

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad en Pacientes  
con Insuficiencia Cardíaca y Fracción de Eyección Reducida:  
Revisión Bibliográfica**

AUTOR: Martínez Gil, Adrián

TUTOR: Moreno Carmona, Olga

Departamento: Patología y Cirugía.

Curso académico 2022-2023.

Convocatoria de junio.



## Índice

1. Resumen.....	1
2. Introducción .....	3
3. Objetivos .....	6
4. Material y métodos .....	7
5. Resultados .....	10
6. Discusión .....	11
7. Conclusiones.....	15
8. Anexos.....	16
9. Bibliografía.....	25



## 1. Resumen

**Introducción:** En la actualidad, hay discrepancia en la elección del tipo de ejercicio adecuado para los pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida. Además, las cifras de incidencia son cada vez más altas debido al aumento de la esperanza de vida, por ello, es necesario aplicar el método de rehabilitación correcto para que las condiciones físicas de los pacientes sean lo más óptimas posibles.

**Objetivos:** Revisar los efectos beneficiosos y adversos del HIIT en pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida, compararlos con los efectos de otros tipos de entrenamientos y conocer si hay influencia en la calidad de vida.

**Material y métodos:** Se revisó la literatura científica en las bases de datos Pubmed, Web of Science y Embase sobre los efectos del HIIT en pacientes con insuficiencia y fracción de eyección reducida, obteniendo un total de 192 artículos, de los cuales 7 fueron incluidos en el estudio tras cumplir los criterios de inclusión y exclusión.

**Resultados:** Los artículos aportan información sobre los beneficios y efectos adversos del HIIT, además de compararlos con los efectos del MCT. Se ha comprobado que este tipo de entrenamiento aumenta el VO<sub>2</sub> pulmonar, la potencia de eyección del corazón y la capacidad aeróbica, y disminuye la presión arterial, la actividad simpática y la rigidez arterial.

**Conclusiones:** El HIIT aporta grandes beneficios a los pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida, pero no está demostrado que muchos de estos sean significativamente superiores a los de otros tipos de entrenamientos. Además, tampoco se ha demostrado con certeza que se produzcan cambios en la calidad de vida tras la realización de un programa de HIIT. Se espera que en los próximos años salgan más estudios acerca de este tema.

**Palabras clave:** “HIIT”, “Interval Training”, “High Intensity Interval Training”, “Heart Failure”, “Reduced Ejection Fraction”.

## **Abstract**

**Background:** Currently, there is disagreement in choosing the appropriate type of exercise for patients with heart failure and reduced ejection fraction. Furthermore, the incidence rates are increasing due to the rise in life expectancy. Therefore, it is necessary to apply the correct rehabilitation method to optimize the physical conditions of patients as much as possible.

**Objectives:** Review the benefits and adverse effects of HIIT in patients with heart failure and reduced ejection fraction, comparing them with the effects of other types of exercise and determining if there is an influence on quality of life.

**Material and methods:** A bibliographic review was carried out in three databases: Pubmed, Web of Science and Embase. We got 192 articles and 7 of them were included in our review after checking inclusion and exclusion criteria.

**Results:** Those articles provide information about benefits and adverse effects of HIIT, in addition to compare them with MCT effects. This type of training has been shown to increase lung VO<sub>2</sub>, heart ejection power, and aerobic capacity, and decrease arterial pressure, sympathetic activity and arterial stiffness.

**Conclusions:** HIIT provides significant benefits to patients with heart failure and reduced ejection fraction, but it has not been proven that many of these benefits are significantly superior to those of other types of exercise. Additionally, it has not been conclusively demonstrated that there are changes in quality of life before the completion of a HIIT program. It is expected that more studies on this topic will be published in the coming years.

**Key Words:** “HIIT”, “Interval Training”, “High Intensity Interval Training”, “Heart Failure”, “Reduced Ejection Fraction”.

## 2. Introducción

### *Generalidades*

Una definición válida y consensuada para la insuficiencia cardíaca es que se trata de una condición en la que el corazón no puede bombear la sangre suficiente para satisfacer las necesidades que el cuerpo requiere. Sin embargo, hay mucha controversia entre los profesionales a la hora de definir qué es la insuficiencia cardíaca. De hecho, otros muchos la prefieren definir como una anomalía en la estructura o función del corazón que provoca un fallo en el mismo a la hora de suministrar oxígeno a una velocidad adecuada (Bozkurt et al., 2021). Atendiendo a los datos de los últimos 30 años, la prevalencia de la insuficiencia cardíaca en mayores de 50 años se sitúa en un 8,3% de media y con un 33% de letalidad, encontrando los valores más altos en los mayores de 65 años (Emmons-Bell et al., 2022). Estas altas cifras de afectados combinadas con el aumento de la incidencia debido a una esperanza de vida de la población cada vez mayor, supone millones de hospitalizaciones al año, y, por tanto, se traduce en una carga económica sustancial para el sistema de atención médica (Ziaeián y Fonarow, 2016). En total, la insuficiencia cardíaca afecta a más de 64 millones de personas en todo el mundo (Savarese et al., 2023).

### *Tipos de insuficiencia cardíaca*

Atendiendo al tiempo de evolución de la patología, podemos diferenciar la insuficiencia cardíaca en dos tipos:

- La insuficiencia cardíaca aguda, que se define como la aparición veloz de síntomas y signos que empeoran rápidamente, y que, a menudo, pueden derivar a la muerte u hospitalización inmediata del paciente (Kurmani y Squire, 2017).
- La insuficiencia cardíaca crónica o avanzada, caracterizada por un empeoramiento progresivo de los síntomas y una mayor disfunción del ventrículo a pesar de las terapias utilizadas (Truby y Rogers, 2020).

También se puede clasificar atendiendo a la fracción de eyección. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo o FEVI es la medida central de función sistólica del ventrículo izquierdo, es decir, el porcentaje de sangre que sale del corazón en cada contracción (Kosaraju et al., 2023). Dependiendo de este porcentaje, podemos hablar de:

- Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: cuando la fracción de eyección se sitúa por encima del 50-55% (Kosaraju et al., 2023). Es común preguntarse por qué existe insuficiencia cardíaca cuando el volumen de sangre expulsado se encuentra dentro de la normalidad. Esto se debe a que hay otros factores diferentes a la fuerza de expulsión de la sangre

que son los que producen esta falta de oxígeno, por ejemplo, el acoplamiento ventricular-vascular anormal, la vasodilatación anormal, la hipertensión, el estrés oxidativo, etc. (Nair, 2020).

- Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida: se da cuando la fracción de eyección del ventrículo izquierdo se sitúa por debajo del 40%. Si esta se sitúa entre el 40-50%, se considerará una fracción de eyección moderadamente reducida (Kosaraju et al., 2023). Esto se acompaña de una dilatación del ventrículo izquierdo y una remodelación cardíaca adversa (Murphy et al., 2020). Nuestra revisión se centrará en este tipo de insuficiencia cardíaca, es decir, toda aquella con una fracción de eyección menor al 50%.

### ***Causas de insuficiencia cardíaca***

Existen diversos factores de riesgo que pueden favorecer la aparición de esta enfermedad, la mayoría de ellos modificables o producidos por hábitos tóxicos, aunque otros son intrínsecos del propio paciente (Piepoli et al., 2022). Como ejemplos más comunes de estos factores de riesgo tenemos la cardiopatía isquémica (infarto agudo de miocardio o angina de pecho), la hipertensión arterial (Bui et al., 2010), el tabaquismo (principal causante de que la fracción de eyección se reduzca), la obesidad (el riesgo de desarrollo de insuficiencia aumenta más de un 5% por cada incremento de  $1\text{kg}/\text{m}^2$  en el IMC) (Piepoli et al., 2022) y la diabetes, entre otros, que predicen tanto la incidencia de la insuficiencia cardíaca como su gravedad (Bui et al., 2010).

Como hemos hablado antes, un paciente con insuficiencia cardíaca tendrá dificultad para bombear la sangre con la fuerza adecuada para poder satisfacer las necesidades fisiológicas del cuerpo (Bozkurt et al., 2021). Este déficit de fuerza sistólica puede deberse a una alta concentración de troponina T en la sangre (Koppen et al., 2021), que es un biomarcador establecido para diagnosticar la lesión cardíaca (Torre y Jerolim, 2015). Esta sustancia la necesitan las células cardíacas para contraerse y cuando se dañan la liberan a la sangre (Koppen et al., 2015), por tanto, se puede diagnosticar un infarto agudo de miocardio si se detecta que la concentración en sangre de esta sustancia está más elevada de lo normal. Unas horas después del evento, parte de esta sustancia se reabsorbe (Torre et al., 2015), aunque quedará una elevación anormal en la sangre. Hasta que no se reabsorba, el corazón no bombeará sangre con la fuerza suficiente, lo que se traducirá en una insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida.

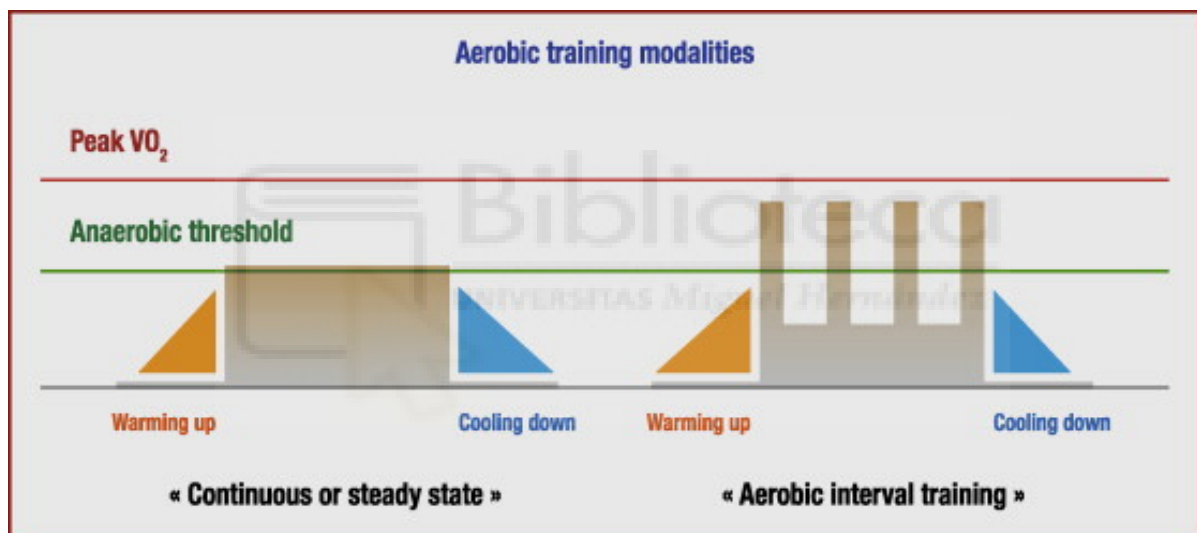
### ***Tratamiento de la insuficiencia cardíaca***

La fuerte evidencia muestra que la inactividad física aumenta el riesgo de muchas condiciones adversas de salud, como las enfermedades cardiovasculares (Ramírez-Vélez et al., 2019). Para mejorar la condición física de los pacientes con insuficiencia cardíaca se han estudiado diferentes tipos de entrenamiento, aunque recientemente la ciencia se ha enfocado en dos tipos principales (Benda et al., 2015):

- Entrenamiento interválico de alta intensidad: se refiere al ejercicio intermitente que implica alternar ráfagas cortas de actividad de alta intensidad con actividad de menor intensidad para la recuperación o el descanso (Cao et al., 2019). Normalmente se realiza en intervalos de 1 a 4 minutos (Øyvind et al., 2017).
- Entrenamiento continuo moderado: El entrenamiento continuo moderado se lleva a cabo en turnos de ejercicio aeróbico que se realizan a una baja o moderada intensidad y sin intervalos de pausa (Wisloff et al., 2007).

A continuación se encuentra la *FIGURA 2. Modalidades del entrenamiento aeróbico* (Tabet et al., 2009), muy útil para observar de forma gráfica y aclarativa las diferencias entre el entrenamiento interválico de alta intensidad y el entrenamiento continuo moderado.

**FIGURA 2. Modalidades del entrenamiento aeróbico**



### **Justificación**

La incidencia de la insuficiencia cardíaca va en aumento debido al aumento de la esperanza de vida y de los hábitos tóxicos entre las personas más jóvenes. Por ello, se ha convertido en una patología de gran importancia y que se quiere intentar tratar de la manera más efectiva posible. Hasta hace unos años el entrenamiento por excelencia que se realizaba en la rehabilitación de la insuficiencia cardíaca era el entrenamiento continuo moderado. Esto se debía a que el HIIT era una forma de entrenamiento sin demasiado respaldo científico. Sin embargo, actualmente se quiere demostrar su eficacia y seguridad en pacientes con patología cardíaca y se ha empezado a sustituir el entrenamiento continuo por el interválico para ver si tiene más efectos beneficiosos. Por ello, queremos revisar la literatura científica de los últimos años y comprobar si en los pacientes con fracción de eyección reducida este tipo de entrenamiento tiene mayores efectos que el ejercicio continuo moderado.



