleados la mayoría de los estudios realizan principalmente CPET como herramientas gold standard para valorar las mejorías tras un programa de RC. Si bien es verdad que cada estudio centra la mejoría en diferentes parámetros.

Ross et al. (35) nos hablan de la importancia de realizar una valoración cardiopulmonar como predictor de estado de salud de un paciente. La CPET refleja la capacidad del organismo de transportar oxígeno en la realización de trabajo físico. Por lo tanto, cuantifica la capacidad funcional de un individuo y depende tanto del sistema cardiovascular como respiratorio. Claramente, CPET se considera un reflejo de la salud corporal del individuo, puede medirse directamente, expresarse como VO₂ pico o estimarse a partir de la tasa de trabajo máxima alcanzada. Tradicionalmente, la prueba de esfuerzo se empleaba para valorar si había riesgo de accidente isquémico al elevarse ST durante la prueba, pero actualmente sus usos van más allá ya que se puede valorar el estado físico del individuo, la mejoría tras un programa de entrenamiento físico y valor pronóstico de padecer enfermedades cardiovasculares (35).

Una amplia revisión sistemática (36) ha demostrado que una CPET baja es un predictor de riesgo cardiovasculares. Las personas más en forma tienden a tener perfiles de riesgo cardiovascular más cardioprotectores (mediados en parte por niveles de actividad más altos), tono autonómico (reduciendo potencialmente el riesgo arritmogénico), menor riesgo de eventos trombóticos y mejores índices de función endotelial.

Las medidas antropométricas, aunque son tomadas como valores basales en algunos estudios, solo tres las incluyen en sus resultados (25, 27, 28). A pesar de que, la reducción de porcentaje graso se ha asociado con disminución del riesgo cardiovascular (37) muy pocos estudios la incluyen.

En cuanto a medidas de calidad de vida y parámetros de salud emocional, solo son incluidos en un estudio. Debemos recalcar que el ejercicio físico ha mostrado efectividad en el manejo de los síntomas de la depresión y calidad de vida en pacientes cardiopatas (20), pero solo el estudio de Reed et al. (25) lo registran como valoración.

Anderson et al. (21) confirman que los programas de RC reducen la mortalidad cardiovascular, disminuyendo los ingresos hospitalarios y mejoran la calidad de vida de los pacientes. Martland et al. (13) también recalcan las mejorías en la calidad de vida, síntomas

depresivos y ansiedad en pacientes coronarios tras un entrenamiento de interválico de alta intensidad. A pesar de ello, como hemos nombrado anteriormente solo un ensayo valora estos parámetros.

4.3 Efectividad de la intervención

Comenzando por los estudios que comparan entrenamiento interválico de alta intensidad con continuo de moderada intensidad. Los resultados son contradictorios ya que Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) muestran mejores resultados respecto a VO₂ pico en aquellos que realizan HIIT, y Eser et al. (23) y Marcin et al. (24), por el contrario, afirman que los grupos que realizaron entrenamiento continuo presentan mayor valor de dicho parámetro. En cuanto a otros parámetros obtenidos en la CPET, sobre VCO₂ y VT1 Marcin et al. (24) muestran mejorías en ambos grupos, mientras que Villelabeitia-Jaureguizar et al. (30) defienden que la VO₂ en VT1 y VT2, así como la potencia alcanzada en estos dos umbrales es mejor con el entrenamiento HIIT. Eser et al. (23) que valoran los cambios en al FC indican que el grupo HIIT empeora su FC max, además de aumentar la FC en reposo durante la noche y disminuir la FC de recuperación.

Buscando en la bibliografía también encontramos opiniones diversas. En una revisión sistemática de Hannah et al. (12) en 2018 de 17 artículos analizados en 16 de ellos, los programas de HIIT presentan mejores valores en cuanto a VO₂ pico. Prado et al. (38) en un ensayo realizado con 55 pacientes con enfermedad coronaria donde comparó entrenamiento de alta y moderada intensidad similar al empleado en nuestros estudios trabajando en rangos de FCVT2, no obtuvo diferencias entre grupos en cuando a VO₂ pico, ambos grupos mejoraron en todos los parámetros ventilatorios indiferentemente.

A pesar de que, el entrenamiento HIIT se emplee tradicionalmente para mejorar la capacidad aeróbica de nuestros pacientes, no queda del todo claro que supere al entrenamiento continuo con intensidades moderadas. Marcin et al. (24) asocian mejorías de VO₂ pico con intensidades de ejercicio más elevadas independientemente del protocolo de entrenamiento. Por ello, defienden la idea que se desarrolla en el estudio SAINTEX-CAD con 200 participantes, de realizar un programa de entrenamiento aeróbico continuo, pero con alta intensidad (70-75% de FC máxima), ya que presenta los mismos beneficios que el entrenamiento interválico de alta intensidad (39).

Reed et al. (25) que introducen la marcha nórdica como una alternativa al entrenamiento aeróbico moderado, defienden que mejora los parámetros en cuanto a capacidad funcional igual

que el resto de los entrenamientos. Cugusi et al. (40) en 2017 revisaron 8 estudios que incluían marcha nórdica en pacientes coronarios, con fallo cardíaco y enfermedad de vasos periféricos, y encontraron que aumentaba la capacidad funcional en términos de incremento de índice metabólico y mejora la musculatura en miembro superior, defendiendo que puede ser introducida en los programas de rehabilitación cardíaca. Además, valoran la influencia del ejercicio en el estado emocional, a través de la concentración de BDNF, es una proteína que con el ejercicio aumenta su expresión incidiendo favorablemente en reducir los síntomas depresivos. Saucedo Marquez et al. (41) realizaron un estudio de como repercutía el entrenamiento de alta intensidad interválico en la concentración periférica de esta proteína y obtuvieron gratos resultados, en cambio en nuestro estudio, Reed et al. (25) no encontraron diferencias significativas en pre-post intervención en dichos parámetros en comparación con GC, solo aumento levemente en los que realizaron marcha nórdica.

