



Universidad
Zaragoza

1542

Trabajo de Fin de Grado

Efectividad del ejercicio interválico de alta intensidad en
programas de rehabilitación cardiaca:
Revisión sistemática

Effectiveness of high-intensity interval training in cardiac
rehabilitation programmes:
Systematic review

Autora:

María Viguera Elías

Directora:

Dra. Eva María Gómez Trullén

JUNIO DE 2021

Facultad de Medicina

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por hacerme como soy, por enseñarme lo que sé, por darme lo que tengo.

A mi hermano, por ser apoyo y referencia constante.

A los buenos profesores, por ser capaces de contagiarnos su pasión por la medicina.

A mis compañeros de clase, compañeras de equipo y de cordada, por haber llenado estos seis años de magníficos ratos de amistad y deporte.

RESUMEN

Objetivo: Realizar una revisión sistemática sobre los programas de entrenamiento en rehabilitación cardiaca, debido a que en los últimos años está habiendo muchas publicaciones que demuestran la superioridad del ejercicio interválico a alta intensidad en comparación con el ejercicio aeróbico, que es el que clásicamente se recomendaba en estos programas.

Método: De un total de 244 artículos pertenecientes a tres bases de datos (*PubMed, Web of Science* y *Sport Discus*), se evaluaron completamente 30 y finalmente 11 fueron incluidos en la revisión sistemática.

Resultados: Se extrajo la siguiente información de los once artículos seleccionados: autores, año, diseño del estudio y pacientes incluidos, duración e intensidad de la intervención, parámetros medidos, resultados y conclusiones.

Discusión: Los artículos más actuales de esta revisión son los que demuestran que el HIIT es superior al ejercicio aeróbico en el aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, además este aumento se consigue en menos tiempo. El HIIT no demuestra mejoras significativamente mayores que el ejercicio a intensidad moderada en el aumento de la FEVI, en el peso, IMC o composición corporal, la TA o la calidad de vida de los pacientes incluidos en estos estudios. Así mismo, algunos artículos recomiendan los entrenamientos de HIIT menos exigentes al principio del programa de rehabilitación o en los pacientes con menor capacidad cardiopulmonar y a medida que avanza el programa, se podría ir aumentando la exigencia del entrenamiento.

Conclusiones: El HIIT mejora el $\text{VO}_{2\text{máx}}$, como parámetro de la capacidad cardiopulmonar, en menos tiempo que los programas de entrenamiento a intensidad moderada, por lo que puede recomendarse en rehabilitación cardiaca en pacientes con diversas patologías cardíacas.

Palabras clave: “ejercicio interválico a alta intensidad”, “HIIT”, “ejercicio a moderada intensidad” y “rehabilitación cardiaca”.

ABSTRACT

Objective: To carry out a systematic review of cardiac rehabilitation training programmes, due to the fact that in recent years there have been many publications demonstrating the superiority of high-intensity intervallic exercise compared to aerobic exercise, which is what is classically recommended in these programmes.

Method: From a total of 244 articles belonging to three databases (PubMed, Web of Science and Sport Discus), 30 were fully evaluated and finally 11 were included in the systematic review.

Results: The following information was extracted from the eleven selected articles: authors, year, study design and patients included, duration and intensity of the intervention, measured parameters, results and conclusions.

Discussion: The most current articles in this review are those that demonstrate that HIIT is superior to aerobic exercise in increasing $\text{VO}_{2\text{max}}$, and that this increase is achieved in less time. HIIT does not demonstrate significantly greater improvements than moderate-intensity exercise in increasing LVEF, body weight and composition, BP or quality of life in the patients included in these studies. Likewise, some articles re-commence less demanding HIIT training at the beginning of the rehabilitation programme or in patients with lower cardiopulmonary capacity and as the programme progresses, the demands of the training can be increased.

Conclusions: HIIT improves $\text{VO}_{2\text{max}}$, as a parameter of cardiopulmonary capacity, in less time than training programmes at moderate intensity, so it can be recommended in cardiac rehabilitation in patients with various cardiac pathologies.

Keywords: "high intensity intervallic exercise", "HIIT", "moderate intensity exercise" and "cardiac rehabilitation".

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
1. Importancia de las enfermedades cardiovasculares.....	6
2. Prevención de las enfermedades cardiovasculares	7
3. Respuesta del organismo y adaptaciones a la actividad física.....	8
4. Recomendaciones de actividad física para la población general.....	9
5. Prevención secundaria y terciaria en enfermedades cardiovasculares.....	9
5.1. Rehabilitación cardiaca	10
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS	14
Selección de estudios	14
Análisis de los artículos:	15
Estudio de calidad de los artículos seleccionados:	15
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN.....	29
LIMITACIONES	34
CONCLUSIONES	35
CONCLUSIONS	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS	41

INTRODUCCIÓN

1. Importancia de las enfermedades cardiovasculares

Según la *World Heart Federation (WHF)*, las enfermedades cardiovasculares causan 17,9 millones de muertes anuales en todo el mundo. Las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2019 estimaron que siete de las diez primeras causas de muerte en el mundo son debidas a enfermedades no transmisibles (ENT); esto supuso un gran aumento con respecto al año 2000 donde sólo cuatro de las diez principales causas de muerte eran debidas a estas enfermedades. (1)

Las cardiopatías son desde hace más de veinte años la principal causa de mortalidad mundial, pero es ahora cuando provocan más muertes que nunca. En el 2000, dos millones de personas fallecieron debido a esta causa, mientras que en 2019 casi nueve millones de personas han muerto por estas enfermedades. (1)

Es importante diferenciar que la incidencia de las ENT no es igual en los países con ingresos altos que en aquellos con ingresos más bajos. Según otras estadísticas de la OMS, en 2016 las muertes causadas por ENT en países con ingresos bajos fueron un 39% y en los países con ingresos más altos el 88%. Nueve de las diez principales causas de mortalidad en este último grupo fueron causadas por estas enfermedades. (2)

En los países con ingresos bajos y medios, el principal desafío sigue siendo el manejo de las enfermedades transmisibles. En 2019, las infecciones de vías respiratorias inferiores fueron la principal causa de muerte, pero si lo comparamos con el año 2000, estas infecciones se cobran casi medio millón menos de vidas. Otro ejemplo claro de que estos países le van ganando terreno a las enfermedades transmisibles son las cifras de infección por el VIH, por ejemplo, en África sigue siendo la cuarta causa de mortalidad, pero en cifras absolutas, las muertes se han reducido de más de un millón en el año 2000, a 435.000 en 2019. (1)

El envejecimiento progresivo de la población ha hecho que, aunque vivamos más, lo hagamos con más discapacidad. Las enfermedades que más muertes causan son las mismas que más años de vida saludable restan a la población. En 2019, las cardiopatías, la diabetes mellitus, los accidentes cerebrovasculares, el cáncer de pulmón y la neumopatía obstructiva crónica hicieron perder cien millones más de años de vida saludable que en el 2000. (1)

A día de hoy el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 se ha cobrado más de 3,4 millones de fallecidos en todo el mundo, las personas con comorbilidades cardiorrespiratorias son las que mayor riesgo tienen de tener complicaciones y morir debido a las complicaciones del COVID-19. (1)

El director general de la OMS, el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus hace hincapié en que es necesario intensificar rápidamente la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las ENT. (1)

2. Prevención de las enfermedades cardiovasculares

La prevención en salud se define como las “medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de factores de riesgo, sino también a detener su avance y atenuar sus consecuencias una vez establecida” OMS, 1998. (3)

Dependiendo del momento en el que se lleven a cabo las actividades preventivas, existen tres niveles de prevención:

- **Primaria:** se realiza sobre sujetos sanos y está dirigida a evitar la aparición de una enfermedad, controlando los factores de riesgo de la misma.
- **Secundaria:** se realiza sobre personas que ya tienen una enfermedad y lo que busca es detener o retrasar el avance de la misma. Por eso se basa en diagnóstico y tratamiento precoz de enfermedades.
- **Terciaria:** se realiza sobre personas que ya tienen una enfermedad y su objetivo es prevenir, retrasar o reducir las complicaciones y secuelas de la misma. En definitiva, trata de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La práctica habitual de ejercicio físico es un pilar fundamental para la salud. Hace más de 2000 años Hipócrates (460-377 a.C.) postuló que el ejercicio físico, junto a una alimentación adecuada, eran los elementos esenciales para la salud. En la medicina moderna, se reconoció oficialmente el beneficio de la actividad física en 1992, cuando la *American Heart Association* afirmó que la inactividad física era, junto con el tabaquismo, la dislipemia y la hipertensión, un factor de riesgo de enfermedad coronaria (4). Desde entonces, la evidencia científica ha respaldado los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre la salud de las personas.

Los efectos del ejercicio físico en la salud se producen a todos los niveles del organismo y son todos beneficiosos desde el punto de vista clínico. A nivel cardiovascular, ayuda a controlar todos los factores de riesgo, disminuye la necesidad miocárdica de oxígeno, la trombogenidad, la disfunción endotelial, la inflamación y el estrés oxidativo, todos ellos relacionados con el avance de la enfermedad coronaria. Además, mejora el balance neurohormonal de activación e inhibición del sistema nervioso autónomo y la progresión de las arritmias. (5)

Los beneficios no solo tienen que ver con la salud cardiovascular de las personas, el ejercicio físico también reduce el riesgo de cáncer de mama, colon, vejiga, endometrio, esófago, pulmón y estómago. A nivel neuropsiquiátrico se producen beneficios en todos los aspectos, como por ejemplo, el descanso nocturno, la depresión, la ansiedad y el rendimiento cognitivo entre otros. (5)

3. Respuesta del organismo y adaptaciones a la actividad física

Las respuestas del organismo al ejercicio físico son inmensas, pero a continuación se exponen aquellas que son relevantes para el paciente con patología cardiaca:

- **A nivel respiratorio:** aumento progresivo del volumen ventilatorio, aumento de la cantidad de sangre total circulante por la contracción del bazo que vierte su contenido al torrente circulatorio, disminución de las resistencias arteriales y aumento del retorno venoso por la compresión que se produce con la contracción muscular. (6)
- **A nivel cardiaco:** aumenta la contractilidad y la frecuencia cardiaca (FC), esto se traduce en un aumento del volumen sistólico, de unos 75 ml en reposo a más de 150 ml con ejercicios a intensidad elevada, y un aumento del gasto cardíaco que pasa de ser 5 litros por minuto en reposo a 30 litros por minuto con actividades a alta intensidad. Además, las necesidades del miocardio aumentan, lo que implica un aumento del flujo coronario. (6)

A diferencia de las respuestas, las **adaptaciones del organismo al ejercicio físico** son las responsables del efecto protector del ejercicio, tanto en reposo como durante la práctica del mismo.