### 3. Objetivos

Utilizaremos la estrategia PICO para definir los objetivos concretos que buscaremos con esta revisión.

- Paciente (P): Personas con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida.
- Intervención (I): Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT).
- Comparación (C): -
- Resultado/Objetivo (O): Conocer los efectos beneficiosos y adversos tras realizar este entrenamiento.

#### **Objetivo General**

El objetivo principal es revisar los efectos, tanto beneficiosos como adversos, del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida.

#### **Objetivos Específicos**

- Comparar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) con los del entrenamiento continuo moderado (MCT) y ver cuál de ellos es más conveniente en cada caso.
- Valorar si hay una mejora en la calidad de vida de los pacientes tras el tratamiento recibido.

#### 4. Material y métodos

Este estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con el siguiente código COIR: **TFG.GFI.OMC.AMG.230504**.

La metodología que se ha utilizado para realizar el siguiente trabajo ha sido una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos y relacionada con el tema principal del estudio. La búsqueda se ha realizado entre las fechas del 16 de enero al 15 de febrero de 2023.

Hemos realizado una búsqueda ordenada utilizando como términos clave “EIAI”, “Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad”, “Entrenamiento Interválico”, “Insuficiencia Cardíaca”, “Fracción de Eyección Reducida”. Los resultados de sus traducciones para realizar la búsqueda en bases de datos internacionales son los siguientes respectivamente: “HIIT”, “High Intensity Interval Training”, “Interval Training”, “Heart Failure”, “Reduced Ejection Fraction”.

Se ha realizado esta búsqueda en las siguientes bases de datos: Pubmed, Web Of Science y Embase. Se han utilizado los operadores booleanos “AND” y “OR”, combinándolos con las distintas palabras clave para así poder generar nuestra ecuación de búsqueda.

##### **Criterios de selección de artículos**

- Criterios de inclusión:
  - Artículos publicados en los últimos 10 años.
  - Que sean ensayos clínicos / ensayos controlados aleatorizados.
  - Experimentación en humanos.
  
- Criterios de exclusión:
  - Pacientes con fracción de eyección preservada.
  - Pacientes con otras enfermedades concomitantes a la insuficiencia cardíaca.
  - Artículos que no se refieran expresamente al tema o no lo incluyan.

##### **Se han encontrado los siguientes artículos:**

PUBMED: 28 resultados en total, de los cuales se reducen a 8 tras aplicar los criterios de inclusión mencionados anteriormente.

WEB OF SCIENCE: Se han encontrado 124 artículos con la ecuación de búsqueda. Tras aplicar todos los filtros la cantidad de artículos que nos siguen interesando se ha reducido a 20.

EMBASE: Se han encontrado 40 artículos con nuestra ecuación. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión descritos anteriormente el número de artículos se reduce a 15.

En la siguiente tabla hemos recogido la ecuación de búsqueda generada en cada base de datos, así como la cantidad de resultados obtenidos:

<b>Tabla 1. Búsqueda y resultados en las distintas bases de datos.</b>			
Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados totales	Resultados tras aplicar filtros
Pubmed	(((((HIIT[Title/Abstract]) OR (High Intensity Interval Training[Title/Abstract])) OR (Interval Training[Title/Abstract])) AND (Heart Failure[Title/Abstract])) AND (reduced ejection fraction[Title/Abstract]))	28	8
Web Of Science	((((TS=(HIIT)) OR TS=(High Intensity Interval Training)) OR TS=(Interval Training)) AND TS=(Heart Failure)) AND TS=(Reduced Ejection Fraction)	124	20
Embase	('high intensity interval training':ti,ab,kw OR 'hiit':ti,ab,kw OR 'interval training':ti,ab,kw) AND 'heart failure':ti,ab,kw AND 'reduced ejection fraction':ti,ab,kw	40	15

- Selección de resultados tras eliminación de duplicados y lectura de título y abstract de los artículos:
  - Pubmed: 4 artículos
  - Web Of Science: 4 artículos
  - Embase: 3 artículos
- En total, 11 artículos entre las tres bases de datos. Tras una lectura exhaustiva de los mismos seleccionamos finalmente la cantidad de: **7 artículos**.

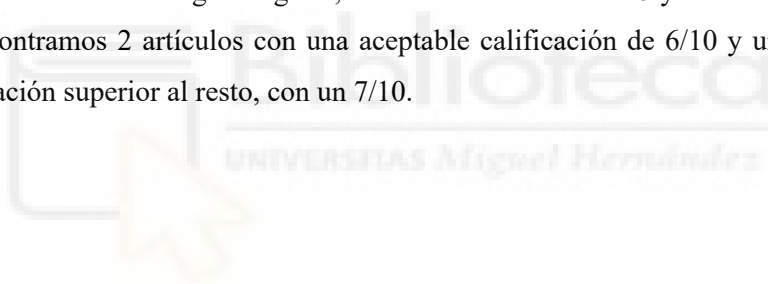


## 5. Resultados

Se ha realizado una búsqueda en distintas bases de datos aplicando nuestros criterios de inclusión y exclusión. Durante el transcurso de búsqueda se han descartado distintos artículos, ya sea por no cumplir los criterios de inclusión o porque, tras una lectura más minuciosa de los mismos, no han proporcionado la información necesaria. Todos los resultados han quedado recogidos en el diagrama de flujo, que se encontrará en la sección de *Anexos (FIGURA 1. Diagrama de flujo)*.

De cada uno de los artículos finalmente seleccionados para la revisión bibliográfica, se ha elaborado una tabla-resumen que contiene los datos importantes y de interés para este estudio (*TABLA 2. Resultados*). Estos artículos nos hablan de los diversos efectos del entrenamiento interválico, tanto de los efectos a corto plazo como de los efectos a largo plazo.

En relación con las calificaciones que se han obtenido en la escala PEDro (*TABLA 3. Resumen de las puntuaciones obtenidas en la escala PEDro*), se ha observado que varios artículos, en concreto 4 de ellos, tienen una calidad metodológica regular, uno de ellos con un 4/10 y tres de ellos con un 5/10. Seguidamente encontramos 2 artículos con una aceptable calificación de 6/10 y uno de los artículos obtuvo una calificación superior al resto, con un 7/10.



## 6. Discusión

En estos últimos años ha surgido un gran interés por el Ejercicio Interválico de Alta Intensidad como una estrategia de tratamiento en los pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida. A diferencia que el entrenamiento continuo moderado, esta variante de entrenamiento podría estimular de una manera más intensa el sistema cardiovascular y parece ser que ofrece beneficios adicionales al entrenamiento continuo moderado.