El estudio de Taraldsen et al. (22) no puede ser comparado con otro muestrado, sus resultados demuestran claramente que el entrenamiento interválico de alta intensidad reduce la placa de ateroma y disminuye el tejido necrótico, por lo que produce remodelación en las capas de los vasos sanguíneos. Se apoyan en la hipótesis de Newcomer et al. (42) de que en el entrenamiento aeróbico aumenta la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias al incrementarse el gasto cardíaco y flujo sanguíneo coronario, puede inducir un fenotipo antiaterogénico en el endotelio coronario y un aumento de la fosforilación de la sintasa de óxido de nitrógeno derivada del endotelio. Esto explicaría los cambios en el endotelio de los vasos, que extrapolado a paciente coronarios pueden emplearse para tratar la aterosclerosis que sufren (43).

Debemos recalcar que los estudios insisten en que el entrenamiento interválico es igual de factible, replicable y seguro en pacientes coronarios como en el entrenamiento aeróbico moderado, siempre que el paciente se encuentre estable y sin patologías graves asociadas.

En cuanto a los estudios que desarrollan entrenamiento de fuerza específico son 4 los incluidos en nuestro trabajo. Albolaharari-Shirazi et al. (26) se centraron en valores bioquímicos, en concreto, NT-proBNP y PCR, querían conocer qué tipo de entrenamiento si aeróbico o combinado con fuerza disminuía más los niveles en pacientes con una FEVI reducida tras un cateterismo. El NT-proBNP es un indicador objetivo sobre la repercusión de una intervención terapéutica en pacientes con insuficiencia cardíaca (44). Los miocitos cardíacos ventriculares lo secretan cuando hay un aumento en la tensión de las paredes del miocardio, por lo que altos niveles de este péptido auguran un compromiso hemodinámico e incremento del trabajo de las paredes del ventrículo, por lo que una reducción de los niveles de este en sangre

puede ser indicativo de disminución de la tensión de la pared ventricular y con ello mejora de la función sistólica y oxigenación de los tejidos (45, 46). La PCR es un marcador de inflamación sistémica, que predice el riesgo de futuros eventos cardiovasculares, por lo que una reducción de es un indicador de mejoría de la insuficiencia cardíaca (47). La repercusión que tiene el ejercicio en sus niveles se debe a la disminución de la producción de citoquinas por el tejido graso, músculo y células endoteliales (48). Albolaharari-Shirazi et al. (26) encontraron reducción de ambos en los dos tipos de entrenamiento, pero la PCR la disminución solo fue significativa en el grupo de entrenamiento aeróbico, por lo que no pueden comprobar la superioridad del entrenamiento de fuerza respecto al aeróbico. Hay estudios que defienden la reducción de NT-proBNP tras entrenamiento aeróbico (45, 49), pero insisten en que el entrenamiento de fuerza debe de ser estudiado, además existen otros factores que deben tenerse en cuenta que repercuten en la disminución de dicho parámetro.

Con respecto a la PCR Astengo et al. (50) en un entrenamiento en bicicleta en casa no encontraron cambios de este valor inflamatorio, y nuestro estudio aunque encontraron reducción solo fue significativa en grupo aeróbico por lo que se necesitan más estudios para comprobar la efectividad de este entrenamiento en dicho parámetros.

Albolaharari-Shirazi et al. (26), a pesar de no encontrar resultados espléndidos en cuanto a estos parámetros, sí que observaron que el grupo que introdujo fuerza fue el único que incremento su FC pico.

Scheer et al. (27) proponen entrenamiento en agua como alternativa para pacientes que sufren patologías osteomusculares, ya que presentan la misma mejoría que entrenamiento en tierra, pero en cuanto a la mejora de la fuerza muscular debe realizarse con peso en tierra.

El resto de estudios que introdujeron programas de fuerza, uno de ellos en agua (27) y otro solo de ejercicios miembro inferior (29). No encontraron grandes diferencias con respecto al grupo que realizó entrenamiento aeróbico, ni interválico. Kambic et al. (29) si que encontraron que el RM de press de banca se incrementaba más en pacientes que trabajaban con altas cargas y Scheer et al. (27) el grupo que realizo entrenamiento de fuerza en tierra con peso incremento más su fuerza muscular. Originalmente los entrenamientos de resistencias aumentaban en gran proporción FC y presión arterial, por ello, no se incluían en RC. Marzolini et al. (51) en una amplia revisión demostraron que la combinación de entrenamiento de fuerza y aeróbico mejora significativamente la capacidad de trabajo máxima y la fuerza muscular en comparación con solo el entrenamiento aeróbico. Liang et al. (28) nos recomienda la combinación de ambos para encontrar mejores beneficios

Xanthos et al. (52) también defendieron que la combinación de ambos es más eficaz para aumentar la función física del individuo, además sugieren que el entrenamiento de fuerza de alta intensidad es seguro y debe considerarse al implementar la RC. Esta idea también es defendida por nuestro estudio de Kambic et al. (29) que muestran excelentes resultados en cuanto a seguridad, factibilidad y adherencia. Al igual que Reed et al. (25) que aplicaron tanto entrenamiento interválico como continuo encontrando menos de 1% de efectos adversos en sus participantes.

