

EFFECTOS DEL HIIT EN PERSONAS CON INSUFICIENCIA CARDIACA

**GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FISICA Y EL DEPORTE**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Javier Bru Querol y Diego Domingo Muñoz

Grupo TFG: Mix61

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Daniel Frías López

Área: Revisión bibliográfica

Resumen

La insuficiencia cardíaca crónica (ICC) es una enfermedad con prevalencia global que afecta la salud de millones de personas. Este grupo de pacientes suele presentar fragilidad y limitaciones físicas entre otras alteraciones. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) genera una gran adherencia por lo que puede ser beneficioso para pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Esta revisión sistemática tiene como objetivo principal analizar los efectos que tiene el HIIT en personas con IC sobre el VO_2 pico y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI). El objetivo secundario es analizar los efectos que tiene el HIIT sobre la calidad de vida en personas con IC. Se realizó una búsqueda de publicaciones científicas entre 2018 y 2024 relacionadas con los efectos del HIIT en personas con IC, en las bases de datos de MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate y SPORTDiscus de la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la UEM. Se analizaron 16 estudios. Los artículos analizados mostraron que el HIIT provocó un aumento significativo del VO_2 pico, la FEVI y la calidad de vida, beneficiando la capacidad funcional y reduciendo la sintomatología de este tipo de pacientes.

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca, entrenamiento interválico de alta intensidad, fracción de eyección del ventrículo izquierdo, calidad de vida.

Abstract

Chronic heart failure (CHF) is a globally prevalent disease that affects the health of millions of people. This group of patients often exhibits frailty and physical limitations, among other impairments. High-intensity interval training (HIIT) has shown high adherence rates, making it potentially beneficial for patients with heart failure (HF). The main objective of this systematic review is to analyze the effects of HIIT on individuals with HF regarding peak oxygen consumption (VO_{2peak}) and left ventricular ejection fraction (LVEF). The secondary objective is to examine the effects of HIIT on the quality of life in individuals with HF. A search for scientific publications between 2018 and 2024 related to the effects of HIIT on individuals with HF was conducted using the databases of MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate, and SPORTDiscus from the CRAI Dulce Chacón library at UEM. Sixteen studies were analyzed. The reviewed articles demonstrated that HIIT led to a significant increase in VO_{2peak} , LVEF, and quality of life, benefiting functional capacity and reducing symptoms in this patient population.

Keywords: Heart failure, high-intensity interval training, left ventricular ejection fraction, quality of life.

Índice

1. Introducción	5
2. Objetivos	8
3. Metodología	9
3.1. Diseño	9
3.2. Estrategia de búsqueda	9
3.3. Criterios de selección	9
3.4. Diagrama de flujo	10
4. Discusión	11
5. Futuras líneas de investigación	19
6. Conclusiones	21
7. Referencias Bibliográficas	22
8. Anexos	30
8.1 Anexo 1. Cuadro resumen de autores	30
8.2 Anexo 2. Significado siglas - acrónimos	46

Índice de Figuras

Figura 1	10
-----------------	-----------

Índice de Tablas

Tabla 1	30
Tabla 2	46

1. Introducción

La insuficiencia cardíaca crónica (ICC) es una enfermedad que tiene un alto impacto en la salud de la población mundial e implica una disfunción en la fase de contracción o relajación ventricular (Ponikowski et al., 2016). Más de 26 millones de personas en el mundo padecen esta enfermedad y según los expertos su prevalencia está en aumento (Ambrosy et al., 2014). Sin embargo, este tipo de enfermedad prevalece mayormente en países desarrollados, en pacientes mayores de 70 años (Kuznetsova et al., 2009). En España es la enfermedad que más muertes causa, concretamente un 29,7%, siendo la primera causa de hospitalización en personas mayores de 65 años (Sayago-Silva et al., 2013). La insuficiencia cardíaca (IC) tiene un mal pronóstico ya que el 30-40% de los pacientes diagnosticados mueren en un año (Go et al., 2014). Se observó que el coste económico anual que supone la ICC a nivel mundial suponía aproximadamente 108 billones de dólares americanos, tras realizar un estudio en el que se incluyeron 197 países (Cook et al., 2014).

Castillo y Sánchez (2017) afirman que el diagnóstico de la IC puede resultar complejo, especialmente en las primeras etapas. El problema está en que muchos de los síntomas de esta patología no son específicos, por lo que no ayudan a discriminar entre esta patología y otras. La IC suele ser inusual en un paciente sin antecedentes médicos relevantes, mientras que ciertas características previas a un infarto agudo de miocardio (IAM), aumentan la probabilidad de padecer IC.

McMurray et al. (2012) indican que signos y síntomas son los más comunes en este tipo de patología:

- **Signos:** más específicos (presión yugular elevada, reflujo hepatoyugular, tercer ruido cardíaco - ritmo de galope, impulso apical desplazado lateralmente, soplo cardíaco) / menos específicos (edema periférico, crepitaciones pulmonares, reducción de la entrada de aire y matidez a la percusión en la base de los pulmones - derrame pleural, taquicardia, pulso irregular - arritmias, taquipnea - 16 respiraciones por minuto, hepatomegalia, ascitis, pérdida de tejido - caquexia).

- **Síntomas:** más típicos (falta de aire, ortopnea, disnea nocturna paroxística, tolerancia reducida al ejercicio, fatiga - cansancio - aumento del tiempo para recuperarse después del ejercicio, hinchazón anterior) / menos típicos (tos nocturna, sibilancias, aumento de peso más de 2kg por semana, en caso de que sea más avanzada la IC se podría llegar a perder peso, sensación de hinchazón, pérdida de apetito, confusión - ancianos, depresión, palpitaciones, síncope).

Bodas et al. (2014) mencionan en su artículo, los diferentes factores desencadenantes más habituales de esta patología, la IC. Los autores dividen los factores desencadenantes en dos: cardíacos y extracardíacos, siendo estos últimos los de más importancia para la población adulta. Dentro de ellos podemos encontrar: infecciones, arritmias, mal control de la presión arterial, isquemia miocárdica aguda, abandono del tratamiento dietético o farmacológico, deterioro agudo de la función renal, anemia, tromboembolia pulmonar, disfunción tiroidea y otros (consumo excesivo de alcohol o tabaco, ejercicio físico excesivo o inadecuado, disfunción valvular aguda, pericarditis o miocarditis aguda debida a tóxicos, infecciones o procesos autoinmunes, estrés psíquico).

Farmakis et al. (2015) aseguran que varias afecciones cardiovasculares y no cardiovasculares pueden provocar un rápido desarrollo o deterioro de los signos y síntomas de insuficiencia cardíaca que conduzcan a la hospitalización. Entre las causas y los factores precipitantes que conducen a una insuficiencia cardíaca aguda (ICA) encontramos:

- **Cardíacos:** Síndromes coronarios agudos / Taquicardias - fibrilación auricular / Bradicardias - bloqueo auriculoventricular de III Grado / Hipertensión no controlada / Miocarditis / Embolia pulmonar aguda / Insuficiencia valvular aguda - Endocarditis - Infarto de miocardio / Disección aórtica / Taponamiento cardíaco.
- **No Cardíacos:** Infecciones y estados febriles / Exacerbación de la EPOC o asma / Disfunción renal / Anemia / Hipertiroidismo / Hipotiroidismo / Ejercicio extenuante / Estrés emocional / Embarazo (miocardiopatía periparto).
- **Relacionados con el paciente:** Cumplimiento deficiente de la medicación / Aumento de la ingesta de sal o líquidos / Cirugía / Medicamentos (AINE) / Abuso de alcohol.

Se han detectado dos fenotipos de esta enfermedad crónica: insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida (ICFEr) y insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada (ICFEp)(Senni et al., 2014).

Aunque estos fenotipos tienen prácticamente síntomas parecidos, su etiología y epidemiología difieren ligeramente (Owan et al., 2006).

La insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada (ICFEp), se caracteriza por tener unos valores de fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) normales o ligeramente disminuidos, pero con una alteración de la función sistólica o diastólica, esta última especialmente (McMurray et al., 2012).

Entre los pacientes con IC, alrededor del 50% de ellos presenta ICFEp, y su pronóstico es algo mejor que el de ICFEr (Kapłon-Cieślicka et al., 2020).

A parte del tratamiento médico oportuno, el entrenamiento físico es positivo para pacientes con IC (Fleg et al., 2015), y el entrenamiento continuo de intensidad moderada (ECIM) se considera la referencia para este tipo de pacientes (Pelliccia et al., 2020). Generalmente implica caminar o andar en bicicleta durante 30-60 minutos para alcanzar un pico del 40-80 % del VO₂max (Fletcher et al., 2013).

Sin embargo, existe evidencia para pacientes con IC que sugiere que el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) puede ser una opción más beneficiosa para este tipo de pacientes. Consiste en realizar ejercicio intermitente breve, a intensidad máxima o submáxima para alcanzar un pico >90 % del VO₂max (Gibala & McGee, 2008). Se ha demostrado que el entrenamiento tipo HIIT, conlleva una mayor tasa de producción de energía. Además, requiere un metabolismo y un uso de fibras musculares diferentes al ECIM. Esto permite la adaptación gradual de los músculos al ejercicio de mayor intensidad, generando más adherencia ya que el entrenamiento es menos repetitivo (Trapp et al., 2008). A su vez, una de las principales ventajas del HIIT con respecto a otros métodos de entrenamiento de menor intensidad es que éste, aun provocando resultados similares e incluso mejores, requiere de menos tiempo para su realización (Bartlett et al., 2018), ayudando a mitigar una de las principales barreras a la hora de realizar ejercicio físico: “la falta de tiempo”.

Piqueras y González (2019) destacan los cinco componentes principales que utilizan Lopez-Chicharro y Vicente-Campos (2018), para controlar y manejar una sesión tipo HIIT: Intensidad del intervalo, duración del intervalo, intensidad de la recuperación, duración de la recuperación y número de intervalos.

Una forma de medir el impacto del ejercicio físico sobre este tipo de población es mediante el consumo pico de oxígeno (VO₂pico), ya que existe evidencia que asocia el VO₂pico con marcadores de riesgo cardiovascular y mortalidad en adultos (Farías-Valenzuela et al., 2018). Además, un VO₂pico más alto se asocia de forma independiente con una mejor supervivencia en pacientes cardiopatas (Dhoble et al., 2014). El VO₂pico se mide durante una prueba de ejercicio cardiovascular y es una variable confiable a nivel de pronóstico de IC, considerando el valor de 14 ml/kg/min como punto de corte, ya que un valor por debajo de este implica un aumento de la significativo de la mortalidad (Poggio et al., 2010). De esta forma es importante conocer

los cambios sobre esta variable íntimamente relacionada con la insuficiencia cardíaca. Otro parámetro interesante de medir en la insuficiencia cardíaca, es la FEVI, la cual sufre una disminución en pacientes con IC, ya que disminuye la eficiencia del bombeo de sangre, lo cual conduce a una reducción de la misma (Besnier et al., 2019).