### ▪ *Efectos beneficiosos del HIIT*

Numerosos autores han encontrado una gran cantidad de beneficios del HIIT, que enumeramos a continuación:

En el estudio de *Ellingsen et al., 2017*, se comprueba que tras el entrenamiento interválico se producen cambios en el diámetro del ventrículo izquierdo. Este estudio tuvo una duración de 52 semanas, por lo que podemos decir que son cambios a largo plazo, un dato que se relaciona de forma coherente con el estudio de *Holloway et al., 2018*, que nos afirma que hay una ausencia de cambios estructurales vasculares a corto plazo tras realizar HIIT. Este último estudio solamente duró 6 semanas, por lo tanto, no pudo comprobar si se producen o no cambios estructurales a largo plazo en el músculo cardíaco.

Con respecto al VO<sub>2</sub>, varios artículos como los de *Koufaki et al., 2014*, *Huang et al., 2014*, *Ellingsen et al., 2017*, *Koppen et al., 2021* y *Chrysohoou et al., 2014*, concuerdan en un mismo resultado. Se produce un aumento del pico de VO<sub>2</sub> (medido mediante ergoespirometría) en los pacientes que realizan Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad.

Respecto a la reabsorción de la Troponina T por las células cardíacas, se produce de manera notable en los pacientes que realizan HIIT, según los datos que nos proporciona el artículo de *Koppen et al, 2021*, donde podemos ver que la concentración de esta proteína en sangre se reduce de 49 ng/l a 14 ng/l en cuestión de 1 año.

*Koufaki et al., 2014* y *Holloway et al., 2018* coinciden en que se produce una disminución de la presión arterial a corto plazo en los pacientes que realizan HIIT.

Con respecto al volumen de eyección, *Holloway et al., 2018* comprobó que se produce un aumento de la cantidad de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo a corto plazo en los pacientes que realizan HIIT, aunque estos cambios fueron pequeños y probablemente de poca importancia. *Ellingsen et al.,*

2017 y *Huang et al., 2014* están de acuerdo con esa afirmación y sus estudios concluyen con un resultado similar.

Los dos únicos autores que nos proporciona datos sobre la capacidad aeróbica y la velocidad de la marcha son *Koufaki et al., 2014* y *Huang et al., 2014*. Ambos exponen que estas capacidades aumentan de forma destacable.

*Chrysohoou et al., 2015*, se basó en investigar los beneficios al combinar el entrenamiento interválico con ejercicios de fuerza. Su estudio demostró que esta combinación produce una disminución de la rigidez arterial en este tipo de pacientes. Sin embargo, *Holloway et al., 2018*, cuyo estudio no combinó el HIIT con ningún otro tipo de ejercicios, nos afirman que no hubo reducciones beneficiosas de la rigidez arterial central. No obstante, este último artículo es el que menos puntuación ha obtenido en la escala PEDro, por tanto, sería conveniente realizar otras investigaciones de mayor calidad acerca de ello para obtener una respuesta completamente fiable.

En el estudio de *Sales et al., 2020*, se comprobó que se produce una disminución de la actividad simpática tras 12 semanas de HIIT.

- ***Efectos adversos del HIIT***

Solamente dos artículos, los de *Koufaki et al., 2014* y *Ellingsen et al., 2017*, muestran algunos efectos adversos del entrenamiento interválico.

*Koufaki et al., 2014* nombran efectos como síncope o ataques de ansiedad, pero ninguno más grave que los mencionados anteriormente. Además, estos efectos se han dado en una cantidad muy reducida de pacientes, ya que se dieron en un total de 2 pacientes, habiendo un total de 15 en el estudio.

Por otro lado, 32 de los 90 pacientes que completaron el estudio de *Ellingsen et al., 2017* en el grupo de HIIT tuvieron eventos adversos cardiovasculares como arritmias, empeoramiento de la insuficiencia cardíaca o dolor en el pecho, y de esos, 3 fueron eventos mortales. Aun así, no se pudo demostrar que la causa de los efectos adversos fuese el HIIT, ya que el porcentaje de eventos adversos fue muy parecido en el grupo de MCT, y el número de fallecimientos fue también de 3.

- ***Comparaciones entre efectos del HIIT y MCT***

En algunos casos, los estudios demuestran que los beneficios que se dan tras realizar HIIT son mayores que tras realizar MCT, en concreto:

La reabsorción de Troponina T por las células cardíacas se produce de manera más rápida en los pacientes que realizan HIIT que en los pacientes que realizan MCT, según los datos que nos proporciona el artículo de *Koppen et al, 2021*.

Con respecto a la presión arterial, *Holloway et al, 2018* también afirma que esta disminución es significativamente mayor en los pacientes que realizan HIIT que en los que realizan MCT, aunque al ser un artículo de baja calidad metodológica, sería conveniente realizar más investigación acerca de esta última afirmación.

*Sales et al, 2020* nos comenta en su estudio que existe una disminución notable de la actividad simpática en los pacientes tras realizar HIIT, y además compara esta reducción con los pacientes que realizan MCT, llegando a la conclusión de que esta disminución es significativamente mayor en los pacientes que realizan entrenamiento interválico.

Por otro lado, hay otros estudios que concluyen que algunos beneficios no tienen diferencias notables entre el HIIT y el MCT, por ejemplo:

En el estudio de *Ellingsen et al., 2017*, se comprueba que tras el entrenamiento interválico se producen cambios en el diámetro del ventrículo izquierdo, aunque no diferenciables significativamente entre los que realizan HIIT y los pacientes que realizan MCT.

Con respecto al VO<sub>2</sub>, hay dos de los artículos, el de *Koufaki et al., 2014* y el de *Ellingsen et al., 2017*, que nos comentan que, aunque se produzca un aumento evidente del pico de VO<sub>2</sub> tanto en los pacientes que realizan HIIT como en los que realizan MCT, las diferencias entre ambos grupos no son significativas.

Al hablar del aumento del volumen de eyección hay discrepancias en dos de los tres artículos que lo mencionan al compararlo entre el HIIT y el MCT. *Holloway et al., 2018* afirma que hay diferencias significativas entre ambos grupos, mientras que *Ellingsen et al., 2017* afirma que el aumento de expulsión de sangre es pequeño en ambos grupos y sin unas diferencias notables entre ellos. Tras esta contradicción y observando la escala PEDro, podemos ver que el artículo de *Ellingsen et al., 2017* tiene una calidad metodológica 3 puntos mayor, con una puntuación de 7. Por tanto, tenemos que anteponer los resultados de este estudio y concluir que no hay diferencias entre grupos.