Las recomendaciones son baja-moderada intensidad con 10-15 repeticiones por ejercicio (53), aunque en nuestros estudios juegan con diferentes cargas en función del RM y número de repeticiones. Kambic et al. (29) vieron que altas cargas aumentan más la fuerza muscular, siendo seguras para pacientes cardíacos. Por lo que, aunque el entrenamiento de fuerza tiene que ser introducido en los programas de RC, se deben de realizar más investigaciones acerca de la dosis de entrenamiento, incluyendo intensidad y duración de la resistencia.

5. CONCLUSIONES

En base a nuestros objetivos de estudio, pasamos a exponer nuestras conclusiones.

Son variados los tipos de entrenamiento que se pueden llevar a cabo en un programa de RC. El ejercicio aeróbico es por excelencia el más empleado en cardiópatas. La modalidad e intensidad aplicada puede variar entre entrenamiento continuo de intensidad moderada e interválico de alta intensidad. Se puede introducir también el entrenamiento de fuerza tanto de miembro inferior como superior con cargas moderadas en relación al RM de cada paciente.

En cuanto a la valoración del programa de RC, la CPET es la prueba médica gold standard empleada tanto para valoración de la mejoría tras RC como para establecer los niveles de intensidad que se deben de seguir en el entrenamiento. Otros parámetros como medidas antropométricas, calidad de vida o estado emocional pueden ser analizados.

Sobre la efectividad de la RC, a pesar, de que todos los tipos de entrenamiento obtienen mejorías en la condición clínica de los pacientes, no existe consenso sobre la superioridad del entrenamiento de fuerza o interválico con respecto al ejercicio aeróbico moderado continuo. El entrenamiento de fuerza debe incluirse como complemento del entrenamiento aeróbico, ya que es seguro y factible, y ha mostrado mejorías clínicas en pacientes tras revascularización coronaria.

Es necesario consensuar un programa de RC dónde se exponga de manera explícita los ejercicios incluidos con la secuencia, intensidad y duración del mismo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. La OMS revela las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo: 2000-2019. Comunicado de prensa. Ginebra: OMS; 9 Dic 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019>
2. Organización Mundial de la Salud. Global health estimates 2016: deaths by cause, age, sex, by country and by region, 2000–2016. Ginebra: OMS; 3 Jan 2023 Disponible en: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
3. Cayuela L, Gómez S, Olivares B, Rodríguez-Domínguez S, Cayuela A. ¿Se está desacelerando el ritmo de disminución de la mortalidad cardiovascular en España?. Rev Esp Cardiol. 2021; 74 (9):750-756. ISSN 0300-8932, <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.07.017>.
4. D'Agostino RB, Vasan RS, Pencina MJ, Wolf PA, Cobain M, Massaro JM, et al. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. Circulation. 2008;117(6):743-53. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579)
5. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. Washington, DC: Department of Health and Human Services; (2018). Disponible en: <https://health.gov/paguidelines/second-edition/report> (accessed March 3, 2023).
6. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, Collet JP, Cremer J, Falk V, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). Eur Heart J. 2014;35(37):2541-619. DOI: [10.1093/eurheartj/ehu278](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu278).
7. Romero CT. Cardiac rehabilitation as a first step in the secondary prevention of coronary heart disease. Rev. méd. 2000; 128(8): 923-934. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872000000800013>
8. Pitta NC, Furuya RK, Freitas NO, Dessotte CAM, Dantas RAS, Ciol MA, et al. Effect of an educational program on physical activity in individuals undergoing their first percutaneous coronary intervention: A randomized clinical trial. Braz J Phys Ther. 2022;26(5):100443. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2022.100443>

9. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): the Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J*. 2012; 33(17):1635-1701. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs092>
10. Bruning RS, Sturek M. Benefits of exercise training on coronary blood flow in coronary artery disease patients. *Prog Cardiovasc Dis*. 2015;57(5):443-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.10.006>
11. Duncker DJ, Bache RJ. Regulation of coronary blood flow during exercise. *Physiol Rev*. 2008;88(3):1009–1086. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2006>
12. Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med*. 2018;9:1-17. DOI: <https://doi.org/10.2147%2FOAJSM.S150596>
13. Martland R, Mondelli V, Gaughran F, Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci*. 2020;38(4):430-469. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>
14. Padilha CS, Ribeiro AS, Fleck SJ, Nascimento MA, Pina FL, Okino AM, et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. *Age*. (2015). 37:104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9841-6>
15. Saeidifard F, Medina-Inojosa JR, West CP, Olson TP, Somers VK, Bonikowske AR, et al. The association of resistance training with mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26:1647–65. DOI: <https://doi.org/10.1177/2047487319850718>
16. Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD, Ehrman JK, Schairer J, Divine G, et al. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *Am Heart J*. 2008;156:292–300. DOI: [10.1016/j.ahj.2008.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2008.03.017)
17. 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;28(5):460-495. DOI: <https://doi.org/10.1177/2047487320913379>
18. Francula-Zaninovic S, Nola IA. Management of Measurable Variable Cardiovascular Disease' Risk Factors. *Curr Cardiol Rev.* 2018;14(3):153-163. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573403x14666180222102312>
 19. Cai M, Wang L, Ren YL. Effect of exercise training on left ventricular remodeling in patients with myocardial infarction and possible mechanisms. *World J Clin Cases.* 2021 Aug 6;9(22):6308-6318. DOI: <https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i22.6308>
 20. Rutledge T, Redwine LS, Linke SE, Mills PJ. A meta-analysis of mental health treatments and cardiac rehabilitation for improving clinical outcomes and depression among patients with coronary heart disease. *Psychosom Med.* 2013;75(4):335-49. DOI: <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e318291d798>
 21. Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler AD, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: cochrane systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67:1–12. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd001800.pub3>
 22. Taraldsen MD, Videm V, Hegbom K, Wiseth R, Madssen E. Stent edge vascular response and in-stent geometry after aerobic exercise. *Cardiovasc Interv Ther.* 2021;36(1):111-120. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12928-020-00655-5>
 23. Eser P, Jaeger E, Marcin T, Herzig D, Trachsel LD, Wilhelm M. Acute and chronic effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on heart rate and its variability after recent myocardial infarction: A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2022;65(1):101444. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.09.008>
 24. Marcin T, Trachsel LD, Dysli M, Schmid JP, Eser P, Wilhelm M. Effect of self-tailored high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous exercise on cardiorespiratory fitness after myocardial infarction: A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2022;65(1):101490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101490>
 25. Reed JL, Terada T, Cotie LM, Tulloch HE, Leenen FH, Mistura M, et al. The effects of high-intensity interval training, Nordic walking and moderate-to-vigorous intensity continuous training on functional capacity, depression and quality of life in patients with coronary artery disease enrolled in cardiac rehabilitation: A randomized controlled trial