- **Desde el punto de vista cardiológico** se produce un aumento de las cavidades cardíacas, así como una ligera hipertrofia del miocardio, disminución de la FC en reposo y durante el ejercicio, proporcionándole una mayor eficiencia a la mecánica cardíaca. (7)
- **A nivel del sistema vascular**, aumenta el calibre de las arterias y los capilares. Es a nivel de los vasos pulmonares y musculares donde esto tiene su efecto más llamativo. También se produce una mejora en la circulación coronaria. (7)

El resultado de todo esto se puede comprobar con una prueba de esfuerzo en la que veremos que el paciente aguanta más tiempo en el mismo protocolo, partiendo de una FC más baja, alcanzando frecuencias cardíacas máximas similares y con una recuperación más rápida y eficiente. (7)

4. Recomendaciones de actividad física para la población general

Como vemos, la evidencia científica ha demostrado con creces que el ejercicio físico es beneficioso para nuestra salud. Una sola sesión de ejercicio semanal ya es suficiente para obtener cambios favorables en la presión arterial, la diabetes y la salud mental entre otros. Pero, ¿cuál es la recomendación de ejercicio físico semanal para los adultos?

La OMS ha realizado recomendaciones diferenciando entre los distintos grupos de edad de la población, las directrices pautadas para adultos (18- 64 años) sanos son las siguientes:

- Actividad física aeróbica moderada durante al menos 150 a 300 minutos a lo largo de la semana. Esto podría sustituirse por actividad física aeróbica intensa durante al menos 75 a 150 minutos a la semana. (8)
- Ejercicios de fortalecimiento muscular moderado/intenso que ejerzan todos los grupos musculares principales al menos dos días a la semana. (8)
- Se puede prolongar la actividad física moderada a más de 300 minutos o la intensa a más de 150 minutos por semana para alcanzar beneficios adicionales para la salud. (8)

Además de estas pautas, todos los días se debería reducir el tiempo dedicado a actividades sedentarias y aumentar el gasto energético que tiene nuestro cuerpo al realizar cualquier actividad no considerada ejercicio físico o NEAT (*Non Exercise Activity Thermogenesis*). (9)

5. Prevención secundaria y terciaria en enfermedades cardiovasculares

Cuando la enfermedad cardiovascular ya está establecida, es necesario implantar medidas que reduzcan las recurrencias y la mortalidad. En los últimos años, hemos sido testigos de una disminución de la mortalidad por enfermedad cardiovascular debido a los avances dirigidos a la asistencia precoz de los episodios agudos. (10)

Los cambios en el estilo de vida deben liderar las medidas de prevención secundaria, pero sobre todo terciaria de estas enfermedades. A pesar de ser medidas inocuas, baratas y a disposición de todos los pacientes, no se aplican como se debería, en algunos casos, porque la formación de los médicos en este aspecto no es la adecuada y en otros, porque los pacientes lo ven como un sacrificio. (10)

Otros aspectos imprescindibles para el manejo de las enfermedades cardiovasculares son: el tratamiento médico óptimo y el tratamiento antiisquémico farmacológico o mediante revascularización coronaria, así como los programas de rehabilitación cardiaca.

5.1. Rehabilitación cardiaca

La OMS definió la rehabilitación cardiaca en los años sesenta como “conjunto de actividades necesarias para asegurar a los enfermos del corazón una condición física, mental y social óptima, que les permita ocupar por sus propios medios un lugar tan normal como les sea posible en la sociedad”. (11)

El objetivo principal de la rehabilitación cardiaca es la disminución de la morbi-mortalidad de origen cardíaco, para ello utiliza unos métodos que tratarán de devolverle al enfermo el máximo de posibilidades físicas y mentales tras haber sufrido un evento cardíaco. Esto le permitirá readaptarse a su vida en todos los aspectos: social, familiar y profesional. (12)

En los programas de rehabilitación cardiaca intervienen diferentes profesionales, desde cardiólogos, médicos rehabilitadores, psicólogos, enfermeros, terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas... y cada uno trata de dar soluciones a las necesidades de los pacientes. Realizan intervenciones basadas en promover hábitos de vida saludable, optimización del tratamiento médico, control de los factores de riesgo cardiovascular o un soporte psicológico, social y ocupacional, con el objetivo de mejorar la calidad de vida y la capacidad funcional de los pacientes. (12)

Fases de un programa de rehabilitación cardiaca

- **Fase I:** es la fase hospitalaria. Una vez que se ha estabilizado al paciente, la rehabilitación cardiaca se tiene que iniciar de una manera progresiva intentando que antes del alta, el paciente haya alcanzado el nivel de actividad necesario para realizar las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), así como las actividades del ámbito doméstico. En esta fase también debe haber un apoyo psicológico para que el paciente entienda por qué le ha ocurrido. (12)
- **Fase II:** se lleva a cabo en las primeras semanas tras el evento agudo, idealmente ha de iniciarse antes de los diez primeros días del alta, y se realiza de forma ambulatoria. Se basa en un intenso control de los factores de riesgo y en la monitorización del ejercicio. En esta fase es imprescindible que se trabaje con un equipo multidisciplinar para trabajar en todas las esferas del paciente. En la primera consulta se ha de realizar una ergometría que nos dé información de la capacidad funcional del paciente para poder planificar el entrenamiento que posteriormente va a realizar en el gimnasio. (12)

- **Fase III:** dura toda la vida del paciente, es la fase de mantenimiento. Consiste en programas de entrenamiento, en domicilio o en centros deportivos, bien solos o acompañados. El objetivo es mantener los hábitos de vida cardiosaludables en los que se ha formado al paciente previamente. Es sabido que la adherencia se reduce con el paso del tiempo, por eso mismo, las estrategias de intervención basadas en deporte en grupo y dirigidas por un monitor o entrenador promueven una mayor implicación del paciente y con eso, mejoras en los resultados a largo plazo. (12)

Los datos claramente respaldan que la introducción de los pacientes en programas de rehabilitación cardiaca reduce los ingresos hospitalarios por enfermedad cardiovascular. La evidencia científica avala que el objetivo holístico de un estilo de vida saludable es mucho más eficiente que modificar un solo factor de riesgo, por eso mismo, no hay intervención más completa, tras un evento cardiovascular, que la inclusión del paciente en un programa de rehabilitación cardiaca. (12)

Pese a todos los beneficios descritos, los servicios de rehabilitación cardiaca existen en menos del 40% de los países del mundo. Sólo en el 68% de los países de ingresos altos están disponibles estos programas y únicamente en el 22% de los países de ingresos medios y bajos. (13)

Programas de rehabilitación cardiaca según su intensidad

La intensidad del ejercicio físico se mide con la FC y con el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ^A. En personas con una forma física media, para intensidades superiores al 40% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, existe una correlación entre el consumo de oxígeno y la FC, por lo que se suele usar esta última para monitorizar la intensidad. El “equivalente metabólico” (MET), es otro parámetro para prescribir ejercicio físico basándose en el consumo energético de la actividad. Un MET es la cantidad de oxígeno necesaria para mantener durante un minuto las funciones metabólicas del organismo sentado y en reposo, y equivale a 3,5 ml/kg/min^B. (14)

Desde hace tiempo que se utiliza el ejercicio aeróbico continuo en los programas de rehabilitación cardiaca, debido a que está ampliamente demostrado que entre sus beneficios se encuentra el aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, entre otros parámetros, siendo este uno de los mejores indicadores pronósticos en pacientes con enfermedad cardiaca. Este tipo de entrenamiento consiste en

^A Volumen máximo de oxígeno que nuestro organismo es capaz de procesar durante el ejercicio físico. Se expresa en ml/kg/min. Es la manera más eficaz para medir la capacidad aeróbica de un individuo. (14)

^B El American College of Sports Medicine recomienda usar esta fórmula para calcular los MET de una determinada actividad: $\text{METs} \times 3.5 \times \text{peso en kg}/200 = \text{kcal}/\text{min}$.

Una actividad es de baja intensidad cuando requiere un gasto energético menor de 3.5 MET; intensidad moderada de 3.5 a 8 MET (o 55-60% de la FC máxima) e intensidad elevada las que exigen un gasto energético de 8 a 12 MET (o 75-85% de la FC máxima). (14)

realizar ejercicio continuo sin variaciones de intensidad durante un tiempo prolongado a una intensidad moderada. (15)

Sin embargo, en los últimos años se están haciendo protocolos de ejercicio interválico a alta intensidad (*High Intensity Interval Training/HIIT*) que están demostrando aumentos mayores del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en menos tiempo. Este tipo de entrenamiento consiste en realizar cortos períodos de ejercicio a una intensidad alta (85-100% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$) intercalándolos con períodos de descanso activo o relativo. (16)

Ejercicio aeróbico (15)			HIIT (16)		
Tiempo	Ejercicio	Intensidad	Tiempo	Ejercicio	Intensidad
10-20'	Calentamiento: movilidad articular, abdominales, estiramientos, trabajo de tren superior...	50-70% FC	10'	Calentamiento	50-70% $\text{VO}_{2\text{máx}}$
45-50'	Bicicleta, caminar, correr, nadar...	75-85% FC	4x4'/4x3' Total: 28'	4 rondas de 3-4' a alta intensidad. Intercaladas por 4 rondas de 3' de descanso activo.	85-95% $\text{VO}_{2\text{máx}}$
5-10'	Vuelta a la calma	50-70% FC	10'	Vuelta a la calma	50-70% $\text{VO}_{2\text{máx}}$

Tabla 1: Comparación de dos sesiones tipo de cada uno de los modos de entrenamiento.

Pese a que la evidencia es clara en cuanto a que los programas de HIIT aumentan el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de los pacientes con enfermedad coronaria o insuficiencia cardiaca, aún no hay un consenso claro para recomendar este tipo de ejercicio en la rehabilitación cardiaca.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

En los últimos años se están haciendo muchas publicaciones que demuestran la superioridad de los entrenamientos interválicos a alta intensidad sobre los programas de entrenamiento a intensidad moderada para distintos parámetros de la capacidad cardiopulmonar. Normalmente los programas de rehabilitación cardiaca hospitalarios y extrahospitalarios se basan en programas de entrenamiento a intensidad moderada.

Hipótesis: Los entrenamientos interválicos a alta intensidad (HIIT) mejoran distintos parámetros de la capacidad cardiopulmonar, en menos tiempo que los programas de entrenamiento a intensidad moderada, en pacientes con diversas patologías cardíacas.

Objetivo principal: Revisar la información existente sobre los entrenamientos interválicos a alta intensidad (HIIT) en programas de rehabilitación cardiaca por diversas patologías, comparados con programas de entrenamiento a intensidad moderada.