La comparación de la capacidad aeróbica la encontramos en el estudio de *Koufaki et al., 2014*, que proporciona los resultados entre pacientes que realizaron MCT o HIIT, y concluye que no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

- ***Cambios en la calidad de vida***

Los dos únicos artículos que evalúan la calidad de vida como tal son los de *Koufaki et al., 2014* y *Ellingsen et al., 2017*, los cuales coincidieron en resultados. *Koufaki et al., 2014*, tras una serie de cuestionarios, intenta determinar si tras el tratamiento de HIIT hay unos cambios apreciables de la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes. El resultado fue que, a percepción de los pacientes, la calidad de vida en general no cambió sustancialmente en ningún grupo, por lo que se llegó a la conclusión de que una mejora en las funciones físicas de los pacientes no siempre produce una mejora de la calidad de vida de forma paralela. Por otro lado, *Ellingsen et al., 2017* utilizan distintos cuestionarios para obtener un resultado que coincide con el de *Koufaki et al., 2014*, no hubo diferencias significativas de la calidad de vida tras finalizar el estudio.

- ***Limitaciones***

Hay que destacar la variabilidad de los periodos de tratamiento ya que se diferencian bastante de unos estudios a otros, desde un mínimo de 6 semanas (Holloway et al, 2018) a un máximo de 52 semanas (Ellingsen et al, 2017; Koppen et al, 2021). Esto podría ser la causa de algunos resultados contradictorios que se han encontrado en diferentes artículos. Además, se echa en falta un seguimiento a largo plazo, ya que en pocos de los estudios se les realizan revisiones a los pacientes tras finalizar la investigación. Por otro lado, hay una gran escasez de literatura científica reciente que estudie el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad en pacientes con fracción de eyección reducida, ya que la mayoría de los artículos más actuales se centran en la fracción de eyección preservada. Se espera que en los próximos años vayan saliendo a la luz nuevos estudios que aumenten la evidencia científica y así facilitar la obtención de información.

## 7. Conclusiones

Para concluir, se puede decir que el Entrenamiento Interválico ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar significativamente diversos aspectos del rendimiento físico y salud en pacientes con insuficiencia cardíaca. El HIIT aumenta el VO<sub>2</sub> pulmonar, la potencia de eyección del corazón, la capacidad aeróbica y la velocidad de reabsorción de la troponina T, y disminuye la presión arterial, la actividad simpática y la rigidez arterial.

Por otro lado, se pueden dar eventos adversos en un reducido número de pacientes, como síncope, ataques de ansiedad o el fallecimiento, pero no se ha demostrado que estos eventos sean debidos al HIIT de manera específica.

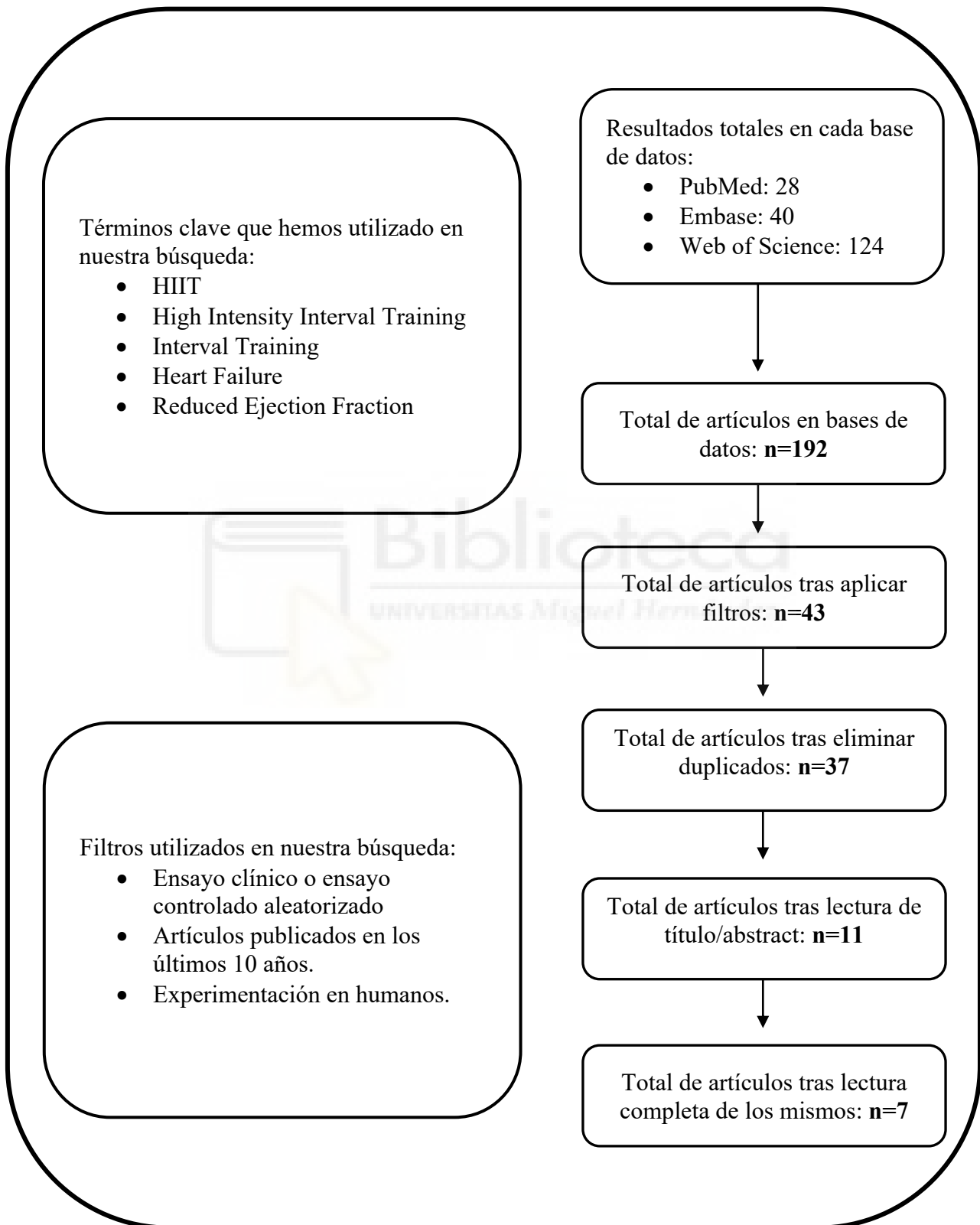
Queda demostrado que el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) tiene efectos beneficiosos en la salud cardiovascular de los pacientes con insuficiencia cardíaca, pero no se ha demostrado hasta el momento que muchos de sus efectos sean significativamente superiores a los de cualquier actividad física como, por ejemplo, el Entrenamiento Continuo Moderado. Se ha demostrado que sí que es superior en alguno de sus efectos, que son la disminución de la actividad simpática, la disminución de la presión arterial y la reabsorción de la troponina T pero no quedan suficientemente demostrados en el aumento del pico de VO<sub>2</sub>, la capacidad aeróbica, los cambios estructurales del ventrículo izquierdo y el aumento del volumen de eyección.