- (CRX study). *Prog Cardiovasc Dis.* 2022;70:73-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.07.002>
26. Abolahrari-Shirazi S, Kojuri J, Bagheri Z, Rojhani-Shirazi Z. Efficacy of combined endurance-resistance training versus endurance training in patients with heart failure after percutaneous coronary intervention: A randomized controlled trial. *J Res Med Sci.* 2018;23:12. DOI: https://doi.org/10.4103/jrms.jrms_743_17
27. Scheer A, Shah A, Ito Ramos de Oliveira B, Moreno-Suarez I, Jacques A, Green D, et al. Twelve weeks of water-based circuit training exercise improves fitness, body fat and leg strength in people with stable coronary heart disease: a randomised trial. *J Physiother.* 2021;67(4):284-290. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.08.012>
28. Liang C, Gao C, Zhang J, Ye Q, Zhai L, Zhao F, et al. Traditional Chinese medicine training for cardiac rehabilitation: a randomized comparison with aerobic and resistance training. *Coron Artery Dis.* 2019;30(5):360-366. DOI: <https://doi.org/10.1097/mca.0000000000000734>
29. Kambic T, Šarabon N, Hadžić V, Lainscak M. High-Load and Low-Load Resistance Exercise in Patients with Coronary Artery Disease: Feasibility and Safety of a Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine* 2022;11:3567. <https://doi.org/10.3390/jcm11133567>.
30. Villeda-Beitia-Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Berenguel Senen A, Hernández Jiménez V, Ruiz Bautista L, Barrios Garrido-Lestache ME, et al. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. *Cardiol J.* 2019;26(2):130-137. DOI: <https://doi.org/10.5603/cj.a2018.0052>
31. Maroto Montero, JM. *Rehabilitación Cardíaca. Sociedad Española de Cardiología: Acción médica; 2009. 101. Conocimientos actuales en torno a los efectos del entrenamiento físico en los cardiópatas. ISBN: 978-84-88336-74-3*
32. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, et al. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation.* 2007;115(20):2675-82. DOI: <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.180945>

33. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, Cornelissen V, Gevaert A, Kemps H, et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol.* 2022;29(1):230-245. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab007>
34. Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, Baum K, Hambrecht R, Gielen S. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the German Federation for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation.* 2004;11(4):352-361. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000137692.36013.27>
35. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Despres JP, Franklin BA, et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2016;134:e653–99. DOI: <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000461>
36. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA.* 2009;301:2024–2035. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>
37. González Calvo G, Hernández Sánchez S, Pozo Rosado P, García López D. Asociación entre tejido graso abdominal y riesgo de morbilidad: efectos positivos del ejercicio físico en la reducción de esta tendencia. *Nutr. Hosp.* [Internet]. 2011;26(4): 685-691. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000400004&lng=es
38. Prado DM, Rocco EA, Silva AG, Rocco DF, Pacheco MT, Silva PF, et al. Effects of continuous vs. interval exercise training on oxygen uptake efficiency slope in patients with coronary artery disease. *Braz J Med Biol Res.* 2016;49:e4890. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-431x20154890>
39. Conraads VM, Pattyn N, De Maeyer C, Beckers PJ, Coeckelberghs E, Cornelissen VA, et al. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol.* 2015;179:203–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.155>
40. Cugusi L, Manca A, Yeo TJ, Bassareo PP, Mercurio G, Kaski JC. Nordic walking for individuals with cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of