Objetivos secundarios:

- Revisar las bases de datos *PubMed*, *Web of Science* y *SportDiscuss*, para la selección de artículos relacionados con entrenamientos interválicos a alta intensidad (HIIT) en programas de rehabilitación cardiaca.
- Analizar los artículos incluidos en el estudio en función del efecto producido entrenamientos interválicos a alta intensidad (HIIT) sobre distintos parámetros de la capacidad cardiopulmonar.
- Comprobar si los entrenamientos interválicos a alta intensidad (HIIT) son recomendables en rehabilitación cardiaca comparados con programas de entrenamiento a intensidad moderada (aeróbico).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la presente revisión sistemática se siguió la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses*) (ver Figura 1). Las palabras clave utilizadas para identificar los artículos de interés para la revisión bibliográfica fueron: “high intensity interval training”, “HIIT”, “moderate intensity exercise” y cardiac rehabilitation”.

La búsqueda de los artículos para la presente revisión se hizo en tres bases de datos diferentes *PubMed*, *Web of Science* y *SportDiscuss*. La estrategia de búsqueda se aplicó independientemente en cada base de datos aplicando en cada una de ellas el castellano y el inglés. Siendo el 2 de marzo de 2021 el día que se finalizó la búsqueda bibliográfica.

Los pacientes que nos interesan son aquellos con patología coronaria o insuficiencia cardiaca que hayan sido incluidos en programas hospitalarios dirigidos de rehabilitación cardiaca. La intervención consiste en investigar la superioridad del HIIT con respecto al ejercicio aeróbico en los programas de rehabilitación cardiaca. Para valorar esto nos vamos a centrar en los parámetros que miden la capacidad funcional y cardiopulmonar, como por ejemplo, el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ o pico máximo de O_2 , la antropometría y los valores analíticos sanguíneos (ver tabla 2).

P (paciente)	Pacientes mayores de 18 años, en programas de rehabilitación cardiaca por patología coronaria o insuficiencia cardiaca.
I (intervención)	Programas de entrenamiento HIIT.
C (comparación)	Programas de entrenamiento aeróbico.
O (outcome, resultado)	$\text{VO}_{2\text{máx}}$, antropometría y valores analíticos sanguíneos.

Tabla 2: pregunta PICO para revisión sistemática.

Selección de estudios

Una vez que se identificaron los artículos potencialmente válidos, se designaron los criterios de selección y exclusión con la lectura del título y resumen. Los criterios de selección fueron los siguientes:

- **Humanos:** se excluyen los artículos en los que las intervenciones se realizaban con animales ya que nos debía aportar información en personas humanas.
- **Adultos:** se excluyen artículos de personas menores de 18 años.
- **Pacientes en rehabilitación cardiaca:** los estudios han de ser sobre programas de rehabilitación cardiaca y por tanto sobre pacientes que ya hayan sufrido un accidente cardiovascular o actualmente se encuentren en insuficiencia cardiaca con el objetivo

de ayudarles en la prevención secundaria. Se excluyen aquellos programas que se basen en prevención primaria de accidentes cardiovasculares.

- **High intensity interval training o HIIT:** los artículos debían comparar el HIIT con otros modelos de entrenamiento en rehabilitación cardiaca.
- **Programas de entrenamiento de mínimo 3 semanas:** se excluyen aquellos programas de entrenamiento que duren menos de 3 semanas.
- **Publicados posteriormente al año 2014.**

Se excluyeron reportes de caso, revisiones sistemáticas, meta-análisis y guías clínicas.

Tras el análisis de títulos y resúmenes y después de haber excluido todos aquellos que no cumplían nuestros criterios de selección y aquellos que se duplicaban en las tres bases de datos, quedaron 45 que podían resultar válidos para la revisión. De aquí quedaron descartados 16 de los que no fue posible conseguir el texto completo, por lo que 29 fueron completamente revisados, de los cuales 18 se descartaron por no aportar información específica del tema a tratar. Finalmente, 11 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática (ver Figura 1).

Análisis de los artículos:

De los artículos seleccionados, a través de un formulario de datos estandarizado, se extrajo la siguiente información: referencias del artículo (autor, año), diseño del estudio, información de la población a estudio (número de participantes, edad, proporción mujer/hombre, patología cardiaca de los participantes), programa de entrenamiento realizado en cada grupo de intervención, mediciones realizadas, resultados y conclusiones del estudio.

Estudio de calidad de los artículos seleccionados:

Para evaluar la calidad de los estudios incluidos, dependiendo del diseño del estudio (ensayo clínico aleatorizado o estudio de cohortes), se han utilizado: la herramienta de evaluación de la calidad de los estudios de intervención controlada y la herramienta de evaluación de la calidad para la cohorte observacional y la evaluación cruzada de estudios seccionales, proporcionada por el *National Heart, Lung and Blood Institute* (ver tablas 1, 2 del Anexo)

Prisma Flow Diagram

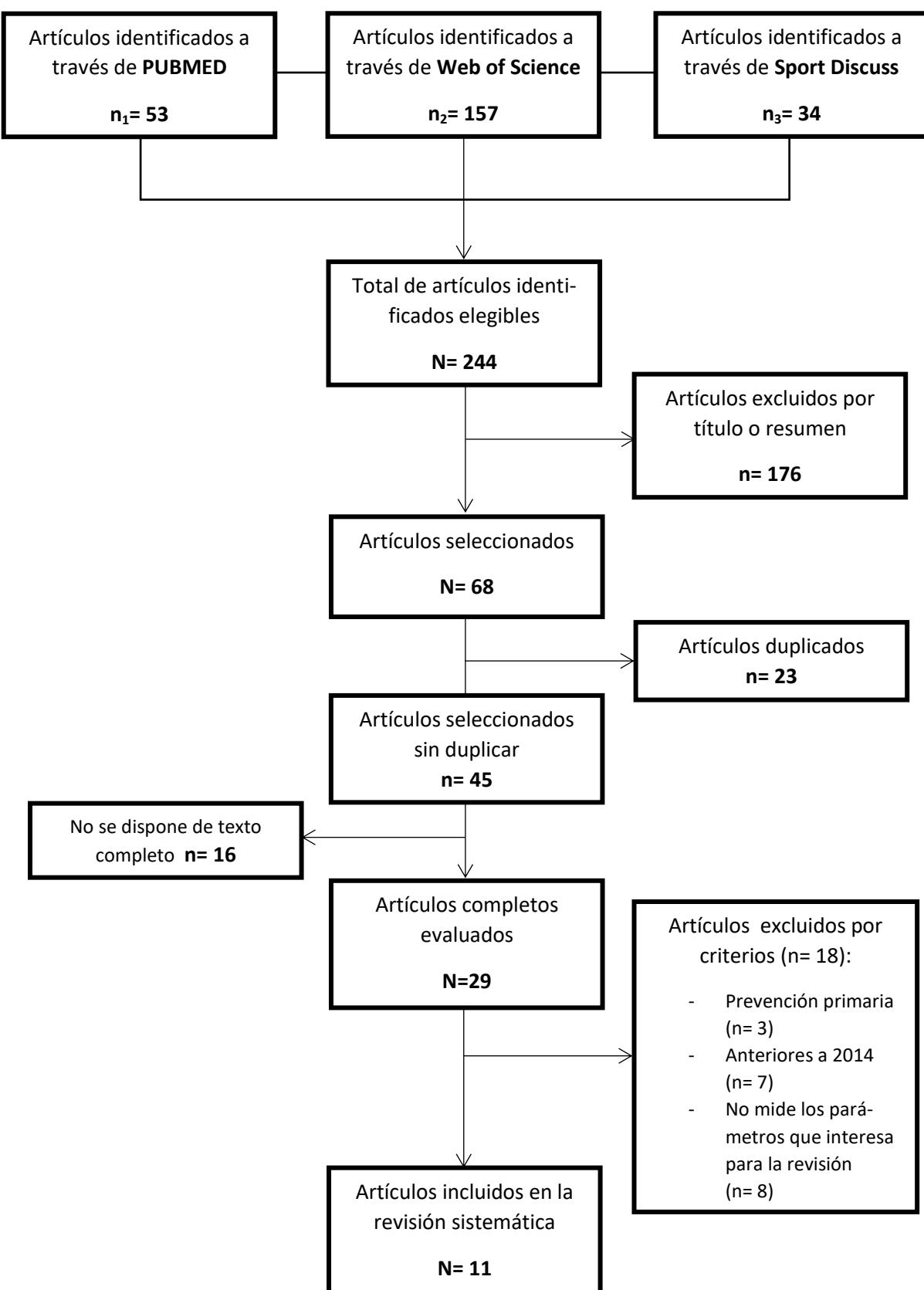


Figura 1. Prisma Flow Diagram. Estrategia de búsqueda.

RESULTADOS

Tras la selección y el análisis de los artículos, un total de once han sido utilizados para la realización de la revisión sistemática. Todos ellos son artículos de reciente actualidad puesto que cinco de ellos han sido publicados en 2020, tres en 2019, uno en 2017, uno en 2015 y uno en 2014.

Todos los participantes que se incluyeron en los estudios seleccionados son adultos, siendo el número mínimo de participantes 19 y el máximo 215. En todos los estudios, excepto en el de Da Silveira AD, et al (17) el número de hombres era significativamente mayor que el número de mujeres. Además, todos los sujetos padecían alguna patología relacionada con el corazón, como insuficiencia cardiaca o cardiopatía isquémica y es por ello que se encontraban en programas de rehabilitación cardiaca. Por lo general, el perfil de los pacientes antes de incorporarse a estos programas de entrenamiento era bastante similar, puesto que eran pacientes sedentarios y con varios factores de riesgo cardiovascular.

Los programas de rehabilitación cardiaca que se comparan en estos estudios se han llevado a cabo generalmente en el gimnasio del hospital. Pese a ello, los pocos que se han realizado en el domicilio del paciente, siempre han tenido previamente un periodo de aprendizaje dirigido por profesionales de la actividad física y el deporte, así como por médicos.

El objetivo de esta revisión es comparar los programas de rehabilitación que se basan en ejercicio aeróbico con los que se basan en ejercicio interválico a alta intensidad o HIIT y determinar si estos últimos pueden ser recomendados en rehabilitación cardiaca. Por eso, en los estudios seleccionados hay un grupo de intervención que utiliza el HIIT como entrenamiento principal y un grupo control que utiliza el ejercicio aeróbico como base de su programa.

De las 36 sesiones de entrenamiento que tenía programadas el estudio de Da Silveira AD, et al (17), en el grupo de HIIT se completaron el 97% de las sesiones y el 95% de las de ejercicio aeróbico. En ambos grupos se logró una mejora significativa del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, siendo significativamente mayor en el HIIT (22.7%) que en el grupo control (11.3%). La eficiencia ventilatoria mejoró en ambos programas de entrenamiento ya que se produjo un descenso de la pendiente VE/VCO_2 y un aumento en el grado de eficiencia de absorción de O_2 (OUES) y en la ventilación máxima (VE); para estos valores no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. También se objetivó en el ecocardiograma un descenso de la relación E/e' , lo que equivale a una mejora significativa de la función diastólica del ventrículo izquierdo en ambos grupos. El resto de parámetros medidos por el ecocardiograma (diámetro de las cavidades, fracción de eyección, volúmenes y masa del ventrículo izquierdo) no se vieron modificados tras los pro-

gramas de entrenamiento. Por último, la percepción personal de la calidad de vida mejoró en ambos grupos de sin encontrar diferencias entre sí.