Además, atendiendo a la calidad de vida, no hay ningún estudio que demuestre que se produzcan cambios.

Es necesario que se lleve a cabo más investigación acerca de este tema, ya que en estos últimos años han salido diversos estudios centrándose en pacientes con fracción de eyección preservada, pero hay una escasez de literatura científica reciente que aborde a los pacientes con fracción de eyección reducida.

## 8. Anexos

FIGURA 1. Diagrama de flujo



**TABLA 2. Resultados**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction.</p> <p>2017</p> <p>Øyvind Ellingsen, Martin Halle, Viviane Conraads, Asbjørn Støylen, Håvard Dalen, Charles Delagardelle, Alf-Inge Larsen, Torstein Hole, Alessandro Mezzani, Emeline M Van Craenenbroeck, Vibeke Videm, Paul Beckers, Jeffrey W Christle, Ephraim Winzer, Norman Mangner, Felix Woitek, Robert Höllriegel, Axel Pressler, et al.</p>	<p>Comprobar si son ciertas las hipótesis que afirman que el entrenamiento interválico de alta intensidad da mejores resultados y producía un mayor índice de remodelación cardíaca que el entrenamiento continuo moderado, además de comprobar cual mejora más la capacidad aeróbica de los pacientes con insuficiencia cardíaca.</p>	<p>Dividimos un total de 261 pacientes de mediana edad (60) con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida en tres grupos. Uno de ellos realizaría un entrenamiento interválico de alta intensidad (90-95% FCM<sup>1</sup>) (N=90), otro un entrenamiento continuo moderado (60-70% FCM) (N=85) y al último de ellos únicamente se le pautó una recomendación de ejercicio regular (N=86). Este programa se extendería durante 52 semanas, aunque solo en las primeras 12 semanas se les realizarían evaluaciones de seguimiento.</p>	<p>Tras concluir el estudio se pudo observar que los cambios en el diámetro del ventrículo izquierdo no se diferenciaron significativamente entre los que realizaron entrenamiento interválico de alta intensidad y los que realizaron entrenamiento continuo moderado. Si que había unas ligeras diferencias positivas entre estos dos grupos nombrados anteriormente comparándolos con los que únicamente recibieron directrices de realizar ejercicio regular (sin seguimiento).</p>	<p>Se ha llegado a la conclusión de que los resultados del estudio no fueron del todo correctos ya que en los registros de seguimiento se observa que las intensidades a las que los pacientes realizaron el ejercicio no fueron muchas veces las adecuadas. De hecho, más del 50% de los pacientes realizaron el entrenamiento interválico por debajo de la intensidad prescrita, en cambio, en el entrenamiento continuo, el 80% sobrepasaron la intensidad prescrita. Se necesitan más estudios en el futuro para poder llegar a una conclusión válida.</p>

<sup>1</sup>FCM=frecuencia cardíaca máxima

**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>Exercise Training and High-Sensitivity Cardiac Troponin T In Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction</p> <p>2021</p> <p>Elias Koppen, Torbjorn Omland, Alf Inge Larsen, Trine Karlsen, Axel Linke, Eva Prescott, Martin Halle, Havard Dalen, Charles Delagardelle, Torstein Hole, Emiline M van Craenenbroeck, Paul Beckers, et al.</p>	<p>En este estudio se pretende conocer si los diferentes tipos de ejercicio fisico pueden dar lugar a una reducción de la Troponina T en la sangre del paciente. La Troponina T la necesitan las células cardíacas para contraerse y cuando se dañan liberan esta sustancia a la sangre.</p>	<p>Se captaron a 261 pacientes y se dividieron en tres grupos. N=77 realizaron HIIT<sup>1</sup>, n=63 realizaron entrenamiento continuo moderado y n=73 realizaron ejercicio regular. Se le dieron estas pautas durante 12 meses. La concentración media de troponina T en sangre era de 49 ng/l, 35 ng/l y 35 ng/l respectivamente.</p>	<p>Al finalizar el estudio, la Troponina T en sangre se había reducido a 16 ng/l, 14 ng/l y 14 ng/l en ejercicio regular, ejercicio continuo moderado y HIIT respectivamente.</p>	<p>Se pudo observar que la reducción de la Troponina T en sangre había sido significativa en los tres grupos de ejercicio, sin diferencias grandes entre ellos al finalizar el estudio. Lo que si se observó es que en el grupo de HIIT hubo una reducción más rápida ya que de una media de 49 ng/l se reabsorbió hasta los 14 ng/l, mientras que la media en los otros dos grupos partía de 35 ng/l.</p>

<sup>1</sup>HIIT=High Intensity Interval Training

**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>Modified high-intensity interval training increases peak cardiac power output in patients with heart failure.</p> <p>2014</p> <p>Shu-Chun Huang, Mei-Kuen Wing, Pyng-Jing Lin, Feng-Chun Tsai, Tieh-Cheng Fu, Ming-Shien Wen, Chi-Tai Kuo, Jong-Shyan Wang.</p>	<p>Con este estudio se ha intentado evaluar si el ejercicio interválico de alta intensidad aumenta la fuerza de eyección o potencia cardíaca en pacientes con insuficiencia y fracción de eyección reducida.</p>	<p>Se dividieron un total de N=68 pacientes en dos grupos, N=35 HIIT y N=33 AH<sup>1</sup>. Uno de ellos realizaría HIIT durante 12 semanas (4 semanas → 50 min/día, 3 días semana; 8 semanas → intervalos de 3 min durante 50 min/día, 3 días semana), y el otro grupo solo tendría atención médica habitual.</p>	<p>El HIIT aumentó significativamente los volúmenes de oxígeno, la ventilación, el gasto cardíaco y el rendimiento de potencia cardíaca, mientras que en los pacientes que únicamente recibieron atención médica habitual no se encontraron diferencias entre su estado al inicio y al final del estudio.</p>	<p>El Entrenamiento Interválico mejora la fuerza de expulsión de la sangre y aumenta la eficiencia de la ventilación pulmonar durante el ejercicio, mejorando la capacidad aeróbica de los pacientes.</p>