- randomized controlled trials. *Eur J Prev Cardiol.* 2017;24(18):1938-1955. DOI: <https://doi.org/10.1177/2047487317738592>
41. Saucedo Marquez CM, Vanaudenaerde B, Troosters T, Wenderoth N. High-intensity interval training evokes larger serum BDNF levels compared with intense continuous exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2015;119(12):1363-73. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00126.2015>
 42. Newcomer SC, Thijssen DH, Green DJ. Effects of exercise on endothelium and endothelium/smooth muscle cross talk: role of exercise-induced hemodynamics. *J Appl Physiol* (Bethesda Md: 1985). 2011;111:311–20. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00033.2011>
 43. Madssen E, Moholdt T, Videm V, Wisloff U, Hegbom K, Wiseth R. Coronary atheroma regression and plaque characteristics assessed by grayscale and radiofrequency intravascular ultrasound after aerobic exercise. *Am J Cardiol.* 2014;114:1504–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.08.012>
 44. Sato Y, Fujiwara H, Takatsu Y. Biochemical markers in heart failure. *J Cardiol.* 2012;59:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1136%2Fhrt.2003.023895>
 45. Giallauria F, Cirillo P, Lucci R, Pacileo M, De Lorenzo A, D'Agostino M, et al. Left ventricular remodelling in patients with moderate systolic dysfunction after myocardial infarction: Favourable effects of exercise training and predictive role of N-terminal pro-brain natriuretic peptide. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15:113-8. DOI: <https://doi.org/10.1097/hjr.0b013e3282f00990>
 46. Weber M, Hamm C. Role of B-type natriuretic peptide (BNP) and NT-proBNP in clinical routine. *Heart.* 2006;92:843-9. DOI: <https://doi.org/10.1136/hrt.2005.071233>
 47. Walther C, Möbius-Winkler S, Linke A, Bruegel M, Thiery J, Schuler G, et al. Regular exercise training compared with percutaneous intervention leads to a reduction of inflammatory markers and cardiovascular events in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15:107-12. DOI: <https://doi.org/10.1097/hjr.0b013e3282f29aa6>
 48. Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR. Reduction in C-reactive protein through cardiac rehabilitation and exercise training. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43:1056-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.10.041>
 49. Passino C, Severino S, Poletti R, Piepoli MF, Mammini C, Clerico A, et al. Aerobic training decreases B-type natriuretic peptide expression and adrenergic activation in

- patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:1835-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.12.050>
50. Astengo M, Dahl A, Karlsson T, Mattsson-Hultén L, Wiklund O, Wennerblom B, et al. Physical training after percutaneous coronary intervention in patients with stable angina: Effects on working capacity, metabolism, and markers of inflammation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2010;17:349-54. DOI: <https://doi.org/10.1097/hjr.0b013e3283336c8d>
51. Marzolini S, Paul O, Brooks D. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2012;19(1):81–94. DOI: <https://doi.org/10.1177/1741826710393197>
52. 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.076>
53. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: an advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation.* 2000;101(7): 828–833. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.7.828>

APÉNDICE

Tabla 1. Año de publicación, tipo de estudio, muestra y criterios de inclusión.

Autor	Año	Tipo de estudio	Muestra	Criterios de inclusión
<i>Villelabeita-Jaureguizar et al. (30)</i>	2019	ECA	N=110 MICE: 53; HIIT: 57	Post-CT, bypass, angina de pecho o infarto de miocardio transcurridos 6-12 semanas; no IC; NYHA I-II.
<i>Taraldsen et al. (22)</i>	2020	ECAC	N=32; AIT=14; MICE=18	Post-CT tras angina de pecho o SCASEST.
<i>Eser et al. (23)</i>	2021	ECAC	N=69; MICE=35; HIIT=34	Post-CT transcurridos un mes, FEVI >45%.
<i>Marcin et al. (24)</i>	2022	ECAC	N= 69; HIIT=35; MICE=34	Post-CT transcurrido un mes, FEVI >= 45%.
<i>Reed et al. (25)</i>	2021	ECAC	N=130; HIIT=43, NW=44; MICE=43	Post-CT o bypass, transcurrido no más de 18 semanas; 40-74 años.
<i>Albolahrari-Shirazi et al.(26)</i>	2018	ECAC	N=75 ET= 25; CT=25; GC=25	Post-CT transcurrido un mes; 40-70 años; FEVI <= 40%; NYHA I-III.
<i>Scheer et al. (27)</i>	2021	ECAC	N= 52; WEX=20; GEX:20; GC=12	Post-CT o bypass transcurridos 6 meses.
<i>Liang et al. (28)</i>	2019	ECAC	N=112; ART= 36; Tai-chi= 36; GC=39	Post-CT transcurridos 2 o 3 meses; 18-70 años, NYHA I-III, no intervención previa.
<i>Kambic et al. (29)</i>	2022	ECAC	N=79; HL-RE:26; LL-RE: 28; AE: 25.	Post-CT transcurrido un mes; 18-85 años, FEVI >= 40%.

Fuente de elaboración propia. ECAC: Ensayo clínico aleatorizado controlado; ECA: Ensayo clínico aleatorizado; N: muestra; MICE: Moderate intensity continuous training; HIIT: High intensity interval training; ET: Endurance training; CT: Combined endurance and resistance training; GC: Grupo control; Post-CT: Post-cateterismo terapéutico; IC: Insuficiencia cardíaca; NYHA: New York Heart Association; FEVI: Fracción de eyección de ventrículo izquierdo; SCASEST: Síndrome coronario agudo sin elevación del ST; NW: Nordic walking; ART: Aerobic-resistance training; WEX: Water circuit exercise; GEX: Gym circuit exercise; HL-RE: High-load resistance exercise; LL-RE: Low-load resistance exercise; AE: Aerobic exercise.