Tras completar 24 sesiones de entrenamiento los 120 sujetos incluidos en el estudio de Papathanasiou JV, et al (18), se encontraron mejoras significativas en todos los parámetros que se midieron para ambos grupos, siendo significativamente mayores en el grupo de HIIT. En el test de la marcha de los 6 minutos (6MWT), el grupo de intervención obtuvo una mejora del 16.86% mientras que en el grupo control la mejora fue del 10.58%. El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ aumento un 29.16% y un 19.68% respectivamente en el grupo del HIIT y en el de ejercicio aeróbico. La función de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), así como la percepción personal de la calidad de vida también mejoraron en ambos grupos, siendo mayor la mejora en el grupo de intervención.

Dos de los estudios incluidos en esta revisión (19,20) tenían la misma programación de las sesiones de entrenamiento. Primero un programa hospitalario de 12 sesiones repartidas en 4 semanas y posteriormente un programa con 3 sesiones semanales de entrenamiento en casa, con una duración de 11 meses. En el estudio de Taylor JL, Holland DJ, Keating SE, et al (19), 86 de los participantes terminaron la primera parte del programa mientras que sólo 69 completaron los doce meses completos. En el de Taylor JL, Holland DJ, Mielke GI, et al (20) de los 42 pacientes que comenzaron, 38 fueron los que llegaron tanto al primer seguimiento (a los tres meses) y al último (a los doce meses). Este último estudio, analizó la disminución de la grasa hepática, que fue significativamente mayor en el grupo de HIIT a los tres meses, mientras que a los doce meses, no había diferencias en la reducción en ambos grupos. La reducción del tejido adiposo visceral fue del 10% a los tres meses en el grupo de intervención y un 13% en el grupo control. A los doce meses esta reducción aumentó hasta un 16% y un 15% respectivamente en ambos grupos. En cuanto a los factores de riesgo cardiovascular: peso corporal, el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia abdominal y los niveles de lipoproteína de alta densidad (HDL) mejoraron ligeramente en ambos grupos sin diferencias significativas entre ellos. En el primer estudio de Taylor JL, et al (19), se midió el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ tras las primeras cuatro semanas y se objetivó un incremento del 10% en el grupo de HIIT y un 4% en el grupo de ejercicio aeróbico, sin embargo, tras los 12 meses del programa, el aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ era equivalente en ambos grupos. Únicamente se demostró un descenso de la tensión arterial (TA) en el grupo control; sin embargo, en los pacientes que previamente eran hipertensos, se demostró un descenso de la TA con ambos programas de entrenamiento, sin encontrar diferencias significativas entre ambos. La percepción de calidad de vida de los pacientes mejoró con ambos programas por igual.

De las 12 sesiones que incluía el programa de rehabilitación de Wehmeier UF, et al (21), se cumplimentaron una media de 11.5 sesiones al final de las tres semanas. Se observó una mejora significativamente mayor de la capacidad funcional de ejercicio físico: absorción máxima de O₂ (L/min), captación relativa de O₂ (ml/kg peso corporal/min) y frecuencia máxima respiratoria (n/min) en el grupo de intervención con respecto al grupo control. No se produjeron cambios en la TA ni en la FC de reposo tras el programa de rehabilitación. En cuanto a la percepción de esfuerzo físico (escala Borg), en ambos grupos se obtuvo una puntuación similar.

Al igual que el estudio anterior, el programa de Besnier F, et al (22) también contaba con tres semanas de entrenamiento, pero en este caso la carga de actividad física era mayor puesto que se realizaron un total de 18 sesiones de ejercicio aeróbico y 19 de HIIT. Sólo en el grupo de intervención, se demostró un aumento significativo de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV), aumentó de 21.2% a 26.4%, ya que en el grupo control se mantuvo estable, de 23% a 22%. La FC a lo largo del día descendió en ambos grupos sin encontrar diferencias significativas entre ellos. El VO_{2máx} aumentó en ambos grupos, teniendo un aumento significativamente mayor en el grupo de intervención que en el control, +21% vs +5% respectivamente. El único cambio objetivado en el ecocardiograma fue en el grupo de HIIT en el que se produjo un descenso del volumen sistólico final (VSF) y un ligero aumento de la FEVI (de 36.2% a 39.5%), pese a ello, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos para estos parámetros.

El programa de Dun Y, et al (23) contaba con 36 sesiones de entrenamiento para ambos grupos. Al final del programa de rehabilitación, el grupo de intervención tuvo un descenso significativo en la FC de reposo, mientras que en el grupo control no se obtuvieron cambios en este parámetro. En ambos grupos se demostró una caída de la TA diastólica, sin descender la TA sistólica. No hubo diferencias significativas entre los grupos en la mejora del VO_{2máx}. Lo mismo ocurrió con los síntomas depresivos que los pacientes tenían antes de la rehabilitación, en ambos grupos mejoraron sin encontrar diferencias significativas entre ellos. En el grupo de intervención se produjo un descenso significativo del peso corporal, IMC, masa grasa, porcentaje de masa abdominal, perímetro abdominal, así como un aumento de la masa magra. Sin embargo, en el grupo control no se demostró un cambio significativo en estos valores. En cuanto al perfil lipídico ocurre algo similar que en la composición corporal: descenso de los niveles de colesterol, LDL, triglicéridos con aumento de las HDL en el grupo de HIIT, mientras que en el grupo control no se evidenciaron diferencias significativas.

El estudio de Villelabeitia-Jaureguizar K, et al (24) cuenta con 24 sesiones de entrenamiento, tras las cuales se produjo una mejora en ambos grupos en el VO_{2máx}, siendo esta mejora signifi-

cativamente mayor en el grupo de intervención. El otro parámetro que se midió en este estudio fue la eficiencia mecánica que aumentó significativamente en ambos grupos teniendo un incremento mayor en el grupo de HIIT.

Al final del programa de rehabilitación cardiaca de Ellingsen Ø, et al (25), 215 sujetos de los 231 que comenzaron se analizaron. En este caso había dos grupos de intervención, uno con un programa de HIIT y otro con un programa de ejercicio aeróbico, y un grupo control que realiza la actividad física diaria recomendada. En ambos grupos de entrenamiento se produjo un aumento significativo del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ con respecto al control, sin encontrar diferencias significativas entre ellos. La precarga cardiaca aumentó significativamente en el programa de HIIT con respecto al grupo control, pero sin obtener diferencias significativas cuando se comparó con el programa de ejercicio aeróbico. En ningún grupo se produjeron cambios en la calidad de vida de los pacientes.

Como en el estudio de Ellingsen Ø et al (25), en el de Benda NMM, et al (26), había dos grupos de intervención de las mismas características al anterior y un grupo control. En este caso, el estudio tenía menos participantes, pues 24 sujetos formaban parte de los grupos de intervención y 9 del grupo control. En ambos grupos de intervención se incrementó el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de manera significativa sin encontrar diferencias entre ambos. En ninguno de los grupos se encontraron cambios significativos en la TA y la estructura vascular de las carótidas. Se encontraron mínimos pero significativos cambios en la deformación del área y el tiempo de contracción isovolumétrica cardiaca. Sin embargo no se encontraron cambios significativos en la función sistólica ni diastólica tras los programas de entrenamiento. Tampoco se encontraron cambios en la calidad de vida de los pacientes, no obstante sí que mejoró ligeramente su percepción de capacidad física.

En el caso del estudio de Aamot IL, et al (27) había tres grupos de intervención, dos con programas de HIIT: uno en el hospital y otro en el domicilio de los pacientes, y el otro grupo de intervención con un programa de ejercicio aeróbico. La adherencia al programa de entrenamiento fue significativamente mayor en los dos programas que se realizaron supervisados en el hospital frente al que se realizó en el domicilio del paciente. Se produjo un aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ significativamente mayor en el grupo de ejercicio aeróbico con respecto al de HIIT en el domicilio. En el resto de comparaciones entre los tres grupos para el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ no hubo diferencias significativas. La TA, FC de reposo, peso corporal y composición corporal mejoró ligeramente en los tres grupos y la calidad de vida mejoró en todos los grupos independientemente del tipo de ejercicio.

Tabla 1: Características principales de los estudios incluidos en la revisión

AUTORES (AÑO)	METODOLOGÍA: diseño del estudio y pacientes	INTERVENCIÓN : duración, tipo de entrenamiento e intensidad	MEDICIONES (parámetro)	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Da Silveira AD, et al. (17) (2020)	Ensayo clínico aleatorizado, simple ciego, paralelo. N = 19 Edad: $n_1: 60 \pm 10$ $n_2: 60 \pm 9$ Mujer/Hombre: 12/7 Pacientes diagnosticados de IC estable en clase funcional II o III de la NYHA, FEVI > 50% y disfunción diastólica.	12 semanas (3 sesiones/semana). n₁ = 10. HIIT Tapiz rodante: 10' calentamiento. 4 x 4' a AI (80-90% de VO ₂ ; 85-95% FC _{máx}); intercalando 3 x 3' a IM (50-60% de VO ₂ ; 60-70% FC _{máx}). 3' vuelta a la calma. n₂ = 9. EIM Tapiz rodante: 47' a IM (50-60% de VO ₂ ; 60-70% FC _{máx})	Capacidad cardiopulmonar (VO _{2máx}). Eficiencia ventilatoria (VE/VCO ₂ ; OUES; VE). FEVI, volumen sistólico, diámetro de las cavidades, masa ventricular izquierda (ecocardiograma). Percepción de la calidad de vida (<i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire - MLHFQ</i>)	El ↑ del VO _{2máx} se objetivó en ambos grupos siendo mayor en el grupo de HIIT. El volumen sistólico también mejoró significativamente en ambos grupos, con un ↑ mayor en el grupo de HIIT. La eficiencia ventilatoria , así como la calidad de vida y la función diastólica ventricular izquierda de los pacientes, mejoraron significativamente en ambos grupos sin encontrar diferencias significativas entre ellos.	Se demuestra que, para los pacientes en programas de RHB cardiaca, el HIIT es una modalidad más efectiva que el EIM en cuanto al aumento del pico de VO ₂ . Sin embargo, ambos programas de entrenamiento son igualmente efectivos en la mejora de la eficiencia respiratoria, la calidad de vida y la función diastólica.
Papathanasiou JV, et al. (18) (2020)	Ensayo clínico aleatorizado, simple ciego. N = 120 Edad: $n_1: 63.65 \pm 6.71$ $n_2: 63.82 \pm 6.71$ Mujer/Hombre: 50/70 Pacientes diagnosticados de IC estable en clase funcional de II a IIIB de la NYHA.	12 semanas (2 sesiones/semana). n₁ = 60. HIIT Ejercicio con peso corporal: 10' calentamiento. 3 x 5' AI (90% FC _{máx}) Intercalando 2 x 5' a IM (70% FC _{máx}). 10' vuelta a la calma. n₂ = 60. EIM Bicicleta estática: 40' a IM (70% FC _{máx})	Capacidad funcional de ejercicio físico (test de la marcha de los 6 minutos – 6MWT) Capacidad cardiopulmonar (VO _{2máx}) FEVI (ecocardiograma) Percepción de la calidad de vida (MLHFQ)	Todos los parámetros que se midieron obtuvieron mejoras en ambos grupos siendo estas significativamente mayores en el grupo del HIIT con respecto al de EIM.	Se demuestra la superioridad de un programa de HIIT sobre uno de EIM en RHB cardiaca, habiendo estudiado varios parámetros que analizan de forma global la salud del paciente.