Este parámetro es crucial para evaluar la función cardíaca midiendo el porcentaje de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo durante cada contracción. Normalmente, la FEVI se sitúa entre el 55 y el 70 % en circunstancias normales (Cavero-Redondo et al., 2023).

Respecto a la calidad de vida, múltiples estudios revelan que la situación de vida cambia de forma negativa respecto a la de una persona sana (Broström et al., 2001). Los pacientes perciben falta de energía, resignación, pérdida de confianza y múltiples preocupaciones lo que puede desencadenar en ansiedad provocando una carga para ellos y sus familias (Johansson et al., 2004). Teniendo en cuenta que la IC es una enfermedad sin posibilidad de cura, resulta interesante utilizar la calidad de vida como medida de resultado de los efectos de una intervención de ejercicio.

Esta revisión sistemática trata de explorar los efectos del entrenamiento tipo HIIT a nivel de capacidad de ejercicio, calidad de vida, fracción de eyección del ventrículo izquierdo en individuos que padecen de IC, un grupo de pacientes que a menudo se caracteriza por su fragilidad y limitaciones físicas.

2. Objetivos

El objetivo principal de esta revisión sistemática es analizar los efectos que tiene el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en personas con insuficiencia cardíaca (IC) sobre dos variables de carácter fisiológico (VO₂ pico y FEVI).

El objetivo secundario, es analizar los efectos que tiene el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la calidad de vida en personas con insuficiencia cardíaca (IC).

3. Metodología

3.1. Diseño

Se ha realizado una revisión sistemática de artículos científicos en las bases de datos MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate, SPORTDiscus de la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la UEM sobre los efectos que tiene el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en personas con insuficiencia cardíaca (IC).

3.2. Estrategia de búsqueda

Se consultaron las bases de datos de MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SPORTDiscus mediante la ecuación en búsqueda avanzada, “(adaptations or effects or impact) AND (hiit or high intensity interval training) AND (heart failure) NOT (review or meta-analysis or systematic review) NOT (rats or mice or rodents or animals)”. Resultados: 269

Tras haber filtrado todos los criterios de exclusión el resultado final de referencias bibliográficas empleados es de 16 artículos.

Ver la Figura 1, donde se detalla los criterios implementados.

3.3. Criterios de selección

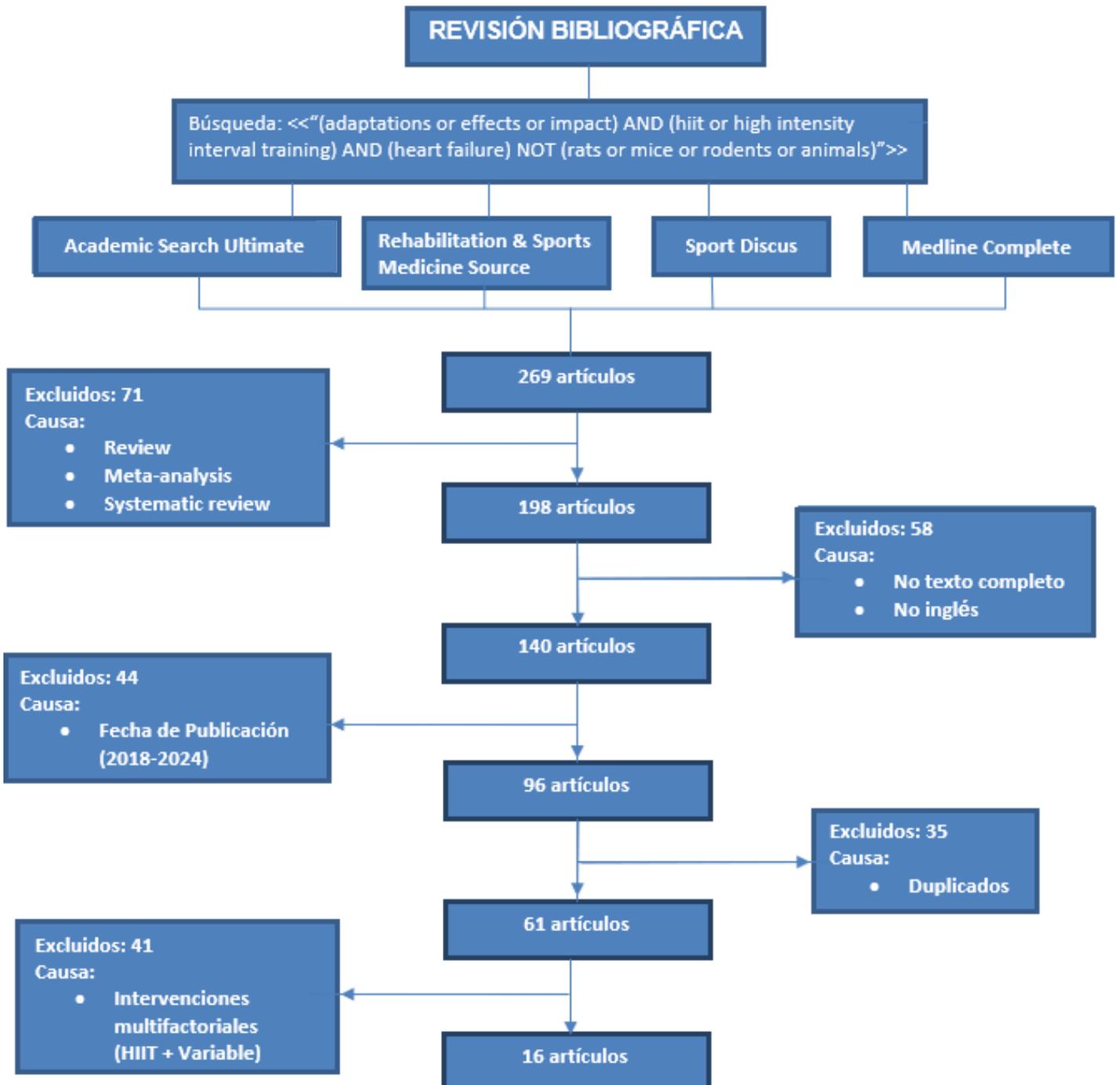
Una vez realizado el primer proceso de búsqueda, se aplicaron los filtros pertinentes para llegar a los artículos finales:

- Artículos científicos originales a texto completo.
- Artículos publicados en los últimos 6 años (2018-2024).
- Artículos publicados en inglés.
- Artículos que se centrasen en el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT).
- Artículos que expusiesen los efectos fisiológicos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en personas con insuficiencia cardíaca (IC).

3.4. Diagrama de flujo

Figura 1

Diagrama de flujo



4. Discusión

En esta revisión, se exploran estudios que abordan el impacto del HIIT en el VO₂ pico, la FEVI y la calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardíaca, analizando los beneficios asociados con este enfoque de ejercicio.

VO₂ pico

Tras la revisión de los artículos, se han identificado diferencias en el tiempo de intervención del entrenamiento tipo HIIT y para facilitar la discusión se han agrupado en corto, medio y largo plazo.

Tras una intervención a corto plazo de tres semanas y media durante 5 días por semana de entrenamiento, como la que realizaron Besnier et al. (2019) en 31 sujetos con ICC (FEVI < 45%), la cual consistía en dos bloques de 8 minutos de entrenamiento interválico de 30 segundos al 100% de la potencia máxima y 30 segundos de recuperación pasiva. En el cual cada bloque de 8 minutos estaba separado por otros 4 minutos de recuperación pasiva. Se observó una mejora significativa del 21% en el VO₂ pico del grupo de intervención HIIT.

En el medio plazo, con una duración de 3 meses de entrenamiento tipo HIIT, en intervenciones como la que llevaron a cabo Da Silveira et al. (2020) en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (FEVI > 50%), realizaron 3 días de entrenamiento por semana, con 4 intervalos al 85-90% del VO₂max separados por 3 minutos de descanso activo. Esclarecieron que el grupo que llevó a cabo el entrenamiento tipo HIIT fue el que más grado de mejora mostró en cuanto al VO₂ pico, respecto al resto de modalidades de ejercicio propuestas que también mostraron mejoras, pero en menor grado. La mejora fue concretamente de 3.5 ml/kg/min. De manera análoga, Isaksen et al. (2019) afirmaron que el grupo de intervención de su estudio de 30 sujetos con IC (FEVI < 40%) y desfibrilador que completaron un programa de entrenamiento tipo HIIT, aumentó significativamente el VO₂pico respecto al grupo control. El VO₂pico aumentó de 17,6 a 18,7 ml/kg/min. El entrenamiento HIIT llevado a cabo en cuestión fue de 4 intervalos de 4 minutos al 85% F_cmax y un descanso entre bloques de 3 min 60-70% F_cmax. En la misma línea de investigación, Khadanga et al. (2022) afirmaron que en su intervención de 56 sujetos con entrenamiento tipo HIIT, con una intensidad del 90-95% F_cmax junto con entrenamiento de fuerza de alta intensidad, aumentó el VO₂ pico un 23% además de una mejora significativa de los niveles de fuerza en los miembros inferiores. Siendo

la mejora más significativa respecto a otro tipo de intervenciones. Siguiendo la misma lógica, Trachsel et al. (2019), únicamente obtuvieron una mejora significativa en el VO_2 pico el grupo de intervención que llevo a cabo el ejercicio tipo HIIT, con un incremento de 3,1 ml/kg/min. Este ejercicio consistió en realizar dos sesiones por semana de dos a tres series de 6 a 8 minutos con series repetidas de 15 a 30 segundos al 100% de la carga de trabajo máxima alternadas por 15 a 30 segundos de recuperación pasiva.

Sin embargo, Kourek et al. (2021), realizaron una intervención con 44 sujetos ($\text{FEVI} < 49\%$) que consistía en un entrenamiento tipo HIIT con 4 intervalos de 4 minutos al 80% del VO_2 pico alternando con 3 minutos de descanso activo al 50% del VO_2 pico. Observaron mejoras significativas tanto en el grupo que realizó solo HIIT (incremento de 3,1 ml/kg/min) como en el que realizó HIIT y fuerza al mismo tiempo. De la misma forma, Halle et al. (2022), con una intervención de 215 sujetos ($\text{LVEF} \leq 35\%$), en la cual el grupo HIIT realizaron 4 intervalos de 4 minutos al 90–95% de la FC_{max} con 3 minutos de descanso activo al 60–70% FC_{max} , concluyeron que la mejora del VO_2 pico fue significativa, pero resultó igual de favorable para todas las intervenciones de ejercicio llevadas a cabo. En el grupo de HIIT los pacientes con miocardiopatía isquémica (MCI) mejoraron de 1.3 ml/kg/min y 2.3 ml/kg/min los pacientes con miocardiopatía no isquémica (NICM). Aunque en la intervención que llevaron a cabo Turri-Silva et al. (2021), en pacientes con un patrón de FEVI mixto durante 3 meses, también concluyeron que el entrenamiento tipo HIIT mostró mejoras en el VO_2 pico, concretamente un aumento de 2,1 ml/kg/min. Aunque no fue el que mayor grado de mejora obtuvo ya que hubo otras modalidades de ejercicio como el entrenamiento de fuerza en circuitos que fueron más efectivas en la mejora del VO_2 pico. El tipo de entrenamiento HIIT contó con 4 ciclos de 7 minutos cada uno, con 4 minutos a intensidad máxima y 3 minutos a intensidad moderada.