Tabla 2. Temporalidad e intervención

Estudio	Temporalidad	Intervención
<i>Villelabeita-Jaureguizar et al. (30)</i>	8 semanas, 3ss/sem 40 min. 24 ss	MICE: warm-up 5-12 min, cicloergómetro FCVT1 1º mes, + 10% de FCVT1 2º mes, inicio 15 min progresando hasta 30 min, cool-down 13-5 min.
		HIIT: warm-up 5-12 min, cicloergómetro al 50% de carga empleada en VO2 pico durante 20 seg y 40 seg recuperación al 10%, inicio por 15 rep aumentando hasta 30 rep en el 2º mes, cool-down 13-5 min.
		Ambos grupos recibieron sesiones de manejo psicológico, control dietético y salir a caminar todos los días con Borg entre 11-13.
<i>Taraldsen et al. (22)</i>	12 semanas, 3ss/sem 60 min.	MICE: andar o correr suave al 70% del FCmax, 45 min.
		HIIT: warm-up 10 min, 4 intervalos de 4 min al 85-95% a FCmax con 3 min de ejercicio activo al 70% de FCmax.
<i>Eser et al. (23)</i>	12 semanas, 3 ss/sem 90 min	MICE: warm-up 8 min (50% entrenamiento), cicloergómetro a carga constante para mantener FCVT1 38 min, cool-down 3 min (50% entrenamiento). Borg 13-14.
		HIIT: warm-up 8 min (50% entrenamiento), cicloergómetro 4 series de 4 min con carga para mantener FCVT2, descanso 3 min con carga para FCVT1, cool-down 3 min (50% entrenamiento). Borg 15-16.
		Ambos grupos al finalizar realizan ejercicios de coordinación, resistencia, estiramientos y relajación durante 45 min.
<i>Marcin et al. (24)</i>	12 semanas, 3ss/sem 90 min	MICE: warm-up 5min (50% entrenamiento), cicloergómetro a FCVT1 38 min, cool-down 3min (50% entrenamiento). Borg 13-14
		HIIT: warm-up 10min, cicloergómetro 4 series de 4 min con carga para mantener FCVT2 descanso 3 min con carga para FCVT1 38 min, cool-down 3min (50% entrenamiento). Borg ≥ 15 . * 2 ss HIIT/sem + 1ss MICE/sem.
<i>Reed et al. (25)</i>	12 semanas, 2 ss/sem 45-60 min	MICE (60 min): warm-up 10-15min, andar, jogging, cicloergómetro, elíptica 10-15min en 1-3sem progresando a 30min a FC de reposo más 20-40lpm, 15 min cool-down. Borg 12-16.
		NW (60 min): warm-up 15 min , NW 10-15 min en 1-3sem progresando a 30min a FC de reposo más 20-40lpm , cool-down 15 min. Borg 12-16
		HIIT (45 min): warm-up 10min al 60-70% de FCpico, cicloergómetro o elíptica 4 series de 4 min al 85-95% del FCpico y 3 min al 60-70% durante 28 min, 5-10 min cool down al 60-70% de FCpico. Borg 15-17.
		Todos los grupos incluyen ejercicios de fuerza y estiramientos en cool down.

<i>Albolahrari-Shirazi et al. (26)</i>	7 semanas, 3ss/sem 45 min	ET: warm-up 5min, cicloergómetro 20 min, 15min elíptica, 10 min con ergómetro de brazos con carga 40-70% del VO2 pico, cool-down 5 min.
		CT: warm-up 5 min, ET carga al 40-70% de VO2 pico (10min cada estación), entrenamiento de fuerza 4 ejercicios (flexión/extensión de rodilla, flexión de codo y abducción de hombro) 2 series/10rep al 40% de RM hasta alcanzar el 60% en 15 min, cool-down 5 min.
		GC: ejercicios activos en casa 10 repeticiones durante 15-20 min.
<i>Scheer et al. (27)</i>	12 semanas, 3 ss/sem 60 min	WEX: warm-up 5 min con estiramientos, circuito ejercicio aeróbico (andar/jogging/levantamiento de piernas) 45 seg de trabajo y 15 seg de recuperación, la intensidad aumenta cada 2 sem de 60-65% a 80% de FCmax, y ejercicios de fuerza con utensilios aumentando velocidad progresivamente (flx/ext rodilla, fx/ext/abd/add cadera, fx/ext codo y add/abd hombro). Borg 11-14 aeróbico, Borg <13 fuerza.
		GEX: mismo protocolo, ejercicio aeróbico bicicleta o elíptica, ejercicios de fuerza con dumbbells, inicio 50% de RM, 10 a 15 rep en 45 seg. Borg 11-14 aeróbico. Borg <13 fuerza.
		GC: programa de ejercicios en casa.
<i>Liang et al. (28)</i>	12 semanas, 3ss/sem 60 min	ART: elíptica al 60% de VO2 pico 30 min, 4 ejercicios de fuerza (curl de biceps, sentadilla, crunch abdominales y aleteo alternando brazos y piernas en prono) al 60% de RM 4 series/12rep.
		Tai-chi: ejercicios de tai chi durante 45 min a una intensidad media y 15 minutos de vuelta a la calma.
		GC: seguimiento médico sin realizar ejercicio.
<i>Kambic et al. (29)</i>	12 semanas, 3 ss/sem 60-70 min.	HL-RE: warm-up 10 min, cicloergómetro con series de 5 min de carga y 2 min de recuperación, cada 4 sesiones aumentan carga, inicio al 50% hasta 80% de la carga en VO2 pico y reducen tiempo hasta 3 min de carga 2 de recuperación, durante 35-40 min, ejercicio de fuerza press banca desde el 70% RM hasta el 80% en las últimas sesiones, 3series/6-11rep, conforme aumentan la carga disminuye las repeticiones, cool-down 5 min.
		LL-RE: mismo protocolo, cicloergómetro igual, press banca desde 35% RM hasta el 40% 3 series/12-22rep, conforme aumentan carga disminuyen rep, cool-down 5 min.
		AE: No realizan press banca. Mismo protocolo ejercicio en cicloergómetro, ciclos cortos de 5min carga y 2min recuperación del 50% al 80% VO2max, igual que en resto de grupos.
		LL-RE: mismo protocolo, cicloergómetro igual, press banca desde 35% RM hasta el 40% 3 series/12-22rep, conforme aumentan carga disminuyen rep, cool-down 5 min.
		AE: No realizan press banca. Mismo protocolo ejercicio en cicloergómetro, ciclos cortos de 5min carga y 2min recuperación del 50% al 80% VO2 pico, igual que en resto de grupos.
		A todos los grupos se les permite hacer ejercicio aeróbico (andar, bicicleta) en casa el resto de días.