<p>Taylor JL, Holland DJ, Keating SE, et al. (19)</p> <p>(2020)</p>	<p>Ensayo clínico aleatoriizado, monocéntrico.</p> <p>N = 93</p> <p>Edad $n_1: 65 \pm 7$ $n_2: 65 \pm 8$</p> <p>Mujer/Hombre: 15/78</p> <p>Pacientes diagnosticados de enfermedad coronaria.</p>	<p>4 semanas supervisadas (3 sesiones/semana, una de ellas en casa y las otras dos supervisadas) + 11 meses con 3 sesiones/semana en casa.</p> <p>n₁ = 46. HIIT Calentamiento. 4 x 4' AI (85-95% FC max). Intercalando 4 x 3' a IM (60-65% FC_{máx}). Vuelta a la calma.</p> <p>n₂ = 47. EIM Calentamiento. 40' a IM (60-75% FC_{máx}) Vuelta a la calma.</p>	<p>Capacidad cardiopulmonar (VO_{2máx}, TA y FC en reposo y en ejercicio).</p> <p>Antropometría (altura, PC, IMC).</p> <p>Analítica sanguínea.</p> <p>Cuestionarios de hábitos previos de dieta y ejercicio físico.</p> <p>Cuestionarios de calidad de vida percibida y entrenamiento en el programa de RHB.</p>	<p>Tras las primeras 4 semanas del programa el VO_{2max} ↑ significativamente en ambos grupos, siendo la mejora mayor en el grupo de HIIT. Pero a los 12 meses la mejora se equiparó en ambos grupos.</p> <p>La adherencia al programa fue mayor en el HIIT en las primeras 4 semanas, mientras que los 11 meses siguientes fue similar en ambos programas.</p> <p>La TA tuvo un ↓ mayor con el EIM que con el HIIT; sin embargo, en los pacientes previamente hipertensos, ambos programas demostraron un descenso significativo de la TA.</p> <p>En el resto de factores de riesgo cardiovascular medidos no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.</p>	<p>Se demuestra que el HIIT es superior al EIM para mejorar la capacidad cardiopulmonar en un programa de RHB cardíaca en intervenciones de 4 semanas, pero ofrece los mismos resultados a un plazo de 12 meses.</p> <p>Ambos programas tienen la misma adherencia a largo plazo.</p> <p>Por eso, en este estudio se propone el HIIT como un modo de entrenamiento adecuado en los programas de RHB cardíaca en función de los objetivos y de las prioridades de los pacientes y de los facultativos.</p>
<p>Taylor JL, Holland DJ, Mielke GI, et al. (20)</p> <p>(2020)</p>	<p>Ensayo clínico aleatoriizado.</p> <p>N = 42</p> <p>Edad $n_1: 65 \pm 7$ $n_2: 63 \pm 7$</p> <p>Mujer/Hombre: 8/34</p> <p>Pacientes diagnosticados de enfermedad</p>	<p>12 meses (4 semanas en hospital + 11 meses en casa), con 3 sesiones/semana.</p> <p>n₁ = 19. HIIT Máquinas de gimnasio: 4' calentamiento. 4 x 4' AI (85-95% FC_{máx}). Intercalando 4 x 3' a IM (65-75% FC_{máx}). 3' vuelta a la calma.</p>	<p>Grasa del hígado (espectroscopía de resonancia magnética).</p> <p>Composición corporal/CC (absorciometría de rayos X de energía dual o DEXA).</p> <p>Perfil lipídico (biomarcadores sanguíneos).</p>	<p>La grasa hepática tuvo un ↓ significativamente mayor a los tres meses en el grupo del HIIT, pero este descenso se igualó al grupo del EIM a los 12 meses.</p> <p>El resto de factores de riesgo cardiovascular que se midieron (peso corporal, IMC, circunferencia abdominal, HDL y tejido adiposo visceral) mejoraron por</p>	<p>Tanto el HIIT como el EIM son buenos programas de entrenamiento para reducir el tejido adiposo visceral tanto a los 3 como a los 12 meses. Mientras que el HIIT ha demostrado mayor reducción del tejido graso en el hígado. Por todo ello, el HIIT podría ser una alter-</p>

	coronaria.	n₂ = 23. EIM Máquinas de gimnasio: 3' calentamiento. 34' a IM (65-75% FC _{máx}). 3' vuelta a la calma.	Adherencia a los progra-mas (diversos cuestiona-rios).	igual en ambos grupos.	nativa para los programas de RHB cardiaca con el objetivo de reducir la grasa visceral.
Weh-meier UF, et al. (21) (2020)	Ensayo clínico aleatori-izado. N = 47 Edad n ₁ : 54.2 ± 6.2 n ₂ : 51.9 ± 5.8 Mujer/Hombre: 0/47 Pacientes derivados a RHB cardiaca por pato-logía cardiaca sin espe-cificar.	3 semanas (4 sesio-nes/semana. 40' por sesión). n₁ = 24. HIIT Bicicleta estática. 10' calentamiento. 4 x 4' AI (85-95% FC _{máx}). Intercalando 4 x 3' a IM (60-65% FC _{máx}). 5' vuelta a la calma. n₂ = 23. EIM Bicicleta estática. 3' calentamiento. 7' a IM (60-75% FC _{máx}) 25' a IM (mantener 75% FC _{máx}). 5' vuelta a la calma.	FC y TA basal y en ejerci-cio. Fuerza ejercida en la bici-cleta (W: vatios). Capacidad funcional de ejercicio físico: absorción máxima de O ₂ (L/min), captación relativa de O ₂ (ml/kg peso corpo-ral/min), frecuencia má-xima respiratoria (n/min), volumen minuto respira-torio a 100W /L/min). Percepción del ejercicio físico realizado (escala Borg).	En ambos grupos se obtuvo una mejora significativa en la capa-cidad funcional de ejercicio físico , siendo mayor la mejora en el grupo de intervención. No se objetivaron efectos en la TA y FC en reposo. Al final del programa ambos grupos obtuvieron tasas simila-res de esfuerzo percibido (grupo control 12,9; intervención 13,1).	El propósito del estudio era demostrar que un programa de HIIT en RHB cardiaca podía ser mejor que el programa que se usa habitualmente con EIM. Los resultados muestran que un pro-grama de HIIT obtiene mejores beneficios que el programa habitual. Sin embargo es necesario que se siga investigando porque en este estudio no se incluyen pacientes mayores de 65 años, mu-jeres o pacientes con un IMC > 35 años.
Besnier F, et al. (22) (2019)	Ensayo clínico aleatori-izado, monocéntrico, paralelo, simple ciego. N = 31 Edad n ₁ : 59 ± 13 n ₂ : 59.5 ± 12	3.5 semanas con 5 sesio-nes/semana, 3 horas por se-sión. n₁ = 16. HIIT 5' calentamiento Bicicleta estática: 2 bloques de 8' →	Capacidad cardiopulmo-nar (test de ejercicio car-diopulmonar para pacien-tes con IC, VO ₂ , VCO ₂ , ECG).	La variabilidad de la FC sólo ↑ signifcativamente con el HIIT, mientras que con el EIM no demostró cambios. La FC-24h disminuyó signifi-cativamente en ambos grupos sin objetivar diferencias entre am-bos.	Los beneficios del HIIT sobre el EIM están toda-vía en debate. En este estudio se demuestra que el HIIT logra más benefi-cios que el EIM en pacien-tes con IC ya que logra un aumento mayor de la

	Mujer/Hombre: 9/22 Pacientes diagnosticados de IC estable en clase funcional I o III de la NYHA.	8 x 30'' a AI (100% FC _{máx}), intercalando 8 x 30'' a IM (60 FC _{máx}). 30' de ejercicios de fortalecimiento. 45' de andar por la calle. 5' vuelta a la calma. n₂ = 15. EIM 5' calentamiento Bicicleta estática: 30' a IM (60 FC _{máx}). 30' de ejercicios de fortalecimiento. 45' de andar por la calle. 5' vuelta a la calma.	ECG. FEVI, precarga y postcarga (ecocardiograma).	Se detectó un ↑ significativo del pico de VO₂ en ambos grupos, siendo significativamente mayor en el HIIT. La recuperación de la FC tras el pico de ejercicio máximo fue significativamente mayor en el grupo de HIIT, con respecto al grupo de EIM. El único cambio observado en el ecocardiograma fue un ↓ en el VSF en el grupo de HIIT, así como un ligero ↑ en la FEVI ; pero sin diferencias entre los grupos.	modulación vagal y de la función cardiorespiratoria de los pacientes.
Dun Y, et al. (23) (2019)	Estudio de cohortes retrospectivo. N = 120. Edad n ₁ : 67 ± 12 n ₂ : 67 ± 16 Mujer/Hombre: 33/88 Pacientes diagnosticados de enfermedad coronaria (infarto de miocardio).	12 semanas (3 sesiones/semana). n₁ = 90. HIIT Tapiz rodante, bicicleta estática o stepper: Total: 20-45' 5-10' calentamiento 4 x 30-60'' a AI intercalando 1-5' a BI (progresaron a 5-8 intervalos de 2-4' de AI) 5-10' vuelta a la calma n₂ = 30. EIM Tapiz rodante, bicicleta estática o stepper:	CC (DEXA) y antropometría. Perfil lipídico (biomarcadores sanguíneos). Evaluación dietética (<i>Rate-your-plate questionnaire</i>). Evaluación de la intensidad de tratamiento con estatinas (guía del manejo del colesterol del ACC/AHA).	Se encontró un ↓ significativo en la FC mínima de reposo en grupo de HIIT que no se encontró en el de EIM. Ambos grupos demostraron un ↓ significativo de la TA diastólica . No hubo diferencias significativas entre los grupos en la mejora del VO_{2máx} . Los síntomas depresivos se redujeron significativamente en el grupo de HIIT, mientras que no lo hizo en el de EIM. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.	Se demuestra que un programa de HIIT en RHB cardiaca es significativamente mejor que uno de EIM para la composición corporal así como para el perfil lipídico de los pacientes con patología coronaria (infarto de miocardio).