Con una duración de 6 meses Melo et al. (2019), llevaron a cabo una intervención en 63 pacientes con marcapasos de dos días de entrenamiento semanales. Había dos tipos de pacientes con insuficiencia cardíaca crónica ($\text{FEVI} < 50$), unos con fibrilación auricular y otros con ritmo sinusal. El entrenamiento tipo HIIT consistió 4 minutos al 90-95% de la FC_{max} con 3 minutos de descanso al 60-70% de la FC_{max} . Los resultados esclarecieron que el VO_2 pico solo aumentó en los pacientes con fibrilación auricular (19,5– 23,2%). Similarmente Santa-Clara et al. (2019) realizaron otra intervención de 6 meses en pacientes crónicos con un patrón de FEVI mixto, en la que el entrenamiento tipo HIIT consistió en 4 minutos de trabajo (90-95% FC_{max}) con 3 minutos de descanso

activo (60-70% F_{cmax}). El VO₂pico mejoró significativamente un 8,64%.

A largo plazo, Hearon et al. (2022) tras llevar a cabo una intervención de un año, en 56 sujetos con alto riesgo de padecer insuficiencia cardíaca crónica, pero sin llegar a padecer sintomatología, combinando el entrenamiento tipo HIIT con la suplementación de omega 3, concluyeron que únicamente el grupo de intervención que realizó HIIT independientemente de la suplementación fue el que mejoró el VO₂ pico, concretamente un 24%. Completaron un total de tres o cuatro entrenamientos semanales, variando la duración y el número de intervalos a medida que avanzaba la intervención. La intensidad de los intervalos era superior al 95% de la FC_{max} y los intervalos de dos minutos de trabajo con dos minutos de descanso. Del mismo modo en el estudio retrospectivo de Hsu et al. (2019), 234 pacientes que habían superado 36 sesiones de entrenamiento entre el 2009 y el 2016 fueron seleccionados. El tipo de entrenamiento HIIT llevado a cabo fue de 5 intervalos de 3 minutos al 80% VO₂pico, separados por 3 minutos de descanso activo al 40% del VO₂pico. Se observaron mejoras del VO₂ pico de entre un 14-20% en pacientes con y sin fracción de eyección preservada, además correlacionaron esta mejora del VO₂pico con un aumento de la supervivencia en este tipo de pacientes. Cada aumento de 1 ml/kg/min en el VO₂pico proporcionó una mejora del 58% en la mortalidad a los 5 años. Sin embargo, Mueller et al. (2021) en su intervención con 180 sujetos (FEVI>50%), midieron esta variable a los 3 meses y a los 12 meses tras realizar ejercicio tipo HIIT, inicialmente supervisado hasta los 3 meses y posteriormente de forma autónoma hasta los 12 meses. El protocolo de ejercicio fue de 4 intervalos de 4 minutos al 80%-90% de la frecuencia cardíaca de reserva, intercalados por 3 minutos de recuperación activa. Los resultados que obtuvieron en los tres primeros meses fueron significativos porque hubo un aumento de 1.3 ml/kg/min del VO₂ pico, pero posteriormente, a los 12 meses los cambios obtenidos disminuyeron hasta 1ml/kg/min. De la misma forma en otra intervención a largo plazo como la que llevaron a cabo Winzer et al. (2022) en 41 sujetos con FEVI preservada, realizaron un entrenamiento tipo HIIT durante tres meses de forma presencial y los 9 meses posteriores de forma autónoma supervisado en modalidad online. Los resultados obtenidos fueron significativos a los tres meses ya que hubo una mejora del VO₂ significativa de 2,1 ml/kg/min, pero a los doce meses la ganancia obtenida se perdió por completo. Estos dos últimos artículos muestran una tendencia de lo que sucede a largo plazo si el ejercicio no está supervisado de forma presencial por profesionales, es decir que el entrenamiento tipo HIIT no tiene beneficios respecto a la variable VO₂ pico.

Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)

Debido a la limitada eficacia de los medicamentos, es cada vez más frecuente recetar ejercicio terapéutico para pacientes con esta condición. Sin embargo, surge la pregunta: ¿qué tipo de ejercicio es más beneficioso? Esto es lo que intentan determinar en la investigación de Besnier et al. (2019). Para ello, dividieron aleatoriamente a la muestra en dos grupos. Cada grupo siguió un protocolo de entrenamiento diferente (HIIT vs ECIM) durante tres semanas y media, con el propósito de comparar y evaluar los efectos de ambos planes de entrenamiento. Se observó una mejora significativa del 9% en la FEVI en el grupo que siguió el protocolo de HIIT, además de una reducción en el volumen sistólico final. Los investigadores sugieren que, como futuras líneas de investigación, sería interesante llevar a cabo un estudio de mayor duración para evaluar la relación entre la mejora de la FEVI y las semanas de entrenamiento. Además, el HIIT provocó un aumento en la contractilidad y la poscarga, lo que causó una disminución del volumen final de la sístole ventricular izquierda (VFSV). En consecuencia, concluyeron que el HIIT conduce a mejoras más tempranas que el ECIM en variables como el consumo máximo de oxígeno, tono vagal, frecuencia cardíaca de reserva (FCR) y FEVI.

En la misma línea de investigación, Da Silveira et al. (2020) obtuvieron resultados similares en su estudio, pudiendo deberse al corto periodo de seguimiento (12 semanas) o al bajo número de sujetos de la muestra (19). Analizaron como la eficiencia ventilatoria y la función diastólica mejoraban de forma semejante entre los dos grupos de entrenamiento (HIIT y ECIM), provocando a su vez una mejora en la calidad de vida. Donde sí que hubo diferencias más significativas, fue en el VO₂max aumentando un 10% en el grupo del HIIT.

Da Silveira et al. (2020) coinciden con Cavero-Redondo et al. (2023) en que el HIIT monitorizado y supervisado debe considerarse como posible opción de tratamiento para la población con IC FEp. Aunque todavía haya cierta controversia respecto al entrenamiento físico y el grado de mejora que provoca en la capacidad funcional y la función diastólica del ventrículo izquierdo, la evidencia indica que las modalidades de HIIT son eficaces y seguras para los sujetos con enfermedad coronaria estable.

Distintos autores (Da Silveira et al. (2020), Turri-Silva et al. (2021), Trachsel et al. (2019), Mueller et al. (2021) Hsu et al. (2019), Halle et al. (2022) han concluido que en

investigaciones de menor escala se observan beneficios más significativos al comparar el HIIT con el ECIM en pacientes con ICFeR. No obstante, cuando los estudios y las muestras son más extensos, las diferencias entre ambos tipos de entrenamiento no resultan tan significativas.

En los estudios preliminares de Cavero-Redondo et al. (2023) y Gasser et al. (2021), se examinó los efectos funcionales del entrenamiento sobre la estructura y la función del sistema cardiovascular. Cavero-Redondo et al. (2023), decidieron agrupar a los 72 sujetos de su estudio en tres grupos diferentes, con el propósito de llevar a cabo un entrenamiento durante 3 meses. El primer grupo de intervención compuesto por 24 sujetos, realizó entrenamientos combinados. El segundo grupo de intervención también estaba compuesto por 24 sujetos, pero con una fracción de eyección preservada ($FEVI \geq 50\%$), se sometieron a un programa de entrenamiento de HIIT. Por último, se estableció un grupo control de 24 sujetos que únicamente recibieron asesoramiento y continuaron con su rutina de actividad física diaria habitual. Gasser et al. (2021), optaron por agrupar la muestra de 86 sujetos en dos grupos diferentes, con el propósito de entrenarlos durante 3 meses. Un grupo de intervención, compuesto por 43 sujetos, realizó HIIT de forma supervisada, mientras que el grupo control de 43 sujetos llevó a cabo el ECIM con propósitos de comparación entre las dos modalidades de entrenamiento.

Ambos estudios tuvieron como objetivo proporcionar evidencia a los profesionales de la salud sobre la eficacia de diferentes métodos de entrenamiento para mejorar la capacidad de ejercicio, la función diastólica y endotelial, la rigidez arterial y, en consecuencia, la calidad de vida de los pacientes con ICFeR. Dada la creciente prevalencia de la insuficiencia cardíaca en los últimos años, el manejo de esta condición se convierte en un desafío significativo para los sistemas de salud. En este contexto, resulta crucial considerar la prescripción de ejercicio físico como un tratamiento no farmacológico complementario para este tipo de pacientes.

Por otro lado, Halle et al. (2022) evaluaron el efecto del ejercicio a distintas intensidades (ECIM / HIIT al 90-95% de la FC Max / Ejercicio regular) para ver el diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo, la FEVI y la capacidad máxima de ejercicio ($VO_{\text{máximo}}$) en pacientes con miocardiopatía isquémica (MCI) y miocardiopatía no isquémica (NICM) a consecuencia de ICFeR. Para ello, cogieron una muestra de 215 sujetos ($FEVI \leq 35\%$, New York Heart Association (NYHA) II-III) para entrenar de forma

supervisada 3 veces por semana. Las variables se midieron en la semana 12 y 52. Los resultados señalaron que no se observaron cambios significativos entre el HIIT y el ECIM en lo que respecta a las dimensiones del ventrículo izquierdo, la FEVI o la capacidad máxima de ejercicio (VO₂ pico) en pacientes con ICFEr. El grupo NICM que realizó el HIIT obtuvo un aumento del 3% de la FEVI, mientras que el grupo MCI no obtuvo diferencias significativas tras superar el protocolo. No obstante, los investigadores notaron que los pacientes con ICFEr de origen isquémico presentaron una capacidad de ejercicio inicial significativamente menor en comparación con aquellos cuya causa no era isquémica. Este descubrimiento podría estar relacionado con la toma de estatinas y la edad de los pacientes.

En el estudio retrospectivo de Hsu et al. (2019), 234 pacientes se sometieron a 36 sesiones de entrenamiento entre el 2009 y el 2016 para ser seleccionados. El tipo de entrenamiento HIIT llevado a cabo fue de 5 intervalos de 3 minutos al 80% VO₂ pico, separados por 3 min de descanso activo al 40% VO₂ pico. Se utilizó la ecocardiografía para medir la FEVI, además del diámetro telesistólico y telediastólico del ventrículo izquierdo. Según sus hallazgos ecocardiográficos basales, decidieron clasificar a sus pacientes en ICFEr si padecían IC y una FEVI de $\leq 40\%$ y ICFEp a aquellos con FEVI $> 40\%$. El grupo con ICFEr pasó de tener un 26,8% a un 48,2% al finalizar el protocolo tipo HIIT, consiguiendo una mejora de un 21,4% de la FEVI. En cambio, el grupo con ICFEp obtuvo un 52,9% en la prueba inicial y un aumento del 0,2% tras superar las 36 sesiones del protocolo.