<sup>1</sup>AH= Atención Médica Habitual

**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>Evaluating The Progressive Cardiovascular Health Benefits Of Short-Term High-Intensity Interval Training</p> <p>2018</p> <p>Kathryn Holloway, Denise Roche, Peter Angell, et al.</p>	<p>Con este estudio se pretendió valorar si el entrenamiento interválico de alta intensidad tenía efectos beneficiosos a nivel de rigidez vascular y de la función cardíaca.</p>	<p>Se reclutaron una serie de sujetos con insuficiencia. Dividieron a estos participantes aleatoriamente en dos grupos de 12: uno que realizó HIIT (1 min sprint/1 min recuperación) y otro grupo de control. El estudio duró 6 semanas y realizaban el entrenamiento 3 días por semana.</p>	<p>Hubo mejoras significativas en el grupo que realizó el HIIT. Por ejemplo, la presión arterial disminuyó y aumentó el volumen de eyección. En cambio, en el grupo de control la fracción de eyección se vio disminuida.</p>	<p>Este tipo de entrenamiento mejora a corto plazo la función vascular y cardíaca, pero 6 semanas de estudio no fueron suficientes para que se observasen cambios estructurales vasculares o cardíacos.</p>

**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>Low-Volume High-Intensity Interval Training VS Continuous Aerobic Cycling In Patients With Chronic Heart Failure: A Pragmatic Randomized Clinical Trial Of Feasibility And Effectiveness</p> <p>2014</p> <p>Pelagia Koufaki, Thomas H. Mercer, Keith P. George, James Nolan.</p>	<p>En este estudio se pretendió comparar cuál de los dos siguientes tipos de entrenamiento tenía mayores efectos beneficiosos para los pacientes con insuficiencia y FE&lt;45%: si el HIIT o el entrenamiento continuo.</p>	<p>Se convocaron a 15 pacientes y se dividieron en dos grupos de forma aleatoria. El grupo de entrenamiento continuo contó con n=9 y el grupo de HIIT con n=8. Realizaron 24 semanas de entrenamiento y una revisión a mitad del estudio y otra al final.</p>	<p>El pico de VO2 en inspiración aumentó en ambos grupos, pero no hubo diferencias significativas entre ambos. Además, también hubo mejora en la resistencia y la velocidad a la hora de realizar los entrenamientos. No se observaron otros cambios significativos.</p>	<p>Tanto el entrenamiento interválico de alta intensidad como el entrenamiento aeróbico continuo son dos formas de trabajo que producen mejoras significativas en los pacientes cardiopatas, pero en este estudio no se ha podido demostrar que un tipo de entrenamiento sea mejor o tenga mayor efecto que el otro. Los cambios han sido parecidos.</p>



**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>Cardiovascular Effects of High Intensity Interval Aerobic Training Combined With Strength Exercise In Patients With Chronic Heart Failure. A Randomized Phase III Clinical Trial</p> <p>2015</p> <p>Christina Chrysohoou, Athanasios Angelis, George Tsitsinakis, Stravroula Spetsioti, Ioannis Nasis, Dimitris Tsiachris, Panagiotis Rapakoulias, et al.</p>	<p>Con este estudio se pretendió evaluar si el entrenamiento interválico de alta intensidad combinado con ejercicios de fuerza era útil y proporcionaba efectos beneficiosos en pacientes con insuficiencia cardíaca y con la función del ventrículo izquierdo disminuida, además de evaluar los cambios en la capacidad de dilatación de la arteria aorta.</p>	<p>Se dividieron en dos grupos una cantidad de n=72 pacientes. De ellos, 33 realizaron el entrenamiento interválico con ejercicios de fuerza. Los 39 restantes fueron el grupo de NO intervención.</p> <p>La intervención constaba de un entrenamiento de 3 días a la semana durante 45 min. 30'' al máximo/30'' de recuperación.</p>	<p>La velocidad de onda de pulso es una variante que determina la rigidez arterial. A mayor velocidad de onda, mayor rigidez, y, por tanto, peor estado de la arteria. Esta variante se midió en el grupo que había realizado la intervención y se vio que había disminuido de forma significativa, mientras que en el grupo control no se redujo.</p>	<p>Podemos concluir que el HIIT combinado con ejercicios de fuerza ayuda a que la arteria aorta pierda rigidez y pueda dilatar más fácilmente, algo que es una gran ventaja y ayuda a que la calidad de vida de nuestros pacientes sea mejor.</p>

**TABLA 2. Resultados. Continuación**

Título, año y autores	Objetivos	Material y métodos	Resultados	Conclusiones
<p>High-intensity Interval Training Decreases Muscle Sympathetic Nerve Activity and Improves Peripheral Vascular Function in Patients with Heart Failure with Reduced Ejection Fraction</p> <p>2020</p> <p>Sales A.K., Azevedo L.F., Oliveira T.O., Alves M.J.N.N., Rodrigues A.G., Oliveira P.A., Jordao C.P., Andrade A., et al.</p>	<p>En pacientes con insuficiencia y FE reducida está comprobada una evidente disminución de la actividad del nervio simpático muscular tras la realización de ejercicio constante moderado, pero no se tienen datos ni información de que tras el HIIT ocurra lo mismo. Con este estudio se intentará comprobar los efectos del HIIT sobre esta actividad simpática.</p>	<p>Distribuyeron al azar en tres grupos (entrenamiento interválico, continuo moderado o sin entrenamiento) a 55 pacientes. N=18, N=18, N=19 respectivamente. Los grupos de intervención realizarían sesiones de entrenamiento 3 veces por semana durante 12 semanas.</p>	<p>La reducción de la actividad simpática fue evidente en ambos grupos de entrenamiento, al contrario que en el grupo de control. Sin embargo, esta reducción fue significativamente superior en el grupo que realizó HIIT. No hubo cambios significativos en la presión arterial ni diferencias entre los picos máximos de oxígeno.</p>	<p>La actividad simpática muscular tras 12 semanas de entrenamiento interválico se reducirá en un mayor grado si realizamos HIIT que si realizamos entrenamiento continuo moderado. Esto nos ayudará a una mayor relajación post-entrenamiento que también tendrá efectos favorables a nivel vascular y cardíaco.</p>

**TABLA 3. Resumen de puntuaciones de la evaluación de la calidad metodológica de los ECA, según la escala PEDro**

<b>ESCALA PEDro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Total</b>
Øyvind Ellingsen, et al. (2017)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7
Elias Koppen, et al. (2021)	No	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
Shu-Chun Huang, et al. (2014)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6
Kathryn Holloway, et al. (2018)	Sí	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4
Pelagia Koufaki, et al. (2014)	No	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Christina Chrysohoou, et al. (2015)	Sí	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
Sales A.K., et al. (2020)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Total: 38 puntos/7 estudios							Media: 5,43					

**Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados.**

**Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.**

**Criterio 3. La asignación fue oculta.**

**Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio con relación a los indicadores de pronóstico más importantes.**

**Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.**

**Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.**

**Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.**

**Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.**

**Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.**

**Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.**

**Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave. (1) = PRESENTE; (0) = AUSENTE**

Se incluye un criterio adicional (Criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“Aplicabilidad del ensayo”). Siguiendo las recomendaciones de la escala PEDro, no se tendrá en cuenta este criterio en el cálculo de la puntuación final.

Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.

## 9. Bibliografia

- Bozkurt, B., Coats, A. J., Tsutsui, H., Abdelhamid, M., Adamopoulos, S., et al. (2021). Universal Definition and Classification of Heart Failure: A Report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure. *Journal of cardiac failure*, S1071-9164(21), 00050-6.
- Kurmani S., Squire I. (2017). Acute Heart Failure: Definition, Classification and Epidemiology. *Current heart failure reports*, 14(5), 385–392.
- Truby, L. K., Rogers, J. G. (2020). Advanced Heart Failure: Epidemiology, Diagnosis, and Therapeutic Approaches. *JACC. Heart failure*, 8(7), 523–536.
- Emmons-Bell, S., Johnson, C., & Roth, G. (2022). Prevalence, incidence and survival of heart failure: a systematic review. *Heart (British Cardiac Society)*, 108(17), 1351–1360.
- Ziaecian, B., & Fonarow, G. C. (2016). Epidemiology and aetiology of heart failure. *Nature reviews. Cardiology*, 13(6), 368–378.
- Piepoli, M. F., Adamo, M., Barison, A., Bestetti, R. B., Biegus, J., et al. (2022). Preventing heart failure: a position paper of the Heart Failure Association in collaboration with the European Association of Preventive Cardiology. *European journal of heart failure*, 24(1), 143–168.
- Bui, A. L., Horwich, T. B., & Fonarow, G. C. (2011). Epidemiology and risk profile of heart failure. *Nature reviews. Cardiology*, 8(1), 30–41.
- Torre, M., & Jarolim, P. (2015). Cardiac troponin assays in the management of heart failure. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 441, 92–98.
- Savarese, G., Becher, P. M., Lund, L. H., Seferovic, P., Rosano, G. M. C., & Coats, A. J. S. (2023). Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovascular research*, 118(17), 3272–3287.
- Kosaraju, A., Goyal, A., Grigorova, Y., & Makaryus, A. N. (2023). Left Ventricular Ejection Fraction. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Nair N. (2020). Epidemiology and pathogenesis of heart failure with preserved ejection fraction. *Reviews in cardiovascular medicine*, 21(4), 531–540.
- Murphy, S. P., Ibrahim, N. E., & Januzzi, J. L., Jr (2020). Heart Failure With Reduced Ejection Fraction: A Review. *JAMA*, 324(5), 488–504.
- Benda, N. M., Seeger, J. P., Stevens, G. G., Hijmans-Kersten, B. T., van Dijk, A. P., Bellersen, L., Lamfers, E. J., Hopman, M. T., & Thijssen, D. H. (2015). Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. *PloS one*, 10(10), e0141256.
- Cao, M., Quan, M., & Zhuang, J. (2019). Effect of High-Intensity Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiorespiratory Fitness in Children and

Adolescents: A Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 16(9), 1533.

- Ellingsen, Ø., Halle, M., Conraads, V., Støylen, A., Dalen, H, et al. (2017). High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*, 135(9), 839–849.
- Ramírez-Vélez, R., Hernández-Quiñones, P. A., Tordecilla-Sanders, A., Álvarez, C., Ramírez-Campillo, R., Izquierdo, M., Correa-Bautista, J. E., Garcia-Hermoso, A., & Garcia, R. G. (2019). Effectiveness of HIIT compared to moderate continuous training in improving vascular parameters in inactive adults. *Lipids in health and disease*, 18(1), 42.
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., Tjønnå, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., et al. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086–3094.
- Koppen, E., Omland, T., Larsen, A. I., Karlsen, T., Linke, A., Prescott, E., Halle, M., Dalen, H., Delagardelle, C., Hole, T., van Craenenbroeck, E. M., Beckers, P., Ellingsen, Ø., Feiereisen, P., Valborgland, T., Videm, V., & SMART-EX-HF Study Group (2021). Exercise training and high-sensitivity cardiac troponin T in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *ESC heart failure*, 8(3), 2183–2192.
- 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.
- Holloway, K., Roche, D., & Angell, P. (2018). Evaluating the progressive cardiovascular health benefits of short-term high-intensity interval training. *European journal of applied physiology*, 118(10), 2259–2268.
- Koufaki, P., Mercer, T. H., George, K. P., & Nolan, J. (2014). Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: a pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *Journal of rehabilitation medicine*, 46(4), 348–356.
- Chrysohoou, C., Angelis, A., Tsitsinakis, G., Spetsioti, S., Nasis, I., Tsiachris, D., Rapakoulis, P., Pitsavos, C., Koulouris, N. G., Vogiatzis, I., & Dimitris, T. (2015). Cardiovascular effects of high-intensity interval aerobic training combined with strength exercise in patients with chronic heart failure. A randomized phase III clinical trial. *International journal of cardiology*, 179, 269–274.
- Sales, A. R. K., Azevedo, L. F., Silva, T. O. C., Rodrigues, A. G., Oliveira, P. A., Jordão, C. P., Andrade, A. C. M., Urias, U., Guimaraes, G. V., Bocchi, E. A., Alves, M. J. N. N., Hajjar, L. A., Filho, R. K., Grunewald, Z. I., Martínez-Lemus, L. A., Padilla, J., & Negrão, C. E. (2020). High-Intensity Interval Training Decreases Muscle Sympathetic Nerve Activity and Improves Peripheral Vascular Function in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation. Heart failure*, 13(8), e007121.
- Tabet, J. Y., Meurin, P., Driss, A. B., Weber, H., Renaud, N., Grosdemouge, A., Beauvais, F., & Cohen-Solal, A. (2009). Benefits of exercise training in chronic heart failure. *Archives of cardiovascular diseases*, 102(10), 721–730.

- Huang, S. C., Wong, M. K., Lin, P. J., Tsai, F. C., Fu, T. C., Wen, M. S., Kuo, C. T., & Wang, J. S. (2014). Modified high-intensity interval training increases peak cardiac power output in patients with heart failure. *European journal of applied physiology*, 114(9), 1853–1862.