		5-10' calentamiento 20-45' a IM 5-10' vuelta a la calma	ejercicio cardiopulmonar, 6MWT, $\text{VO}_{2\text{máx}}$). Síntomas de depresión (<i>Patient Health Questionnaire</i>). FC en reposo y TA.	En cuanto a la CC : se obtuvo una ↓ significativa del PC, IMC, % grasa corporal, masa grasa, % grasa abdominal y perímetro abdominal en el grupo de HIIT. Mientras que el grupo de ejercicio a IM no obtuvo ↓ significativa en estos parámetros. Lo mismo que con la CC ocurre en el perfil lipídico .	
Villela-beitia-Jaureguizar K, et al. (24) (2019)	Ensayo clínico aleatorizado, monocéntrico. N = 110 Edad n_1 : 57.6 ± 9.8 n_2 : 58.3 ± 9.5 Mujer/Hombre: 18/92 Pacientes diagnosticados de enfermedad coronaria estable en clase funcional I o II de la NYHA.	8 semanas (3 sesiones/semana). $n_1 = 57$. HIIT Bicicleta estática: 12' calentamiento 15' de HIIT: $15 \times 20''$ a AI ($108.3\% \pm 20.7\%$ de VO_2), intercalando $15 \times 40''$ a IM 13' vuelta a la calma <u>Se progresó hasta:</u> 5' calentamiento 30' de HIIT: $30 \times 20''$ a AI ($126.1\% \pm 27.8\%$ de VO_2), intercalando $30 \times 40''$ a IM 5' vuelta a la calma $n_2 = 53$. EIM Bicicleta estática: 12' calentamiento 15' ejercicio a IM ($62.9\% \pm 7.6\%$ de VO_2) 13' vuelta a la calma	Capacidad cardiopulmonar (test de ejercicio cardiopulmonar, VO_2 , VCO_2 , VE/VO_2 , VE/VCO_2 , ECG, FC en ejercicio y en reposo).	El pico de VO_2 ↑ en ambos grupos, pero en el grupo del HIIT este aumento fue significativamente mayor. La eficiencia mecánica ↑ significativamente en ambos grupos teniendo un ↑ mayor en el grupo de HIIT.	Se demuestra que los programas de HIIT en RHB cardiaca con pacientes de bajo riesgo nos ofrecen un mayor aumento del pico de VO_2 así como una mayor eficiencia mecánica que los programas de EIM.

		Se progresó hasta: 5' calentamiento 30' ejercicio a IM ($69.8\% \pm 8.8\%$ de VO_2) 5' vuelta a la calma			
Ellingsen Ø, et al. (25) (2017)	Ensayo clínico aleatorizado. N = 215 Edad $n_1: 65 \pm 6,32$ $n_2: 60 \pm 1,35$ $n_3: 60 \pm 4,35$ Mujer/Hombre: 40/175 Pacientes diagnosticados de IC estable en clase funcional II o III de la NYHA.	12 semanas (3 sesiones/semana). $n_1 = 77$. HIIT Tapiz rodante o bicicleta: 5-10' calentamiento 4 intervalos a AI (90-95% $\text{FC}_{\text{máx}}$) Intercalando 3 intervalos a IM (60-70% $\text{FC}_{\text{máx}}$) 5-10' vuelta a la calma $n_2 = 65$. EIM Tapiz rodante o bicicleta: 47' a IM (60-70% $\text{FC}_{\text{máx}}$) $n_3: 73$. Sin RHB (grupo control) Ejercicio regular recomendado.	Antropometría (PC). Cuestionarios de calidad de vida percibida. Capacidad cardiopulmonar (test de ejercicio cardiopulmonar, $\text{VO}_{2\text{máx}}$, ECG, FC en ejercicio y en reposo). Precarga cardíaca (ecocardiograma).	El grupo del HIIT y el de EIM obtuvieron un ↑ significativo del pico de VO_2 con respecto al control, sin encontrar diferencias significativas entre ellos. La precarga cardíaca aumento significativamente con el HIIT con respecto al grupo control, pero sin obtener diferencias significativas cuando se comparaba con el de EIM. En ningún grupo se objetivaron cambios en la calidad de vida de los pacientes. No hay diferencias significativas en los efectos adversos del HIIT y del EIM.	Los efectos del HIIT fueron menores de lo que se esperaba, por lo que no se puede confirmar que el programa de 12 semanas de HIIT sea mejor que un programa de EIM.
Benda NMM, et al. (26) (2015)	Ensayo clínico aleatorizado. N = 29 Edad $n_1: 63 \pm 8$ $n_2: 64 \pm 8$ $n_3: 67 \pm 7$	12 semanas (2 sesiones/semana). $n_1 = 10$. HIIT Bicicleta estática: 10' calentamiento 10 x 1' a AI (90% $\text{FC}_{\text{máx}}$) Intercalando 10 x 2.5' a IM	Antropometría (altura, PC, IMC, %masa grasa, %masa magra, circunferencia abdominal y de caderas). FC basal, TA, analítica sanguínea (glucosa basal	Tanto con el HIIT como con el EIM se ↑ el pico de VO_2 de manera significativa respecto al grupo control, sin encontrar diferencias entre ambos. En ningún grupo se encontraron cambios significativos en la TA y la estructura vascular de las	Se ha visto que el HIIT y el EIM son modos de entrenamiento válidos para programas de RHB cardíaca. Pero si tenemos en cuenta la adherencia de los pacientes a estos programas, es quizás más

	Mujer/Hombre: 5/24 Pacientes diagnosticados de IC estable en clase funcional II o III de la NYHA.	(30% FC _{máx}) 5' vuelta a la calma n₂ = 10. EIM Bicicleta estática: 10' calentamiento 30' a IM (60-75% FC _{máx}) 5' vuelta a la calma n₃ = 9. Sin RHB (grupo control) Ejercicio regular recomendado.	y perfil lipídico). Capacidad cardiopulmonar (VO _{2máx} , punto de inflexión anaeróbico, función endotelial medida en la arteria braquial y femoral). Precarga, postcarga, FEVI, diámetros de las cavidades cardiacas (ecocardiograma). Calidad de vida percibida (MLHFQ).	carótidas. Tanto en el HIIT como en el EIM se encontraron mínimos pero significativos cambios en la deformación del área y el tiempo de contracción isovolumétrica cardiaca . Sin embargo no se encontraron cambios significativos en la función sistólica ni diastólica tras ningún programa de entrenamiento. Tampoco se encontraron cambios en la calidad de vida de los pacientes de ningún grupo, sin embargo sí que mejoró ligeramente la percepción de capacidad física de los pacientes en HIIT y EIM.	interesante uno que implique menos días de entrenamiento a una mayor intensidad (como podría ser el HIIT).
Aamot IL, et al. (27) (2014)	Ensayo clínico aleatorizado. N = 90 Edad n ₁ : 58 ± 8 n ₂ : 56 ± 9 n ₃ : 58 ± 8 Mujer/Hombre: 10/80 Pacientes diagnosticados de enfermedad coronaria.	12 semanas (2 sesiones/semana). n₁= 28. HIIT Ejercicios con peso corporal (EPC): 10' calentamiento 4 x 4' a AI (85-95% FC _{máx}) Intercalando 4 x 4' a IM (70% FC _{máx}) 3-5' vuelta a la calma n₂ = 34. EIM Tapiz rodante. 10' calentamiento 4 x 4' a AI (85-95% FC _{máx})	Capacidad cardiopulmonar (test de ejercicio cardiopulmonar, VO _{2máx} , ECG, FC en ejercicio). Percepción de la calidad de vida (COOP WONCA health realted quality of life - HRQoL). TA y FC en reposo. Antropometría (PC, %masa grasa, %masa magra).	Se produjo un ↑ del pico VO₂ en todos los grupos que fue significativamente mayor con EIM que con el HIIT en casa. En el resto de comparaciones para esta medición no hubo diferencias significativas. En cuanto a la adherencia al entrenamiento fue significativamente mayor en el EIM y HIIT supervisado que en el HIIT en casa. La calidad de vida mejoró en todos los grupos independientemente del tipo de ejercicio.	El HIIT puede ser una buena manera de entrenamiento en RHB cardíaca. Sin embargo el modo de realizar ejercicio físico no es esencial para la mejora de los parámetros. Los programas de HIIT en casa pueden ser una opción en pacientes de bajo riesgo con enfermedad coronaria.

		<p>Intercalando 4 x 4' a IM (70% FC_{máx}) 3-5' vuelta a la calma n₃ = 28. HIIT sin supervisión en casa Ejercicio en casa. 10' calentamiento 4 x 4' a AI (85-95% FC_{máx}) Intercalando 4 x 4' a IM (70% FC_{máx}) 3-5' vuelta a la calma</p>	<p>Autopercepción de la actividad física (IPAQ)</p>	<p>La TA, FC de reposo, PC y CC mejoró ligeramente en los tres grupos.</p>	
--	--	---	---	---	--

ACC/AHA: American College of Cardiology/American Heart Association

AI: alta intensidad

BI: baja intensidad

CC: composición corporal

CORE: se refiere a los músculos abdominales, lumbares, de la pelvis, los glúteos y la musculatura profunda de la columna.