Elaboración propia. Ss: Sesiones; Sem: Semana; MICE: Moderate intensity continuous exercise; HIIT: High intervalic intensity training; Seg: Segundos; VT1: Primer umbral ventilatorio; Lpm: latidos por minuto; ET: Endurance training; CT: Combined endurance and resistance training; GC: Grupo control; VO2 pico: Volumen de oxígeno pico; FCmax: Frecuencia cardíaca máxima; VT2: Segundo umbral ventilatorio; FC: Frecuencia cardíaca; Rep: Repeticiones; NW: Nordic walking;; ART: Aerobic-resistance training; WEX: Water exercise; GEX: Gym exercise; RM: Repetición máxima, HL-RE: High load resistance exercise; LL-RE: Low load resistance exercise; AE: Aerobic exercise.

Tabla 3. Valoración y resultados de la intervención

Estudio	Intervención	Valoración	Resultados
<i>Villelabeita-Jaureguizar et al. (30)</i>	MICEvsHIIT	Parámetros CPET y valorar gasto de energía (W) y eficiencia mecánica (%) en VT1, VT2 y VO2 pico.	CPET: ambos grupos aumentan VO2 pico, pero más en HIIT, además aumenta más el pico de carga alcanzada y el total de tiempo de la prueba. El VO2 en VT1 y VT2 incrementa significativamente en ambos grupos, siendo más alto en HIIT (VO2VT1Pre-Post, MICE=10.97vs12.05; HIIT=10.40vs12.34; VO2VT2 Pre-post, MICE=15.39vs17.09, HIIT=14.64vs17.13). La potencia (W) en VT1 aumenta en ambos grupos siendo más alta en HIIT, la potencia en VT2 solo se incrementa en HIIT. Gasto de energía (W) en los tres umbrales incrementa más en grupo HIIT (MICE: pre-post, VT1=166vs192; VT2=294vs338; VO2pico=114vs132. HIIT: pre-post, VT1=155VS207; VT2=285vs353; VO2pico=115vs153). La eficiencia mecánica en VT1 incrementa en ambos grupos y en VT2 y VO2pico incrementa significativamente solo en HIIT (VT2=285vs353; VO2pico=423vs534).
<i>Taraldsen et al. (22)</i>	MICEvsHIIT	Mediante IVUS se mide luz del vaso, tanto en la zona proximal como dixtal de la implantación del stent (5mm): volumen de placa de ateroma, volumen del vaso, luz del vaso, tejido fibrótico y fibrótico-graso, área necrótica y densidad de calcio.	La luz del vaso incrementa significativamente tanto en la zona proximal como dixtal en ambos grupos, sin diferencias entre grupos. Hay un decrecimiento de la placa de ateroma en el borde dixtal de la zona estenosada en ambos grupos, pero más en HIIT 3,3% frente a 0,4% en MICE. La zona necrótica en la zona dixtal disminuye en ambos grupos pero es más en HIIT -2.1mm frente a -0.3mm en MICE. Sobre el calcio, disminuye más en HIIT en la zona dixtal del stent. Tejido y grasa fibróticos aumenta en ambos grupos en la zona dixtal del stent.
<i>Eser et al. (23)</i>	MICEvsHIIT	CPET: VO2 pico, FCmax y cuanto tarda en bajar la FC tras recuperación de 1 min. Variabilidad de FC de supino a estar de pie y FC durante la noche.	CPET: incrementa la FC max y VO2 pico en ambos grupos, sin diferencia entre grupos. Existe un incremento de FC por la noche tras sesión de HIIT, decrecimiento de FC durante el supino y estar de pie en MICE, pero incrementa en HIIT. FC de recuperación se mantiene igual en MICE pero empeora en HIIT (19% de 26 latidos a 21 latidos). Mejores efectos en MICE en cuanto a variabilidad de FC y FC de recuperación.