Autores como Melo et al. (2019) y Santa Clara et al. (2019) han estado investigando acerca del HIIT combinado con la terapia de resincronización cardíaca (TRC) en pacientes con ICC. Santa-Clara et al. (2019) evaluaron esta capacidad y vieron que no mejoraron aún más los índices de capacidad funcional, la calidad de vida, ni la estructura y función del VI, en comparación con solo la TRC. Sin embargo, el HIIT condujo a mejoras adicionales en el rendimiento del ejercicio en comparación con la TRC. En cambio, el estudio de Turri-Silva et al. (2021) fue el único que comparó un protocolo interválico de alta intensidad de modalidad aeróbica con un entrenamiento de resistencia a modo de circuito. Se vio como los sujetos con IC que habían hecho el protocolo del HIIT, haber obtenido mayores efectos en la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza y el rendimiento físico que el otro grupo de intervención.

Kourek et al. (2021) llevaron a cabo un programa de rehabilitación cardíaca que consistió en 36 sesiones de entrenamiento físico, utilizando tanto el HIIT como una combinación de HIIT y entrenamiento de fuerza, en un grupo de 44 sujetos. Se observó que, con los diversos planes de entrenamiento, las células endoteliales progenitoras mostraron un aumento en su movilización en pacientes con IC. Estas células han sido consideradas en la última década como un indicador del potencial de restauración del endotelio, lo que podría revertir una posible disfunción endotelial en pacientes con IC.

Calidad de vida

Realizar actividad física de alta intensidad en pacientes con insuficiencia cardíaca ha revelado mejoras sustanciales en su calidad de vida, reduciendo la sintomatología inicial sobre los riesgos asociados. Estudios como el de Gasser et al. (2021) indican que programas supervisados de ejercicio vigoroso, adaptados a las capacidades individuales, pueden tener efectos positivos notables sobre la salud. Estas actividades no solo benefician la capacidad funcional y la tolerancia al ejercicio, sino que también influyen positivamente en la calidad de vida general de los pacientes que enfrentan la IC. A su vez Melo et al. (2019), mencionan que el realizar actividad física en este tipo de sujetos, mejora la autonomía de ellos, siendo más independientes en las tareas que realizan en su día a día. Por otro lado, se observó como al aumentar la tolerancia al ejercicio, mejoraban también los aspectos emocionales de los sujetos llegando a mostrar más adherencia al tratamiento. Esta evidencia respalda la inclusión cuidadosa de la actividad física como una herramienta integral en el abordaje de esta condición médica. De la misma forma, mediante cuestionarios validados como en el estudio de Hsu et al. (2019), midieron la calidad de vida utilizando un cuestionario sobre puntuación mental perteneciente al "Health short form 36". Los pacientes se sentían mejor tras completar el protocolo de entrenamiento tipo HIIT obteniendo mejoras significativas en los cuestionarios respecto al inicio de la intervención. Las mejoras variaron entre pacientes con FEVI preservada o reducida, concretamente aumentaron 2,5 puntos para pacientes con FEVI reducida y 3,9 puntos para la FEVI preservada.

Sin embargo, en el estudio de Santa-Clara et al. (2019), midieron la calidad de vida relacionada con la salud mediante otro cuestionario validado (versión portuguesa del HeartQoL), en el cual mediante 14 ítems permite a los encuestados recordar cuánto les molestó su problema cardíaco durante las últimas 4 semanas, tras realizar la intervención de ejercicio HIIT. Los resultados mostraron una mejora del 98,5% en el grupo HIIT, la cual fue similar a la del grupo que realizó ECIM. En línea de esta última

afirmación, publicaciones como la de Da Silveira et al. (2020), esclarecieron la mejora en la puntuación de cuestionarios validados sobre la calidad de vida de los pacientes con IC crónica tras realizar una intervención de ejercicio. Resultando la mejora igual de significativa tanto en el grupo de intervención HIIT como en el de entrenamiento aeróbico de intensidad moderada. Esto nos indica, que la mejora en la calidad de vida está presente el ejercicio, independientemente de su modalidad. Por último y acorde a la idea anterior, en el estudio de Mueller et al. (2021), evaluaron la calidad de vida mediante el cuestionario validado “the Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire”. No obstante, los resultados no fueron significativos a los tres meses, pero a los doce meses se observó una mejora significativa en el grupo de intensidad moderada y no en el de alta intensidad. Aunque sí que se obtuvo una mejoría desde el punto de partida de la intervención en el grupo HIIT, pero fue mínima.

5. Futuras líneas de investigación

Se ha recopilado evidencia que sugiere que el entrenamiento de alta intensidad interválico (HIIT) puede ser beneficioso para pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Sin embargo, como parte de futuras líneas de investigación, se proponen las siguientes áreas de estudio:

- Mayor número de intervenciones a corto plazo: únicamente se incluye un estudio de tres semanas de duración, por lo que sería interesante tener un mayor número de estudios a corto plazo para tener más evidencia científica contrastable sobre una intervención de entrenamiento HIIT en pacientes con IC de corta duración. De esta manera podríamos utilizar estos resultados para emprender acciones con pacientes diagnosticados recientemente de IC de forma inminente ya que conoceríamos la respuesta de los mismos ante esta modalidad de ejercicio.
- Seguimiento a largo plazo: se recomienda llevar a cabo investigaciones que incluyan un seguimiento a largo plazo de los participantes en estudios relacionados con HIIT y pacientes con IC. Es necesario un mayor número de artículos con un seguimiento de un año o mayor en el que comparen entre un grupo de pacientes que ha participado en programas tipo HIIT con un grupo control para poder ver su eficacia. Además, la mayoría de las intervenciones a largo plazo incluyen parte del ejercicio llevado a cabo de forma autónoma, y es en ese momento en el que se pierden las mejoras obtenidas a nivel de V_{O2} pico. Por lo que, en futuras intervenciones aparte de ser a largo plazo, deben de ser de forma completa presencial para poder observar los resultados reales.
- Protocolización de programas de entrenamiento: es esencial desarrollar protocolos estandarizados para los programas de entrenamiento tipo HIIT. Ya que en la mayoría de los artículos recopilados en esta revisión sistemática varían en diferentes parámetros. Protocolizar y unificar aspectos clave como la duración, la frecuencia, las cargas o intensidades y otros parámetros relevantes del HIIT contribuirían a realizar intervenciones mucho más objetivas y validadas ya que tendrían un nivel de estandarización muy elevado. Además de cara a la utilización práctica, ayudaría a establecer pautas más precisas para la prescripción del ejercicio y podrían ser útiles para personalizar los programas según las necesidades individuales de los pacientes con IC.
- Comparación de Intervenciones de ejercicio tipo HIIT con entrenamiento de fuerza: Se sugiere llevar a cabo estudios comparativos que analicen los efectos

a corto, medio y largo plazo del entrenamiento de fuerza con diferentes intensidades (bajas, medias y altas) en personas con IC comparándolo a su vez con entrenamiento tipo HIIT. La mayoría de los artículos comparan ECIM con el entrenamiento tipo HIIT. En los pocos artículos encontrados con una intervención que incluyese ejercicio de fuerza y HIIT los resultados eran muy similares. Por ello, este enfoque ayudaría a comprobar si el entrenamiento de fuerza a un determinado nivel de intensidad es efectivo y seguro para esta población. Además, determinaría si es más beneficioso o no que el entrenamiento HIIT o el ECIM, ya que es una modalidad de ejercicio innovadora respecto a los estándares seguidos hasta el momento. De esta forma proporcionaría información valiosa para la prescripción de ejercicio adaptado.

- Estudios integrales en diferentes tipos de IC: considerar la realización de investigaciones que aborden diferentes tipos de insuficiencia cardíaca, incluyendo ICFe e ICFeP en un mismo estudio. Este enfoque permitiría determinar la eficacia del HIIT en contextos específicos y adaptar los programas de ejercicio según las características y necesidades de cada subgrupo de pacientes. A parte una estandarización del % de la FEVI a partir del cual se considera que es fracción de eyección preservada o no sería muy interesante, ya que según muchos autores este % a partir del cual se considera una u otra varía, lo que hace que no se puedan estandarizar los estudios.

Estas futuras líneas de investigación contribuirán a ampliar nuestro conocimiento sobre los efectos y adaptaciones del HIIT en personas con insuficiencia cardíaca de forma más específica e individualizada a cada población, proporcionando una base más sólida para la prescripción de ejercicio y la mejora de la atención médica integral para estos pacientes.

6. Conclusiones

Acorde al objetivo principal de la revisión realizada sobre los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en personas con insuficiencia cardíaca (IC) se concluye una suma de resultados significativos en las variables de interés previamente mencionadas: VO₂ pico, fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI).

En cuanto al VO₂ pico, se evidencia que el HIIT tiene impactos positivos a corto, medio y largo plazo. Estudios muestran mejoras significativas, destacando aumentos de hasta el 24% en distintos periodos de tiempo que van desde tres semanas hasta un año de intervención. Sin embargo, resulta muy importante incidir en que a largo plazo la supervisión y la propia duración del programa pueden influir en la duración de los beneficios a largo término, sugiriendo la importancia de la continuidad y supervisión presencial por parte de un profesional durante la totalidad del programa de ejercicio.

Con relación a la FEVI, la evidencia es más heterogénea. Algunos estudios sí que sugieren mejoras significativas, especialmente gracias a la mejora de la función diastólica del ventrículo izquierdo, mientras que otros no encuentran cambios significativos. La variabilidad de estos resultados puede atribuirse a la poca estandarización que existe en los protocolos de entrenamiento HIIT, ya que difieren en cuanto a la duración de la intervención, intensidad, frecuencia y características específicas de los participantes.

En cuanto al objetivo secundario sobre la calidad de vida, se evidencia un notorio progreso asociado al HIIT, respaldado por mediciones objetivas y cuestionarios validados. La actividad física de alta intensidad no solo beneficia la capacidad funcional y la tolerancia al ejercicio, sino que también tiene un impacto positivo en la autonomía y aspectos emocionales de los pacientes, mejorando significativamente la percepción de su calidad de vida.