DEXA: Absorciometría de rayos X de energía dual

ECG: electrocardiograma

EIM: ejercicio a intensidad moderada

FC: frecuencia cardiaca

FC máx: frecuencia cardiaca máxima

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo

HIIT: High Intensity Interval Training (Entrenamiento interválico a alta intensidad)

HDL: High Density Lipoprotein

IC: insuficiencia cardiaca

IM: intensidad moderada

IMC: índice de masa corporal

IPAQ: International Physical Activity Questionnaire

MLHFQ: Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire

NYHA: New York Heart Association

OUES: Oxygen uptake efficiency slope (Grado de eficiencia de absorción de O₂)

PC: peso corporal

RHB: rehabilitación

TA: tensión arterial

VE: ventilación total (frecuencia respiratoria por el volumen tidal)

VE/VCO₂: pendiente que relaciona la ventilación total con el volumen de CO₂

VO₂: volumen máximo de O₂

VSF: volumen sistólico final

6MWT: Test de la marcha de los 6 minutos

DISCUSIÓN

El entrenamiento interválico de alta intensidad o HIIT se describe como una sucesión de esfuerzos de corta duración de intensidad máxima o submáxima, que alternan períodos de recuperación en los que el ejercicio continúa a una menor intensidad (recuperación activa) o se interrumpe (recuperación pasiva). (28)

El HIIT se emplea frecuentemente en sesiones de entrenamiento de deportistas de élite ya que es específico para aumentar el rendimiento deportivo (29). Pero en los últimos años está comenzando a ser una estrategia recomendada en sujetos sedentarios o en poblaciones con algún tipo de patologías, debido a que ha evidenciado que permite adaptaciones fisiológicas beneficiosas para la salud además de no requerir tanto tiempo como el entrenamiento aeróbico, lo que fomenta la adherencia al entrenamiento. (30, 31, 32, 33, 34)

En la mayoría de revisiones sistemáticas no se informa de lesiones agudas tras entrenamientos con HIIT. Además, la tasa media de adherencia a este tipo de programas supera el 80%. De entre todos los protocolos de entrenamiento tipo HIIT, parece que aquellos que duran siete semanas o más, tienen frecuencias de entrenamiento de 2 a 3 sesiones por semana y utilizan unos regímenes de intervalos largos con alto volumen de trabajo son los que provocan mayores beneficios para la salud. (35)

Este tipo de entrenamiento se considera eficiente en el tiempo porque necesita un volumen de entrenamiento menor para conseguir las mismas adaptaciones cardiovasculares y musculares que otros entrenamientos que requieren un mayor volumen. (36)

El objetivo de este estudio era revisar la literatura existente en las diferentes bases de datos para comparar los nuevos programas de entrenamiento de HIIT con respecto a los programas de ejercicio aeróbico que son los que se utilizaban habitualmente en rehabilitación cardiaca. Tras la selección de los estudios incluidos en esta revisión, se ha recopilado toda la información relevante con el fin de poder mostrar una información resumida y detallada de la evidencia hasta el momento.

En todos los estudios incluidos en esta revisión se compara un grupo de intervención, en el que se aplica un entrenamiento de HIIT, con un grupo control que realiza ejercicio continuo a intensidad moderada. Todos los protocolos de HIIT aplicados no siguen la misma regla, por ejemplo, en el estudio de Villelabeitia-Jaureguizar K, et al (24) los intervalos de alta intensidad duran 20 segundos, mientras que en el estudio de Papathanasiou J, et al (18) los intervalos duran 5 minutos.

Según Buchheit, et al (37), los distintos tipos de HIIT se pueden clasificar según el tiempo de intervalo de trabajo en:

- Intervalos cortos: intervalos de 10 a 45 segundos de trabajo con una intensidad de 100% de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, con recuperación pasiva si el intervalo dura menos de 30 segundos y activa si el intervalo dura más de 30 segundos. La duración total de la sesión ha de ser mínimo de 7 a 10 minutos.
- Intervalos largos: intervalos de 45 segundos en adelante, normalmente entre 1 a 3 minutos, con una intensidad de 90-100% $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y una recuperación que si es pasiva durará menos de 3 minutos y si es activa durará más de 3 minutos. La duración total de la sesión también ha de ser mínimo de 7 a 10 minutos.
- Intervalos de sprint repetidos: máxima intensidad posible durante 4 segundos al máximo $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Con una recuperación activa, igual o superior a 20 segundos.
- Intervalos de sprint entrenados: máxima intensidad posible durante 2 a 5 segundos o una distancia de 15 a 40 metros a la máxima velocidad posible con una recuperación entre intervalos de 20 segundos.

Ocho de los once artículos incluidos en la revisión (17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27) siguieron un protocolo de intervalos largos, mientras que dos de ellos (22, 24) siguieron uno de intervalos cortos. Un caso especial es el de Dun Y, et al (23) en el que durante las primeras semanas del programa de rehabilitación se utilizan los programas de intervalo corto, y posteriormente se progresó a intervalos largos.

Este mismo autor publicó en 2019 un estudio (38) sobre la mejor manera de prescribir el HIIT en pacientes con diferentes patologías cardíacas o en distintas fases de su programa de rehabilitación. Concluyó que intervalos cortos de HIIT se debían prescribir en pacientes con baja capacidad cardiorrespiratoria de base o en las etapas iniciales del programa de rehabilitación (0-4 semanas), y por otro lado, recomienda intervalos medios o largos de HIIT en aquellos pacientes con capacidad cardiorrespiratoria intermedia o alta y en las etapas de mejora (4-12 semanas) y mantenimiento (a partir de la semana 12) de los programas de rehabilitación.

La Revista Española de Cardiología publicó en 2019 una revisión (15) cuyo objetivo era encontrar la mejor dosis de ejercicio interválico a alta intensidad para optimizar el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de pacientes en rehabilitación cardiaca, diferenciando entre los que padecen enfermedad arterial coronaria y los que padecen de insuficiencia cardíaca. Las conclusiones a las que llegan los autores de esta revisión es que el HIIT mejora significativamente el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en los pacientes con enfermedad coronaria, así como en los pacientes con insuficiencia cardíaca, siendo esta mejora

mayor en los primeros. En cuanto a la frecuencia de los entrenamientos, han de ser dos o más a la semana en los pacientes con patología coronaria y tres o más en los pacientes con insuficiencia cardiaca, en estos últimos también hacen referencia a que los intervalos de recuperación han de ser activos, con una intensidad entre 40-60% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$.

Como vemos, hablar de HIIT no es hablar de un entrenamiento claramente definido, sino que aún queda mucho por estudiar sobre cuál es el mejor protocolo a seguir en este tipo de pacientes teniendo en cuenta su patología y su capacidad cardiorrespiratoria de base.

Ahora se va a realizar una comparación de los artículos en base a unos parámetros que miden la capacidad aeróbica y funcional de los pacientes de manera global. La forma más eficiente de medir la capacidad aeróbica de un individuo es midiendo su $\text{VO}_{2\text{máx}}$, pero hay más parámetros que nos ayudan a estimarla, la prueba cardiopulmonar de ejercicio (CPET) permite la valoración de la respuesta del individuo al ejercicio máximo y submáximo, nos aporta información del proceso metabólico, muscular, neurosensorial, cardiovascular y respiratorio (39), por eso muchos de los parámetros que se comparan en estos estudios están medidos con esta herramienta.

En algunos estudios se han realizado ecocardiogramas para valorar también la respuesta morfológica y funcional del corazón después de los programas de entrenamiento. Otros han realizado analíticas para estudiar el perfil lipídico y factores de riesgo cardiovascular que se han modificado. En algunos se ha medido la composición corporal de los pacientes con una exploración de densidad ósea (*bone density scan/ DEXA scan*). Y por último, otros han pasado a los participantes cuestionarios que evalúan su percepción de la mejora de la calidad de vida o la percepción del esfuerzo realizado (escala Borg).

La evidencia científica demostró hace años que el ejercicio físico mejora la capacidad funcional y aeróbica de las personas, pero lo que no está claro es, si practicar un tipo de ejercicio u otro puede proporcionarnos una mejora mayor. Varios de los estudios incluidos en esta revisión (17, 18, 21, 22, 24) demuestran que el HIIT proporciona una mejora significativamente mayor en la capacidad aeróbica, que el ejercicio continuo a una intensidad moderada. Esto sería interesante a la hora de plantear programas de rehabilitación cardiaca que se basaran en HIIT, ya que requieren de menos horas de entrenamiento y por tanto se podría aumentar el volumen de pacientes. El resto de estudios (23, 25, 26, 27) dicen que ambos tipos de entrenamiento producen una mejora del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, sin diferencias significativas entre ellos.

Como vemos, aún no está claro que el HIIT sea mejor que el ejercicio aeróbico en los pacientes en rehabilitación cardiaca. Un aspecto a destacar de esta comparación es que los estudios más

actuales (17, 18, 19, 22, 24) todos ellos de 2020 y 2019, son los que han demostrado que el HIIT sea superior al ejercicio aeróbico para mejorar la capacidad física de los pacientes, esto puede deberse a la evolución de las técnicas de valoración de la capacidad física y se miden muchos más parámetros (CPET) que hace unos años (25, 26, 27), en los que solo se medía el $\text{VO}_{2\text{máx}}$.

La eficacia para valorar la respuesta de la capacidad funcional del entrenamiento con una ecocardiografía es alta, puesto que es una prueba de imagen que incluye parámetros funcionales como la FEVI. En los estudios donde se ha realizado un ecocardiograma (17, 18, 22, 25, 26) no se demostró que las mejoras fueran significativamente mayores en el HIIT, salvo en el estudio de Papathanasiou JV, et al (18) en el que se vio que la mejora de la FEVI era mayor en el HIIT que en el grupo control.

El peso corporal, el IMC y la composición corporal son factores de riesgo cardiovascular conocidos por todos, por lo que es muy importante controlarlo en estos pacientes en los que ya se ha producido un episodio relacionado con estos factores de riesgo. En el estudio de Taylor JL, Holland DJ, Mielke GI, et al (20) se demostró que, tanto el HIIT como el ejercicio aeróbico, reducían estos parámetros sin encontrar diferencias significativas entre ambos a los 12 meses de seguimiento. Al igual que en el estudio de Aamot IL, et al (27), en los que los tres grupos que se comparaban obtuvieron mejoras significativas en el peso sin encontrar diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, en el estudio de Dun Y, et al (23) el IMC, el peso y el perfil lipídico mejoraron únicamente en los individuos del programa de HIIT y no en los del grupo control.

La TA es otro factor de riesgo importante en las enfermedades cardiovasculares, por lo que es otro parámetro a tener en cuenta en los estudios. En este aspecto la revisión no deja claro qué tipo de entrenamiento es mejor para reducirla puesto que los estudios nos ofrecen una gran diversidad de resultados. En el estudio más antiguo de la revisión, de 2014, Aamot IL, et al (27) se objetiva una mejora de la TA en los tres grupos sin encontrar diferencias significativas entre los grupos. En el siguiente estudio por antigüedad, Benda NMM, et al (26) no se encuentran cambios en la TA en ninguno de los grupos, lo mismo ocurre en el estudio publicado en 2020 de Wehmeier UF, et al (21). Dun Y, et al (23) objetivan en 2019 mejoras significativas en ambos grupos únicamente en la TA diastólica sin encontrar cambios en la sistólica. Y lo más curioso es lo que ocurre en el estudio de Taylor JL, Holland DJ, Keating SE, et al (19), publicado en 2020, en el que sólo se produce un descenso de la TA en los pacientes previamente hipertensos, no en los normotensos. Este resultado es positivo ya que la TA supone un factor de riesgo cardio-

vascular cuando está elevada, si ya se encuentra por debajo de 140/90 no es necesario que mejore.