<i>Marcin et al. (24)</i>	MICEvsHIIT	CPET: VO2 pico, VT1, VT2, FC max, VE de CO2. Relación intensidad de ejercicios con VO2 pico.	VO2 pico mejoró en MICE (12%) más que HIIT (8%). Ambos grupos muestran mejorías en FC max (se incrementa), ventilación de CO2 y en el umbral VT1. Altas cargas de intensidad de entrenamiento se relacionan con mejoras valores de VO2 pico.
<i>Reed et al. (25)</i>	MICEvsNWvsHIIT	Test de los 6 minutos para valorar capacidad funcional, síntomas depresivos con escala de Beck depression inventory-II y la concentración de BDNF, valorar calidad de vida con SF-36 (físico, emocional, dolor, vitalidad, función social) y HeartQoL (global, físico y mental). Medidas antropométricas (peso, BMI, porcentaje de grasa y circunferencia cintura). Adherencia y seguridad del programa.	Test 6 min se obtuvieron mejores resultados en NW en comparación con los otros grupos con un aumento del 63% de la distancia respecto al pre, en HIIT fue de 47% y MICE de 38%. Síntomas depresión: la escala presenta mejores valores basales en HIIT, pero disminuye en todos los grupos, siendo más acusado en NW. La concentración de BDNF no hay diferencias entre grupos, aumentando levemente solo en el grupo de marcha nórdica. La calidad de vida se muestran mejorías en todos los aspectos. Hay más mejora en subescala mental de SF-36 en MICE que en HIIT y NW. Medidas antropométricas se muestran mejoras en BMI, porcentaje de grasa e incremento de presión diastólica en reposo, no habiendo diferencias significativas entre grupos. Adherencia (72%) y efectos adversos presentados <1%.
<i>Albolahrari-Shirazi et al. (26)</i>	ETvsCTvsGC	Pre-Post NT-proBNP, Hs-PCR. Prueba de esfuerzo (protocolo de Bruce): Mets, duración y FCmax.	Existe una reducción de NT-proBNP en ambos grupos, pero no en GC (pre-post ET: 264vs149; CT: 204vs136; GC: 221vs189). PCR disminuye más en ET (1.52vs1.05), que CT (1.53vs1.09) y CG (1.28vs1.44), cambios solo fueron significativos para ET. CPET: Mets y duración de la prueba mejora en ambos grupos (aumentan), FC pico aumenta en CT pero no en ET.
<i>Scheer et al. (27)</i>	WEXvsGEXvsGC	CPET: VO2 pico, valor RM de bíceps, pulldown y prensa de piernas. Medidas antropométricas: peso, BMI, circunferencia de cintura y cadera.	Ambos grupos aumentan VO2 pico (ml/min) WEX (prevpost=29.1vs30.9) con una media de 2.5 ml/kg/min post intervención y GEX (prevpost=26.3vs27.9) con una media de 2.3 ml/kg/min post intervención. No indican que haya diferencias entre grupos. La fuerza muscular se incrementa en ambos grupos en comparación con GC, excepto en bíceps y pulldown que el grupo WEX no presenta cambios. La fuerza en piernas y pulldown se incrementa más en GEX en comparación con WEX. El porcentaje de grasa se reduce más en el grupo WEX.

<i>Liang et al. (28)</i>	ARTvsTai-chivsGC	CPET (protocolo Bruce): VO ₂ , VO ₂ /kg, Mets, VO ₂ /FC, FC en reposo, VE/VO ₂ , VE/VCO ₂ . Medidas antropométricas (peso, BMI, masa grasa y índice metabólico), y parámetros físicos (fuerza de agarre, flexibilidad y equilibrio).	VO ₂ , VO ₂ /kg, mets, VO ₂ /FC, fuerza de agarre y flexibilidad es mejor en ART y taichi que en GC. FC en reposo es más baja en tai-chi. VE/VO ₂ es más alto en tai-chi que en GC. No hay cambios entre tiempo, velocidad de la prueba, FC y VE/VCO ₂ entre los tres grupos. BMI es mejor en ART respecto a tai-chi y GC, masa grasa es menor en tai-chi que en ART, pero no ha diferencia con respecto a GC.
<i>Kambic et al. (29)</i>	HL-REvsLL-REvsAE	Percepción subjetiva de esfuerzo en relación a la carga de ejercicio. Valores de RM de extensión de pierna. Cambios en FC en relación a la carga. Seguridad, factibilidad y adherencia al entrenamiento.	No hay diferencias entre grupos entre aumento de carga y FC, pero sí que aumenta la FC conforme aumenta la carga. Sensación de esfuerzo fue mayor en el grupo de mayor carga conforme pasaban las sesiones. En el grupo de menor carga la sensación de esfuerzo fue disminuyendo con el paso de las sesiones. Todos los grupos mejoran su RM de prensa, siendo mejores en altas cargas que en AE y LL-RE. Ningún paciente sufrió evento cardiovascular o musculoesqueléticos que impidieran continuar con el entrenamiento. La adherencia fue casi completa, siendo excelente en los grupos de fuerza.

Fuente de elaboración propia. MICE: Moderate intensity continuous exercise; HIIT: High intervalic intensity training; CPET: Test cardiopulmonar; VO₂ pico: Volumen de oxígeno pico; VT1: Primer umbral aeróbico; VT2: segundo umbral anaeróbico; FC: Frecuencia cardíaca; FCmax: Frecuencia cardíaca máxima; IVUS: Ultrasonido intravascular; ET: Endurance training; CT: Combined resistance and endurance training; NW: Nordic walking;; ART: Aerobic-resistance training; WEX: Water exercise; GEX: Gym exercise; GC: Grupo control;; Met: Índice metabólico; BMI: Índice de masa corporal; TA: tensión arterial; VCO₂: Volumen de CO₂; VE: Volumen espiratorio; RM: Repetición máxima; Hs-PCR: High-sensitivity Proteína C reactiva; NT-proBNP: Péptido natriurético de tipo B N-terminal; HL-RE: High load resistance exercise; LL-RE: Low load resistance exercise; AE: Aerobic exercise.