Por último, esta revisión destaca el potencial del HIIT en la gestión de la insuficiencia cardíaca, pero destaca la importancia de realizar más investigación para comprender sus efectos más a fondo y optimizar su aplicación clínica

7. Referencias Bibliográficas

- Ambrosy, A. P., Fonarow, G. C., Butler, J., Chioncel, O., Greene, S. J., Vaduganathan, M., Nodari, S., Lam, C. S., Sato, N., Shah, A. N., & Gheorghiade, M. (2014). The global health and economic burden of hospitalizations for heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(12), 1123–1133. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.11.053>
- Bartlett, D. B., Willis, L. H., Slentz, C. A., Hoselton, A., Kelly, L., Huebner, J. L., Kraus, V. B., Moss, J., Muehlbauer, M. J., Spielmann, G., Kraus, W. E., Lord, J. M., & Huffman, K. M. (2018). Ten weeks of high-intensity interval walk training is associated with reduced disease activity and improved innate immune function in older adults with rheumatoid arthritis: a pilot study. *Arthritis Research & Therapy*, 20(1) 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13075-018-1624-x>
- Besnier, F., Labrunée, M., Richard, L., Faggianelli, F., Kerros, H., Soukarié, L., Bousquet, M., Garcia, J.-L., Pathak, A., Gales, C., Guiraud, T., & Sénard, J. M. (2019). Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(5), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.06.013>
- Bodas, Ó. A., Martel, A. C., & Bautista, P. S. (2014). Insuficiencia cardíaca aguda: factores desencadenantes y prevención. *Medicina Clínica*, 142, 9–13. [https://doi.org/10.1016/s0025-7753\(14\)70076-4](https://doi.org/10.1016/s0025-7753(14)70076-4)
- Broström, A., Strömberg, A., Dahlström, U., & Fridlund, B. (2001). Patients with congestive heart failure and their conceptions of their sleep situation. *Journal of Advanced Nursing*, 34(4), 520–529. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2001.01781.x>
- Castillo, J. A., & Sánchez, F. Á. L. (2017). Insuficiencia cardíaca. generalidades. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(35), 2085–2091. <https://doi.org/10.1016/j.med.2017.06.001>

- Cavero-Redondo, I., Saz-Lara, A., Martínez-García, I., Bizzozero-Peroni, B., Díaz-Goñi, V., Díez-Fernández, A., Moreno-Herráiz, N., & Pascual-Morena, C. (2023). Comparative Effect of Two Types of Physical Exercise for the Improvement of Exercise Capacity, Diastolic Function, Endothelial Function and Arterial Stiffness in Participants with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction (ExIC-FEP Study): Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 12(10), 1–12. <https://doi.org/10.3390/jcm12103535>
- Cook, C., Cole, G., Asaria, P., Jabbour, R. J., & Francis, D. P. (2014). The annual global economic burden of heart failure. *International Journal of Cardiology*, 171(3), 368–376. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.12.028>
- Dhoble, A., Enriquez-Sarano, M., Kopecky, S. L., Abdelmoneim, S. S., Cruz, P., Thomas, R. J., & Allison, T. G. (2014). Cardiopulmonary responses to exercise and its utility in patients with aortic stenosis. *The American Journal of Cardiology*, 113(10), 1711–1716. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.02.027>
- Donelli Da Silveira, A., Beust de Lima, J., da Silva Piardi, D., Dos Santos Macedo, D., Zanini, M., Nery, R., Laukkanen, J. A., & Stein, R. (2020). 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. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(16), 1733–1743. <https://doi.org/10.1177/2047487319901206>
- Farías-Valenzuela, C., Pérez-Luco, C., Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., & Castro-Sepúlveda, M. (2018). El consumo pico de oxígeno es mejor predictor de riesgo cardiovascular que la fuerza prensil en mujeres chilenas adultas mayores. *Revista Española De Geriátría Y Gerontología*, 53(3), 141–144. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.09.003>
- Farmakis, D., Parissis, J., Lekakis, J., & Filippatos, G. (2015). Acute heart failure: epidemiology, risk factors, and prevention. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 68(3), 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2014.11.004>

- Fleg, J. L., Cooper, L. S., Borlaug, B. A., Haykowsky, M. J., Kraus, W. E., Levine, B. D., Pfeffer, M. A., Piña, I. L., Poole, D. C., Reeves, G. R., Whellan, D. J., & Kitzman, D. W. (2015). Exercise training as therapy for heart failure. *Circulation-heart Failure*, 8(1), 209–220. <https://doi.org/10.1161/cirheartfailure.113.001420>
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V., Coke, L., Fleg, J. L., Forman, D. E., Gerber, T. C., Gulati, M., Madan, K., Rhodes, J., Thompson, P. D., & Williams, M. A. (2013). Exercise standards for testing and training. *Circulation*, 128(8), 873–934. <https://doi.org/10.1161/cir.0b013e31829b5b44>
- Gasser, B., Boesing, M., Schoch, R., Brighenti-Zogg, S., Kröpfl, J. M., Thesenvitz, E., Hanssen, H., Leüppi, J. D., Schmidt-Trucksäss, A., & Dieterle, T. (2021b). High-Intensity interval training for heart failure patients with Preserved Ejection Fraction (HIT-HF)-Rationale and design of a prospective, randomized, controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 12, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.734111>
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term High-Intensity interval training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58–63. <https://doi.org/10.1097/jes.0b013e318168ec1f>
- Go, A. S., Mozaffarian, D., Roger, V. L., Benjamin, E. J., Berry, J. D., Blaha, M. J., Dai, S., Ford, E. S., Fox, C. S., Franco, S., Fullerton, H. J., Gillespie, C., Hailpern, S. M., Heit, J. A., Howard, V. J., Huffman, M. D., Judd, S. E., Kissela, B. M., Kittner, S. J., . . . Turner, M. B. (2014). Heart Disease and Stroke Statistics—2014 update. *Circulation*, 129(3), 28–292. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000441139.02102.80>
- Halle, M., Prescott, E., Van Craenenbroeck, E. M., Beckers, P., Videm, V., Karlsen, T., Feiereisen, P., Winzer, E. B., Mangner, N., Snoer, M., Christle, J. W., Dalen, H., Støylen, A., Esefeld, K., Heitkamp, M., Spanier, B., Linke, A., Ellingsen, Ø., & Delagardelle, C. (2022). Moderate continuous or high intensity interval exercise in heart failure with reduced ejection fraction: Differences between ischemic and non-ischemic etiology. *American Heart Journal Plus: Cardiology Research And Practice*, 22, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2022.100202>

- Hearon, C. M., Jr, Dias, K. A., MacNamara, J. P., Hieda, M., Mantha, Y., Harada, R., Samels, M., Morris, M., Szczepaniak, L. S., Levine, B. D., & Sarma, S. (2022). 1 Year HIIT and Omega-3 Fatty Acids to Improve Cardiometabolic Risk in Stage-A Heart Failure. *JACC: Heart Failure*, 10(4), 238–249. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2022.01.004>
- Hsu, C., Fu, T., Yuan, S., Wang, C., Liu, M., Shyu, Y., Cherng, W., & Wang, J. (2019). High-Intensity interval training is associated with improved Long-Term survival in heart failure patients. *Journal of Clinical Medicine*, 8(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/jcm8030409>
- Isaksen, K., Halvorsen, B., Munk, P. S., Aukrust, P., & Larsen, A. I. (2019). Effects of interval training on inflammatory biomarkers in patients with ischemic heart failure. *Scandinavian Cardiovascular Journal: SCJ*, 53(4), 213–219. <https://doi.org/10.1080/14017431.2019.1629004>
- Johansson, P., Agnebrink, M., Dahlström, U., & Broström, A. (2004). Measurement of Health-Related Quality of Life in Chronic Heart Failure, from a Nursing Perspective—a Review of the Literature. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 3(1), 7–20. <https://doi.org/10.1016/j.ejcnurse.2003.09.004>
- Kapłon-Cieślicka, A., Kupczyńska, K., Dobrowolski, P., Michalski, B., Jaguszewski, M., Banasiak, W., Burchardt, P., Chrzanowski, Ł., Darocha, S., Domienik-Karłowicz, J., Drózdź, J., Fijałkowski, M., Filipiak, K. J., Gruchała, M., Jankowska, E. A., Jankowski, P., Kasprzak, J. D., Kosmala, W., Lipiec, P., . . . Ponikowski, P. (2020). On the search for the right definition of heart failure with preserved ejection fraction. *Cardiology Journal*, 27(5), 449–468. <https://doi.org/10.5603/cj.a2020.0124>
- Khadanga, S., Savage, P. D., Pecha, A., Rengo, J., & Ades, P. A. (2022). Optimizing Training Response for Women in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiology*, 7(2), 215–218. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2021.4822>

- Kourek, C., Alshamari, M., Mitsiou, G., Psarra, K., Delis, D., Linardatou, V., Pittaras, T., Ntalianis, A., Papadopoulos, C., Panagopoulou, N., Vasileiadis, I., Nanas, S., & Karatzanos, E. (2020). The acute and long-term effects of a cardiac rehabilitation program on endothelial progenitor cells in chronic heart failure patients: Comparing two different exercise training protocols. *International Journal of Cardiology. Heart & Vasculature*, 32, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2020.100702>
- Kuznetsova, T., Herbots, L., López, B., Jin, Y., Richart, T., Thijs, L., González, A., Herregods, M., Fagard, R., Díez, J., & Staessen, J. A. (2009). Prevalence of left ventricular diastolic dysfunction in a general population. *Circulation-heart Failure*, 2(2), 105–112. <https://doi.org/10.1161/circheartfailure.108.822627>
- Lopez-Chicharro, J., y Vicente-Campos, D. (2018). *Hiit entrenamiento interválico de alta intensidad: bases fisiológicas y aplicaciones prácticas*. Exercise Physiology and Training: Madrid.
- McMurray, J. J., Adamopoulos, S., Anker, S. D., Auricchio, A., Böhm, M., Dickstein, K., Falk, V., Filippatos, G., Fonseca, C., Gómez-Sánchez, M. Á., Jaarsma, T., Køber, L., Lip, G. Y., Maggioni, A. P., Parkhomenko, A., Pieske, B., Popescu, B. A., Rønnevik, P. K., Rutten, F. H., . . . Ponikowski, P. (2012). ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Journal of Heart Failure*, 14(8), 803–869. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs105>
- McMurray, J. J., Adamopoulos, S., Anker, S. D., Auricchio, A., Böhm, M., Dickstein, K., Falk, V., Filippatos, G., Fonseca, C., Gomez-Sanchez, M. A., Jaarsma, T., Køber, L., Lip, G. Y., Maggioni, A. P., Parkhomenko, A., Pieske, B. M., Popescu, B. A., Rønnevik, P. K., Rutten, F. H., Schwitter, J., ... ESC Committee for Practice Guidelines (2012). ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal*, 33(14), 1787–1847. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs104>