Normalmente el ámbito psicológico de los pacientes se olvida, de hecho, los síntomas depresivos de los pacientes incluidos en los estudios sólo se evaluaron en un estudio, el de Dun Y, et al (23), en este estudio se demuestra que ambos programas de entrenamiento mejoraron los síntomas, por lo que el ejercicio físico mejora el estado de salud física y mental de los pacientes. La percepción de la calidad de vida se midió en seis de los estudios incluidos (17, 18, 19, 25, 26, 27), en dos de ellos (25, 26) no se demostraron cambios en la calidad de vida de los pacientes, pero en uno (26) sí que mejoró la percepción personal de la capacidad física. En el resto (17, 18, 19, 27) se mejoró la calidad de vida de todos los pacientes incluidos en el estudio, es decir, los del grupo de intervención y los del grupo control, salvo en el de Papathanasiou JV, et al (18) en el que se encuentran mejoras significativamente mayores en el grupo de intervención que en el control. Por todo esto, podemos afirmar que el ejercicio físico mejora la calidad de vida de los pacientes sin saber afirmar con exactitud que un tipo de ejercicio la mejora más.

Como el HIIT no está muy extendido aún en los servicios de rehabilitación cardiaca, otras revisiones, como las que ya han sido mencionadas previamente (15, 38), están estudiando cuál sería la mejor manera de incorporarlo en estos programas, el mejor método para prescribirlo, así como la implementación de estos programas en pacientes mayores. Por ejemplo, Hannan AL, et al (40), demostraron en 2018 que el HIIT es tan seguro como el ejercicio a intensidad moderada en los programas de rehabilitación cardiaca. En cuanto a la duración de los programas de rehabilitación, evidenciaron que en los programas que duran menos de seis semanas el HIIT tiene mejores resultados que el ejercicio aeróbico sin diferencias significativas entre los grupos; en los programas que duran más de siete semanas, el HIIT obtiene resultados significativamente mejores que el ejercicio a intensidad moderada.

LIMITACIONES

La variedad de protocolos HIIT realizados en cada artículo, ha limitado la posibilidad de determinar cuál de ellos puede ser el más apropiado frente al entrenamiento a moderada intensidad o aeróbico.

Tampoco se ha podido hacer una clasificación en función de patología cardiaca porque no se han encontrado el número suficiente de artículos que valoren la misma patología.

CONCLUSIONES

Los artículos más recientes, publicados en 2020 y 2019, demuestran una mejora mayor de la capacidad cardiorrespiratoria con los programas de HIIT que aquellos que realizan ejercicio aeróbico, esto puede ser a causa de las mejoras tecnológicas en los aparatos de medición de la capacidad cardiopulmonar.

En los estudios en los que se ha realizado ecocardiografía, se ha demostrado que el HIIT no obtiene mejores resultados que el ejercicio aeróbico en los valores de mejora de la FEVI.

En aquellos en los que se midió el peso corporal y la composición corporal ambos tipos de ejercicio demuestran beneficios similares.

En cuanto a la TA existe mucha discordancia, ambos ejercicios la mejoran pero en los estudios más recientes, el HIIT mejora TA diastólica y la TA en hipertensos.

La calidad de vida de los pacientes, se midió en la mitad de los estudios incluidos en la revisión y mejora de manera similar en el grupo de intervención y en el grupo control.

Por todo ello, podemos concluir que el HIIT mejora de manera más eficiente la capacidad cardiopulmonar de los pacientes en rehabilitación cardiaca, siendo interesante a la hora de planear programas basados en este tipo de ejercicio, ya que requieren de menos horas de entrenamiento y por tanto se podría aumentar el volumen de pacientes.

CONCLUSIONS

The most recent articles, published in 2020 and 2019, show a greater improvement in cardiopulmonary fitness with HIIT programmes than those with aerobic exercise, which may be due to technological improvements in cardiopulmonary fitness measurement devices.

In studies where echocardiography has been performed, it has been shown that HIIT does not perform better than aerobic exercise in terms of LVEF improvement values.

In those where body weight and body composition were measured, both types of exercise show similar benefits.

In terms of BP there is much discordance, both exercises improve BP, but in the most recent studies, HIIT improves diastolic BP and BP in hypertensive patients.

The quality of life of the patients was measured in half of the studies included in the review and improved in a similar way in the intervention group and in the control group.

Therefore, we can conclude that HIIT improves more efficiently the cardiopulmonary capacity of patients in cardiac rehabilitation, being interesting when proposing programmes based on this type of exercise, as they require fewer hours of training and therefore could increase the volume of patients.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS: La OMS revela las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo: 2000-2019 [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020 [actualizado 9 Dic 2020; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019>
2. OMS: Las 10 principales causas de defunción. [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2018 [actualizado 24 May 2018; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
3. OMS: Promoción de la Salud. Glosario. [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1998 [citado 23 Mar 2021]. Disponible en:
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67246/WHO_HPR_HEP_98.1_spa.pdf;jsessionid=C8CECF1D90810C63CCFDC40145783D45?sequence=1
4. Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S, et al. Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans: A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. Circulation. 1992;86(1):340-344.
5. Fundación española del corazón: Beneficios de la actividad física para la salud. [Internet]. Madrid: Fundación española del corazón; 2018 [actualizado 1 Sept 2018; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/conceptos-generales/3154-beneficios-de-la-actividad-fisica-para-la-salud.html>
6. Fundación española del corazón: Respuesta del organismo a la actividad física. [Internet]. Madrid: Fundación española del corazón; 2018 [actualizado 1 Sept 2018; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/conceptos-generales/3152-respuesta-del-organismo-a-la-actividad-fisica.html>
7. Fundación española del corazón: Adaptaciones a la actividad física. [Internet]. Madrid: Fundación española del corazón; 2018 [actualizado 1 Sept 2018; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/conceptos-generales/3153-adaptaciones-a-la-actividad-fisica.html>
8. OMS: Actividad física. [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020 [actualizado 26 Nov 2020; citado 23 Mar 2021]. Disponible en:
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
9. Levine JA. Non-exercise activity thermogenesis (NEAT). Nutr Rev. 2004;62(7):82-97.

10. Mazón-Ramos P. Cardiovascular risk in the 21st century: Identifying risk in primary prevention. Controlling risk in secondary prevention. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65(SUPPL.2):3-9.
11. World Health Organization: Rehabilitation of patients with cardiovascular diseases. Report of a WHO Expert Committee. [Internet]. Geneva: World Health Organization; 1964 [citado 23 Mar 2021]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40577/WHO_TRS_270.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y
12. Fundación española del corazón: Rehabilitación cardiaca. [Internet]. Madrid: Fundación española del corazón; 2018 [actualizado 1 Sept 2018; citado 23 Mar 2021]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/tratamientos/rehabilitacion-cardiaca.html>
13. Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? *Eur J Prev Cardiol.* 2016;23(16):1715-1733.
14. Subirats Bayego E, Subirats Vila G, Soteras Martínez I. Exercise prescription: Indications, dosage and side effects. *Med Clin (Barc).* 2012;138(1):18-24.
15. Maroto Montero JM. Indicaciones y protocolos actuales de rehabilitación cardíaca. En: Maroto Montero JM. Rehabilitacion Cardiaca. Vol. 8, Rehabilitacion. 1974. p. 1-18.
16. Ballesta García I, Rubio Arias JA, Ramos Campo DJ, Martínez González-Moro I, Carrasco Poyato M. Dosis de ejercicio interválico de alta intensidad en la rehabilitación cardiaca de la insuficiencia cardiaca y la enfermedad arterial coronaria: revisión sistemática y metanálisis. *Rev Esp Cardiol.* 2019;72(3):233-243.
17. Da Silveira AD, De Lima JB, Piardi DS, Macedo DS, Zanini M, Nery R, et al. High-intensity interval training is effective and superior to moderate continuous training in patients with heart failure with preserved ejection fraction: a randomized clinical trial. *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27(16):1733-1743.
18. Papathanasiou JV, Petrov I, Tokmakova MP, Dimitrova DD, Spasov L, Dzhafer NS, et al. Group-based cardiac rehabilitation interventions. A challenge for physical and rehabilitation medicine physicians: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2020;56(4):479-488.
19. Taylor JL, Holland DJ, Keating SE, Leveritt MD, Gomersall SR, Rowlands AV, et al. Short-term and Long-term feasibility, safety, and efficacy of High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: The FITR Heart Study Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 2020;5(12):1382-1389.

20. Taylor JL, Holland DJ, Mielke GI, Bailey TG, Johnson NA, Leveritt MD, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Visceral and Liver Fat in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Obesity* (Silver Spring). 2020;28(7):1245-1253.
21. Wehmeier UF, Schweitzer A, Jansen A, Probst H, Grüter S, Hähnchen S, et al. Effects of high-intensity interval training in a three-week cardiovascular rehabilitation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2020;34(5):646-655.
22. Besnier F, Labrunée M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, Soukarié L, et al. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019;62(5):321-328.
23. Dun Y, Thomas RJ, Medina-Inojosa JR, Squires RW, Huang H, Smith JR, et al. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: Impact on Fat Mass in Patients With Myocardial Infarction. *MAYO Clin Proc*. 2019;94(9):1718-1730.
24. Villegas-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.
25. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, et al. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*. 2017;135(9):839-849.
26. Benda NMM, Seeger JPH, Stevens GGC, Hijmans-Kersten BTP, van Dijk APJ, Bellersen L, et al. Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. *PLoS One*. 2015;10(10):1-16.
27. Aamot IL, Forbord SH, Gustad K, Løckra V, Stensen A, Berg AT, et al. Home-based versus hospital-based high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study. *Eur J Prev Cardiol*. 2014;21(9):1070-1078.
28. Dorado C, Sanchis-Moysi J, Calbet JA. Effects of recovery mode on performance, O₂ uptake, and O₂ deficit during high-intensity intermittent exercise. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(3):227-244.
29. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, Ruch D, Renaud C, Ahmaidi S. Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med*. 2009;30(4):251-258.
30. Tjønna AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*. 2008;118(4):346-354.

31. Tjønna AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Odegård R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*. 2009;116(4):317-326.
32. Stensvold D, Tjønna AE, Skaug EA, Aspenes S, Stølen T, Wisløff U, et al. Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *J Appl Physiol (1985)*. 2010;108(4):804-810.
33. Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(4):579-589.
34. Bartlett JD, Close GL, McLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J Sports Sci*. 2011;29(6):547-553.
35. Martland R, Mondelli V, Gaughan 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.
36. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(3):409-412.
37. Buchheit M, Cormie P, Abbiss CR, Ahmaidi S, Nosaka KK, Laursen PB. Muscle deoxygenation during repeated sprint running: Effect of active vs. passive recovery. *Int J Sports Med*. 2009;30(6):418-425.
38. Dun Y, Smith JR, Liu S, Olson TP. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Clin Geriatr Med*. 2019;35(4):469-487.
39. Cid-Juárez S, Miguel-Reyes JL, Cortés-Télles A, Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U de J, Silva-Cerón M, et al. Cardiopulmonary exercise testing. Procedure and recommendations. *Neumol Cir Torax*. 2015;74(3):207-221.
40. Hannan A, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes J, 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 Sport Med*. 2018;(9):1-17.