- Melo, X., Abreu, A., Santos, V., Cunha, P., Oliveira, M., Pinto, R., Carmo, M., Fernhall, B., & Santa-Clara, H. (2019). A Post hoc analysis on rhythm and high intensity interval training in cardiac resynchronization therapy. *Scandinavian Cardiovascular Journal: SCJ*, 53(4), 197–205. <https://doi.org/10.1080/14017431.2019.1630747>
- Mueller, S., Winzer, E. B., Duvinage, A., Gevaert, A. B., Edelmann, F., Haller, B., Pieske-Kraigher, E., Beckers, P., Bobenko, A., Hommel, J., Van de Heyning, C. M., Esefeld, K., von Korn, P., Christle, J. W., Haykowsky, M. J., Linke, A., Wisløff, U., Adams, V., Pieske, B., ... Halle, M. (2021). Effect of High-Intensity Interval Training, Moderate Continuous Training, or Guideline-Based Physical Activity Advice on Peak Oxygen Consumption in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 325(6), 542–551. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.26812>
- Owan, T., Hodge, D. O., Herges, R. M., Jacobsen, S. J., Roger, V. L., & Redfield, M. M. (2006). Trends in Prevalence and Outcome of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *The New England Journal of Medicine*, 355(3), 251–259. <https://doi.org/10.1056/nejmoa052256>
- Piqueras, P. G., & González, M. E. S. (2019). ENTRENAMIENTO DE INTERVALOS DE ALTA INTENSIDAD (HIIT) EN ADULTOS MAYORES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 17(1), 1–21. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v17i1.35494>
- Poggio, R., Arazi, H. C., Giorgi, M., & Miriuka, S. (2010). Prediction of severe cardiovascular events by VE/Vco2 slope versus peak Vo2 in systolic heart failure: A meta-analysis of the published literature. *American Heart Journal*, 160(6), 1004–1014. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2010.08.037>
- Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G., Coats, A. J., Falk, V., González-Juanatey, J. R., Harjola, V., Jankowska, E. A., Jessup, M., Linde, C., Nihoyannopoulos, P., Parissis, J., Pieske, B., Riley, J., Rosano, G., Ruilope, L. M., Ruschitzka, F., . . . Van Der Meer, P. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, 37(27), 2129–2200. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>

- Santa-Clara, H., Abreu, A., Melo, X., Santos, V., Cunha, P., Oliveira, M., Pinto, R., Carmo, M. M., & Fernhall, B. (2019). High-intensity interval training in cardiac resynchronization therapy: a randomized control trial. *European Journal of Applied Physiology*, 119(8), 1757–1767. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04165-y>
- Sayago-Silva, I., López, F. J. G., & Segovia-Cubero, J. (2013). Epidemiología de la insuficiencia cardíaca en España en los últimos 20 años. *Revista Española De Cardiología*, 66(8), 649–656. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2013.03.014>
- Senni, M., Paulus, W. J., Gavazzi, A., Fraser, A. G., Díez, J., Solomon, S. D., Smiseth, O. A., Guazzi, M., Lam, C. S., Maggioni, A. P., Tschöpe, C., Metra, M., Hummel, S. L., Edelmann, F., Ambrosio, G., Stewart Coats, A. J., Filippatos, G. S., Gheorghiade, M., Anker, S. D., Levy, D., ... Pieske, B. M. (2014). New strategies for heart failure with preserved ejection fraction: the importance of targeted therapies for heart failure phenotypes. *European heart journal*, 35(40), 2797–2815. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu204>
- Trachsel, L.-D., David, L.-P., Gayda, M., Henri, C., Hayami, D., Thorin-Trescases, N., Thorin, É., Blain, M.-A., Cossette, M., Lalongé, J., Juneau, M., & Nigam, A. (2019). The impact of high-intensity interval training on ventricular remodeling in patients with a recent acute myocardial infarction-A randomized training intervention pilot study. *Clinical Cardiology*, 42(12), 1222–1231. <https://doi.org/10.1002/clc.23277>
- Trapp, E., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32(4), 684–691. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803781>
- Turri-Silva, N., Vale-Lira, A., Verboven, K., Quaglioti Durigan, J. L., Hansen, D., & Cipriano, G., Jr. (2021). High-intensity interval training versus progressive high-intensity circuit resistance training on endothelial function and cardiorespiratory fitness in heart failure: A preliminary randomized controlled trial. *PloS One*, 16(10), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257607>

Winzer, E. B., Augstein, A., Schauer, A., Mueller, S., Fischer-Schaepmann, T., Goto, K., Hommel, J., Van Craenenbroeck, E. M., Wisløff, U., Pieske, B., Halle, M., Linke, A., & Adams, V. (2022b). Impact of different training modalities on molecular alterations in skeletal muscle of patients with heart failure with preserved ejection fraction: a substudy of the OptimEx trial. *Circulation: Heart Failure*, 15(10), 917–930. <https://doi.org/10.1161/circheartfailure.121.009124>

8. Anexos

8.1 Anexo 1. Cuadro resumen de autores

Tabla 1

Cuadro resumen de artículos seleccionados

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Besnier et al. (2019)	31 sujetos con ICC (FEVO < 45%). <ul style="list-style-type: none"> ➤ ECIM (n = 15) Entrenamiento continuo de intensidad moderada ➤ HIIT (n = 16) 	Comprobar la superioridad del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) para mejorar la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV). A su vez, valora la aptitud cardiorrespiratoria y la función cardíaca en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada (ECIM) en un programa de rehabilitación cardíaca corto e intenso.	Tipo ECA 2 grupos de intervención aleatorizados. Sometidos a un electrocardiograma, ecocardiograma y prueba de esfuerzo pre y post intervención de 3 semanas. El Plan de rehabilitación cardíaca constaba de 3 horas/día, 5 días/semana, durante 3,5 semanas. Incluyó entrenamiento aeróbico en bicicleta (HIIT o ECIM), 30 min gimnasia o fortalecimiento muscular y 45 minutos al aire libre caminando. En ambos grupos se incluyó un calentamiento y vuelta a la calma de 5 min (30% VO2 peak). <ul style="list-style-type: none"> • ECIM Bici estática 30 min al 60% potencia máxima (VO2 peak). • HIIT También en bici estática. Bloques de 8 minutos de entrenamiento por intervalos separados por 4 min de recuperación pasiva. Cada bloque de 8 minutos consistió en alternando entre 30 segundos al 100% de la potencia máxima (VO2 peak) y 30 segundos de recuperación pasiva. 	HRV aumentó en el grupo HIIT mientras que en el ECIM no hubo cambios La FC en reposo disminuyó en ambos grupos sin diferencias significativas entre ambos. No hubo grandes diferencias entre las contracciones prematuras ventriculares entre ambos grupos. La mejora del VO2peak fue superior en el grupo HIIT (21%) que en el ECIM (5%). FEVI únicamente mejoró en el grupo HIIT (de 36.2% a 39.5%).

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Cavero-Redondo et al. (2023)	<p>72 sujetos fueron asignados en 3 grupos de 24 persona cada uno de forma aleatoria (Grupo Control (asesoramiento) / Ejercicio Combinado / HIIT)</p> <p>ICFep diagnosticado por el criterio que sigue la ESC 2021 / Mujeres y hombres sedentarios (menos de 2 días por semana 30 min al día) / Mayores de 40 años</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ GI Combinado (n=24) ➢ GI HIIT (n=24) ➢ GC (n=24) 	<p>Comparar la eficacia del entrenamiento combinado y el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la capacidad de ejercicio, la función diastólica, la función endotelial y la rigidez arterial en participantes con ICFEp.</p>	<p>Tipo ECA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● GI1: Ejercicio combinado → 40 min de ejercicio en cicloergómetro, 3 veces/semana, a un 50-60% del VO2 Max, 60-70% HRmax y 11-13 en la Escala Borg. Además, realizarán ejercicios de fuerza variados 2 veces/semana, haciendo 15 repeticiones por ejercicio al 60-65% del RM. ● GI2: HIIT → 40 min de entrenamiento 3 veces/semana. El entrenamiento constaba de un calentamiento de intensidad moderada. Después se harán 4 intervalos de alta intensidad (85-90% del VO2max, 90-95% del HRmax, 15-17 en la Escala de Borg). Cada intervalo estará separado por 3 minutos de descanso activo (HRmax de 50-70%). Para acabar se hará vuelta a la calma a una intensidad moderada (50-60% del VO2max, 60-70% del HRmax y 11-13 en la Escala de Borg). ● GC → Recibieron una charla sobre los beneficios que tiene la actividad física sobre los efectos cardiovasculares. Esta muestra siguió haciendo su vida normal. 	<p>Los resultados se mostrarán más adelante en una nueva publicación científica ya que este estudio es un estudio preliminar.</p> <p>Este artículo muestra un avance significativo en la evidencia científica disponible sobre la eficacia del ejercicio físico en el tratamiento de la ICFEp.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Da Silveira et al. (2020)	<p>19 sujetos diagnosticados de ICFEp fueron asignados en 2 grupos de forma aleatoria (Entrenamiento interválico de alta intensidad / Entrenamiento continuo moderado)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GI (n=10) - HIIT ➤ GC (n=9) - ECIM 	<p>Comparar la eficacia del HIIT y del MCT en pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada (ICFEp).</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>Entrenamiento 3 veces/semana durante 3 meses.</p> <ul style="list-style-type: none"> • HIIT: <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento (10min) a intensidad moderada. - Parte Principal: 4 intervalos de 4min a alta intensidad, alternados con 3 intervalos. - Fase vuelta a la calma (3min) intensidad moderada. > TOTAL: 38min • ECIM: <ul style="list-style-type: none"> > TOTAL: 47min a intensidad moderada. ➔ INTENSIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Los intervalos de alta intensidad se realizaron al 80-90% del VO2max y 85-95% de la FC máxima, con el objetivo de un RPE de 15-17. - La intensidad moderada se consideró entre el 50 y el 60 % del VO2max y 60-70% de la FC máxima, correspondiente a 11-13 en la escala Borg RPE. 	<p>Ambos grupos mostraron una mejora en el consumo máximo de oxígeno (VO2), pero los sujetos del grupo de intervención HIIT tuvieron un aumento significativamente mayor que el grupo control MCT, mostrando mayor potencial para mejorar el VO2 máximo en pacientes con ICFEp.</p> <p>Ambos entrenamientos fueron igual de efectivos para mejorar la eficiencia ventilatoria, la función diastólica y la calidad de vida.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Gasser et al. (2021)	<p>86 sujetos con ICFEp estable fueron asignados al azar a un grupo intervención o de control.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ GI (n=43) - HIIT <ul style="list-style-type: none"> - HIIT supervisado durante 12 semanas en cicloergómetro + entrenamiento de fuerza. ➢ GC (n=43) - ECIM <ul style="list-style-type: none"> - ECIM (Entrenamiento continuo moderado) + entrenamiento de fuerza. 	<p>Investigar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) supervisado durante 12 semanas midiendo el VO2 pico frente a un entrenamiento continuo moderado (ECIM) en pacientes con ICFEp.</p> <p>Además, se buscaba examinar los efectos funcionales del entrenamiento en el sujeto, su calidad de vida, su composición corporal y evaluar la estructura y función del sistema cardiovascular.</p>	<p>Tipo ECA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HIT: 3 veces por semana, duración de 38 min. ● ECIM 5 veces por semana, duración de 39 a 45 min. <p>Prueba de ejercicio incremental:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento 3 minutos a una intensidad de 10W. - Parte principal: pedalear a ritmo constante de 60rpm hasta que agotamiento ($VCO_2/VO_2 > 1,05$) o hasta que aparezcan signos de isquemia o arritmias graves. - Vuelta a la calma de 3 minutos a una intensidad de 25W. <p>Destacar la figura 3. Pagina 8: más detallado el plan de entrenamiento.</p>	<p>Los resultados se mostrarán más adelante en una nueva publicación científica ya que este estudio es un estudio preliminar.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Halle et al. (2022)	<p>215 sujetos con insuficiencia cardíaca (IC) (LVEF \leq 35 %, NYHA II-III) con fracción de eyección reducida (ICFEr) fueron asignados a distintos grupos de entrenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC ➤ GI (ECIM) ➤ GI (HIIT) <p>Dentro de la insuficiencia cardíaca existen pacientes con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ miocardiopatía isquémica (MCI=89, 23 mujeres) ➤ miocardiopatía isquémica no (NICM=126, 17 mujeres). 	<p>Conocer el efecto del ejercicio de alta y moderada intensidad sobre el diámetro diastólico final del ventrículo izquierdo (DDVI), la fracción de eyección (FEVI) y la capacidad máxima de ejercicio (VO2 máximo o peak) en pacientes con miocardiopatía isquémica (MCI) y miocardiopatía no isquémica (NICM).</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>12 semanas de entrenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • GC <p>Ejercicio regular</p> <ul style="list-style-type: none"> • GI1 (ECIM) 60–70%FCmax • GI2 (HIIT) 4x 90–95%FCmax 4´ 60–70%FCmax 3´ 	<p>No hubo diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento ni en las distintas mediciones temporales en la capacidad máxima de ejercicio V02max. La etiología tampoco influyó en los cambios.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Hearon et al. (2022)	<p>56 sujetos (32 mujeres y 48 hombres) de 40-55 años con un factor de riesgo elevado de IC y con obesidad. Fueron asignados a 2 grupos de forma aleatoria: grupo control (placebo o n-3 FA) o grupo intervención (ejercicio o ejercicio más n-3 FA)</p> <p>N3 FA = Omega-3 polyunsaturated fatty acids.</p> <p>(Estadio A de insuficiencia cardíaca por las pautas de la ACCF/AHA, IMC >30, Grasa visceral >2kg)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GI (n=29) <ul style="list-style-type: none"> - Hombres = 13 - Mujeres = 16 ➤ GC (n=27) <ul style="list-style-type: none"> - Hombres = 11 - Mujeres = 16 	<p>Determinar si el entrenamiento tipo HIIT complementado con Omega 3 tiene beneficios a nivel de estado físico, estructura, función cardiovascular y composición corporal.</p>	<p>Tipo ECA</p> <ul style="list-style-type: none"> • El GI fue sometido a un año de HIIT (en cicloergómetro), 3-4 veces por semana. • El GC no fue sometido a ningún tipo de entrenamiento. 	<p>En el GC no hubo resultados significativos.</p> <p>En el GI, únicamente obtuvo resultados significativos los que realizaron el HIIT sin suplementación de Omega 3. Se observaron mejoras en la capacidad de ejercicio, la estructura/función cardiovascular y la adiposidad en el estadio A de la IC.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Hsu et al. (2019)	<p>234 sujetos con insuficiencia cardiaca (IC) que se sometieron al programa multidisciplinario de manejo de la enfermedad (PMME).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grupo PMME (n=133) ➤ Grupo PMME+HIIT (n=101) 	<p>Conocer los efectos del entrenamiento HIIT en las dimensiones del ventrículo izquierdo (Diagnosis of left ventricular systolic dysfunction (LVSD)) y la supervivencia en pacientes con IC entre 2009 y 2016.</p>	<p>Estudio de cohortes retrospectivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grupo PMME Recomendación de una guía de ejercicios para hacer en casa de forma autónoma. ICFEr/ICFEp 71/30 ● Grupo PMME+HIIT 5 intervalos de 3 min al 80% VO₂peak, separados por 3 min al 40% VO₂peak. No tuvieron recomendaciones de ejercicio para casa. ICFEr/ICFEp 72/29 	<p>Se observó un aumento del VO₂peak del 14-20% en el grupo de HIIT y una disminución del LVSD.</p> <p>Cada aumento de 1 mL/kg/min en el VO₂peak confirió una mejora del 58% en 5 años a nivel de mortalidad.</p> <p>El aumento del diámetro sistólico del ventrículo izquierdo se asoció con aumento de la mortalidad. La tasa de supervivencia a los 8 meses mejoró en los participantes que hacían ejercicio en comparación con los que no lo hacían.</p> <p>Tanto el aumento del VO₂peak inducido por el HIIT como la disminución del LVSD se asocia con un aumento de la supervivencia en pacientes con IC.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Isaksen et al. (2019)	<p>30 sujetos con IC ((LVEF) <40%) isquémica y desfibrilador cardioversor implantable (DCI).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GI (n=19) - EAI ➤ GC (n=11) - CON 	<p>Examinar si el entrenamiento aeróbico interválico (AIT) puede atenuar la respuesta inflamatoria en la insuficiencia cardíaca isquémica.</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>Grupo intervención – Entrenamiento aeróbico interválico (EAI)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12 semanas, con un total de 36 sesiones. 15 min calentamiento, 4*4min al 85% Fcmax -3 min 60-70% Fcmax, 20 minutos de vuelta a la calma. • Test ejercicio cardiopulmonar pre y post intervención. Se analizaron los niveles séricos de la proteína C reactiva, pentraxina-3, osteoprotegerina, péptido natriurético cerebral, neopterin y necrosis tumoral soluble factor tipo 1 y 2, todos ellos conocidos por predecir un resultado adverso en la IC Pre y post intervención. 	<p>El grupo EAI aumentó significativamente el consumo máximo de oxígeno (VO2peak) y mejoró la función endotelial en comparación con el grupo control sedentario.</p> <p>No hay evidencia significativa de cambios en los biomarcadores séricos pre y post intervención, ni diferencias entre el grupo control e intervención.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Khadanga et al. (2022)	<p>56 mujeres comprendidas entre los 43-98 años de edad, las cuales estaban participando en un proceso de rehabilitación cardiaca fueron asignadas de forma aleatoria a 2 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GI (n=22) - HIIT ➤ GC (n=21) - ECIM 	<p>Evaluar el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y el entrenamiento de resistencia intensivo (ERI) de las extremidades inferiores en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada (ECIM) estándar sobre el VO2 pico en mujeres con rehabilitación cardiaca (RC).</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>12 semanas, 3 entrenos por semana.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● GI - HIIT <ul style="list-style-type: none"> - 90-95% FCmax junto con entrenamiento de fuerza de alta intensidad. ● GC - ECIM <ul style="list-style-type: none"> - 70-85% FCmax junto con entrenamiento de fuerza moderado. 	<p>El Peak VO2(MAX) mejoró un 23% en el grupo GI HIIT y tan solo un 7% GC ECIM.</p> <p>Además, la fuerza en las piernas también aumentó de forma más notable en el GI HIIT.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Kourek et al. (2021)	<p>44 sujetos (35 hombres y 9 mujeres) estables con insuficiencia cardiaca crónica tipo II y III (según NYHA) fueron asignados aleatoriamente a 2 protocolos de ejercicio distinto para realizar un programa de entrenamiento de 36 sesiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grupo HIIT (n=21) ➤ Grupo HIIT + Fuerza (COM) (n=23) ➤ Grupo NYHA II (n=34) ➤ Grupo NYHA III (n=10) 	<p>Evaluar el efecto de un programa de rehabilitación cardiaca (RC) mediante ejercicio sobre la movilización de las células endoteliales progenitoras (EPCs), tanto en reposo como de forma aguda.</p> <p>Investigar si hubo diferencias entre los 2 protocolos de entrenamiento y entre pacientes de diferente estado funcional, clase II y III de NYHA.</p>	<p>Tipo ECA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HIIT (31 min en total) Bici estática 7 min calentamiento al 45% VO2 peak seguido de 3 min al 50% peak VO2. 4 intervalos de 4´ al 80%VO2 peak alternando con 3´ al 50% VO2peak Un aumento del 25% de la intensidad progresivo hasta el final del programa ● HIIT + entrenamiento de fuerza (COM) Programa aeróbico similar. 2–3 series/1 min descanso, 10–12 repeticiones, (60%-75% 1RM). Extensión y flexión de rodilla y empuje de pecho. <p>Variables de medida cardiopulmonares: (CPET) Medidas Pre y post CR</p> <ul style="list-style-type: none"> - VO2 peak (ml/kg/min) - VO2 peak estimado (%) - Peak Work Rate (watts) <p>Variables de medida para EPCs mediante extracciones de sangre en una vena periférica durante CPETs en reposo y tras ejercicio, pre y post RC.</p>	<p>Se observó un aumento en todas las poblaciones celulares endoteliales en reposo después del programa de RC.</p> <p>La respuesta aguda después del ejercicio máximo aumentó en 4 de cada 5 poblaciones de células endoteliales después de la rehabilitación.</p> <p>No hubo diferencias entre los grupos HIIT y COM ni entre las clases NYHA II y NYHA III, en reposo y en respuesta aguda.</p> <p>Todos los índices de CPET mejoraron después de la rehabilitación. Sin diferencias significativas entre HIIT o COM.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Melo et al. (2019)	<p>63 sujetos con insuficiencia cardíaca severa (NYHA clase II-IV que estaban bajo terapia médica óptima con QRS >120 ms) después de terapia de resincronización cardíaca mediante marcapasos. Los pacientes fueron estratificados por tener ritmo sinusal (RS) o fibrilación auricular (FA).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (n=29; FA=9 RS=10) ➤ GI HIIT (n=34; FA=7 RS=11) 	<p>Evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) de 6 meses en la capacidad funcional, calidad de vida, biomarcadores sanguíneos múltiples y rendimiento en el ejercicio, en pacientes en tratamiento de terapia de resincronización cardíaca.</p>	<p>Tipo ECA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● GI (HIIT): Entrenamiento interválico de alta intensidad (2 x 60 minutos/semana). Durante 24 semanas. 10´ calentamiento y 5-7´ de vuelta a la calma. 4´ trabajo 3´ descanso. Un intervalo 90-95% de la FC máxima. Tres intervalos moderados al 60-70% de la FC. ● GC(CON) No recibió ningún consejo específico. Entrenamiento físico no supervisado. 	<p>HIIT indujo mejoras superiores en pacientes con FA en comparación con CON (23,9–61,0%).</p> <p>Solo en pacientes con RS hubo Disminuciones de TNF-a (8,5–42,9%), BNP (15,3–34,6%) y a nivel de masa ventricular izquierda (9,6–26,2%)</p> <p>El aumento del V02 peak solo aumentó en FA (19,5–23,2%).</p> <p>HIIT mejoró la capacidad de ejercicio (8,8-59,4%) en pacientes de RS.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
<p>Mueller et al. (2021)</p>	<p>180 sujetos sedentarios fueron divididos en 3 grupos de 60 de forma aleatoria (Grupo Control (asesoramiento) / HIIT / Entrenamiento continuo moderado).</p> <p>(Personas sedentarias con signos y síntomas de ICFEp. [New York Heart Association class II-III] / LVEF (FEVI >50).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (n=60) ➤ GI HIIT (n=60) ➤ GI ECIM (n=60). <p>120 Mujeres (67%) 60 Hombres (33%)</p>	<p>Determinar si es eficaz el entrenamiento HIIT, el entrenamiento continuo moderado y el asesoramiento sobre el cambio del VO2 Max en personas con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada (ICFEp).</p>	<p>Tipo ECA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento interválico de alta intensidad (3 x 38 minutos/semana) • Entrenamiento continuo moderado (5 x 40 minutos/semana) • Control de las pautas (Asesoramiento único sobre actividad física según las directrices). <p>→ Durante 12 meses (3 meses en la clínica seguidos de 9 meses de ejercicio en el hogar supervisado telemáticamente).</p>	<p>No hubo diferencias significativas en el cambio de VO2 max a los 3 meses entre los sujetos que hicieron HIIT y los que hicieron el entrenamiento continuo moderado.</p> <p>Sí que hubo cambios significativos entre el GC (Asesoramiento) y el GI (Ejercicio).</p> <p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora la capacidad cardiovascular. - Fortalecimiento muscular. - Reducción de la fatiga. - Control del peso. - Reducción del estrés.

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Santa-Clara et al. (2019)	<p>63 sujetos que presentaban ICC de moderada a grave (clase II-IV de la NYHA que estaban bajo tratamiento médico óptimo con QRS > 120 ms) fueron asignados aleatoriamente a HIIT (n=34) o al grupo de atención habitual (n=29)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (n=29) ➤ GI HIIT (n=34) 	<p>Determinar los efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) después de la implantación de la terapia de resincronización cardíaca (TRC) en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (ICC).</p>	<p>Tipo ECA.</p> <p>Se les realizó una prueba de esfuerzo cardiopulmonar, un ecocardiograma transtorácico en reposo y una evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud. Se realizó antes de la intervención y a los 6 meses de acabar el estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • GI (HIIT) Sesiones supervisadas y monitorizadas con electrocardiograma e implementadas 2 veces por semana. Duración de 60 minutos, días no consecutivos durante 6 meses (48 sesiones). En 1 mes, cada entrenamiento interválico y descanso activo se incrementó 30 seg semanalmente, hasta cumplir los 4 min de trabajo con 3 min de descanso activo. Cada sesión incluyó un calentamiento de 10 min y una vuelta a la calma de 5 a 7 min. A partir del segundo mes, el HIIT consistió en 4 períodos de entrenamiento por intervalos (alta intensidad: 90-95 % de la FCMax si está por debajo del umbral del dispositivo) con 3 períodos activos de menor intensidad (intensidad moderada: 60-70 % de la FCMax) • GC (CON) El grupo CON no recibió ningún asesoramiento específico sobre el entrenamiento físico y no se sometió a ningún entrenamiento supervisado 	<p>6 meses de HIIT en pacientes en TRC produjeron mejoras en los índices de capacidad funcional y calidad de vida relacionada con la salud, el rendimiento del ejercicio y la estructura y función del ventrículo izquierdo.</p> <p>Sin embargo, el HIIT sólo condujo a mejoras en el rendimiento del ejercicio.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Trachsel et al. (2019)	<p>19 sujetos post-IAM (infarto agudo de miocardio) fueron asignados aleatoriamente en 2 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (n=10) ➤ GI (n=9) - HIIT 	<p>Valorar los efectos del HIIT en sujetos a los que les ha remodelado el ventrículo a causa de un infarto agudo de miocardio (IAM) reciente.</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>Se les realizó una prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET), una ecocardiografía transtorácica y una evaluación de biomarcadores cardíacos y después de una intervención de entrenamiento de 12 semanas.</p> <p>Se calcularon los parámetros del test cardiopulmonar, la pendiente de la Eficiencia del Consumo de Oxígeno, y el VO2 en el primer umbral ventilatorio (VT1). Se evaluaron los parámetros ecocardiográficos estructurales y funcionales del ventrículo izquierdo (VI), incluidas las imágenes de tensión miocárdica.</p> <p>Descripción sesión de HIIT: Programa de entrenamiento de 12 semanas haciendo 2 sesiones semanales de HIIT supervisadas. Se realizó un entrenamiento de resistencia adicional después de cada sesión de HIIT.</p> <p>Después de un calentamiento de 5 minutos al 30% de la carga de trabajo máxima obtenida en el CPET, los pacientes realizaron de dos a tres series de 6 a 8 minutos con series repetidas de 15 a 30 segundos al 100% de la carga de trabajo máxima alternadas por 15 a 30 segundos de recuperación pasiva. El índice de esfuerzo percibido (RPE) objetivo de Borg se fijó en 15. Las series estuvieron separadas por una fase de recuperación activa de 5 minutos al 30% de la carga máxima de trabajo. La sesión de entrenamiento finalizó con una fase de enfriamiento de 5 minutos al 30% de la carga máxima de trabajo.</p> <p>El entrenamiento de resistencia consistió en 20 minutos de entrenamiento con pesas en circuito realizado con bandas elásticas y peso libre adaptado a la capacidad de cada paciente. Para cada grupo de músculos, los pacientes realizaron una serie de 15 a 20 repeticiones, seguida de un período de descanso de 30 segundos con un RPE objetivo de 15.</p>	<p>El VO2 pico y la pendiente de la eficiencia del consumo de oxígeno (OUES) mejoraron únicamente en el grupo HIIT. Hubo un efecto significativo del entrenamiento para la mejora de la carga máxima de trabajo en ambos grupos. El pulso de O2 y el VO2 en VT1 mejoraron sólo en el grupo HIIT. El HIIT mejoró la tensión radial y la obtención de imágenes de Doppler tisular de onda pulsada e'. Los biomarcadores cardíacos no cambiaron en ninguno de los grupos.</p> <p>En pacientes post-IAM, el HIIT conduce a mejoras significativas en los parámetros pronósticos de CPET en comparación con la atención habitual.</p> <p>El HIIT se asoció con una remodelación ventricular favorable.</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Turri-Silva et al. (2021)	<p>53 sujetos con insuficiencia cardiaca (IC) fueron seleccionados para realizar el estudio. Tras pasar los criterios de exclusión se quedaron en 27, de los cuales 4 no consiguieron completar el plan de entrenamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (n=9) ➤ GI - HIIT (n=9) ➤ GI – ERC (n=9) de resistencia en circuitos) 	<p>Evaluar las consecuencias de las distintas modalidades de entrenamiento en pacientes con insuficiencia cardiaca (IC).</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>36 sesiones de entrenamiento 12 semanas de seguimiento 3 veces/semana</p> <p>Duración de la sesión: 50min</p> <p>Monitorización FC: polar RS800</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grupo Control <ul style="list-style-type: none"> - Mantuvieron su día a día sin cambiar sus hábitos y rutinas. ● Grupo Intervención - HIIT <p>Sesiones de familiarización - 30min Entrenamiento aeróbico continuo de intensidad moderada. 10 min de calentamiento a intensidad moderada. Parte principal: 4 ciclos de 7 minutos cada uno (4min a intensidad alta y 3min a intensidad moderada). En total 28 minutos. Se hizo en una cinta de correr y en una bicicleta. La intensidad se fue controlando por la FC. 5 minutos de vuelta a la calma.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grupo Intervención - ERC <p>10 min de calentamiento (5 estiramientos y 5 dinámicos). Parte principal: (12 repeticiones x 3 series). 6 ejercicios de grandes grupos musculares alternando mmss y mmii. Tuvieron 6 sesiones de familiarización con el tipo de entrenamiento que fueron al 50% del RM. 1º Mes 60%RM / 2º Mes 70%RM / 3º Mes 80%RM Tuvieron 1 min de descanso entre cada ejercicio. 5 minutos de vuelta a la calma</p> 	<p>Función Endotelial: no se encontraron grandes cambios en ninguno de los 2 grupos.</p> <p>Función Cardiorrespiratoria: ambos grupos tuvieron mejoras en el VO2 pico.</p> <p>Fuerza Muscular: el grupo HIIT tuvo mejores resultados en la ganancia de fuerza muscular que el grupo CRT.</p> <p>Rendimiento Físico: el grupo de intervención ERC fue más eficaz para mejorar el rendimiento físico en comparación con el HIIT:</p>

Referencia	Muestra	Objetivo	Metodología y variables	Resultados
Winzer et al. (2022)	<p>41 sujetos con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada fueron seleccionados para llevar a cabo el plan de entrenamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ GC (GUIDLINE n=12) ➤ GI (HIIT n=14) ➤ GI (ECIM n=15) 	<p>Analizar los cambios moleculares en el músculo esquelético de pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada realizando diferentes modalidades de entrenamiento físico.</p>	<p>Tipo ECA</p> <p>Plan de entrenamiento fue presencial durante 3 meses y posteriormente los siguientes 9 meses fue autónomo supervisado a distancia.</p> <p>Las biopsias musculares fueron tomadas preintervención, a los 3 meses y a los 12 meses. Se midieron proteínas y ARNm de proteínas relacionadas con la atrofia muscular, actividades enzimáticas de enzimas relacionadas al metabolismo energético y a las células satélite (CS).</p>	<p>La capacidad de ejercicio (V02 peak) mejoró 3 meses después del entrenamiento moderado con ejercicio continuo y HIIT. Este efecto beneficioso se perdió después de 12 meses.</p> <p>El HIIT mejoró principalmente los marcadores del metabolismo energético y la cantidad y función de SC.</p>

8.2 Anexo 2. Significado siglas - acrónimos

Tabla 2
Cuadro abreviaturas empleadas

SIGLAS Acrónimos	Significado
CPET	<i>Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar</i>
CS	<i>Células Satélite</i>
DCI	<i>Desfibrilador Cardioversor Implantable</i>
EAI	<i>Entrenamiento Aeróbico Interválico</i>
ECIM	<i>Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada</i>
EPCs	<i>Células Endoteliales Progenitoras</i>
ERC	<i>Entrenamiento de Resistencia en Circuitos</i>
ERI	<i>Entrenamiento de Resistencia Intensivo</i>
FA	<i>Fibrilación Auricular</i>
FCR	<i>Frecuencia Cardíaca de Reserva</i>
FEVI	<i>Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo</i>
HIIT	<i>Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad High Intensity Interval Training</i>
HRV	<i>Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca</i>
IAM	<i>Infarto Agudo de Miocardio</i>
IC	<i>Insuficiencia Cardíaca</i>
ICA	<i>Insuficiencia Cardíaca Aguda</i>
ICC	<i>Insuficiencia Cardíaca Crónica</i>
ICFep	<i>Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección preservada</i>
ICFer	<i>Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección Reducida</i>
MCI	<i>Miocardopatía Isquémica</i>
NICM	<i>Miocardopatía No Isquémica</i>
PMME	<i>Programa Multidisciplinario de Manejo de la Enfermedad</i>
RC	<i>Rehabilitación Cardíaca</i>
RPE	<i>Índice de Esfuerzo Percibido</i>
RS	<i>Ritmo Sinusal</i>
TRC	<i>Terapia de Resincronización Cardíaca</i>
VFSV	<i>Volumen Final de la Sístole Ventricular</i>
VO2pico	<i>Consumo Pico de Oxígeno</i>
VT1	<i>Primer Umbral Ventilatorio</i>