



Entrenamiento interválico de alta intensidad versus entrenamiento continuo moderado en la rehabilitación cardíaca: Revisión Sistemática y Meta-análisis

Efficacy of high-intensity interval training versus moderate continuous training in cardiac rehabilitation: Systematic Review and Meta-analysis

Autores

Mauricio Tauda Tauda¹
Eduardo Cruzat Bravo²

¹ Universidad Santo Tomas Valdivia (Chile)

² Universidad Santo Tomas Valdivia

Autor de correspondencia:
Mauricio Tauda
Mauro.tauda@gmail.com

Cómo citar en APA

Tauda, M. T., Cruzat Bravo, E., & Suárez Rojas, F. (2025). Entrenamiento interválico de alta intensidad versus entrenamiento continuo moderado en la rehabilitación cardíaca: Revisión Sistemática y Meta-análisis. *Retos*, 63, 433-458.
<https://doi.org/10.47197/retos.v63.110286>

Resumen

El Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) y el Entrenamiento Continuo Moderado (MCT) son estrategias ampliamente empleadas en la rehabilitación de enfermedades cardiovasculares, con diferencias en sus mecanismos fisiológicos y potenciales beneficios. Objetivos: Este estudio buscó identificar la dosis más efectiva de HIIT y MCT para optimizar el entrenamiento en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) y evaluar el impacto del HIIT en el Vo2max.

Materiales y métodos: Se realizó una revisión sistemática de estudios aleatorios controlados entre 2010 y 2024 en bases de datos como PubMed, Scopus, Cochrane y Web of Science. Se incluyeron 16 estudios que compararon los efectos de HIIT y MCT en el Vo2max y otros resultados clínicos.

Resultados: Los análisis se realizaron mediante un modelo de efectos aleatorios, encontrando una diferencia de medias estandarizada promedio de 0,41 (IC 95%: 0,12 a 0,70), lo que indica un efecto positivo moderado a favor de HIIT ($t(15) = 3,05$, $p = 0,008$). Sin embargo, la heterogeneidad entre estudios fue significativa ($I^2 = 69,5\%$; $Q(15) = 45,10$, $p < 0,0001$). Estos resultados sugieren que el HIIT podría ser más eficaz que el MCT para mejorar el Vo2max en pacientes con insuficiencia cardíaca.

Conclusiones: Aunque los resultados son prometedores, la variabilidad entre estudios subraya la necesidad de un enfoque individualizado en la prescripción de ejercicio para optimizar los beneficios en programas de rehabilitación cardíaca.

Palabras clave

Entrenamiento; enfermedad cardiovascular; nivel físico; falla cardíaca.

Abstract

High-Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate Continuous Training (MCT) are widely employed strategies in the rehabilitation of cardiovascular diseases, differing in their physiological mechanisms and potential benefits.

Objectives: This study aimed to identify the most effective dose of HIIT and MCT to optimize training in patients with heart failure (HF) and evaluate the impact of HIIT on Vo2max. Materials and Methods: A systematic review of randomized controlled trials conducted between 2010 and 2024 was performed using databases such as PubMed, Scopus, Cochrane, and Web of Science. Sixteen studies comparing the effects of HIIT and MCT on Vo2max and other clinical outcomes were included.

Results: Analyses were conducted using a random-effects model, yielding an average standardized mean difference of 0.41 (95% CI: 0.12 to 0.70), indicating a moderate positive effect in favor of HIIT ($t(15) = 3.05$, $p = 0.008$). However, significant heterogeneity among studies was observed ($I^2 = 69.5\%$; $Q(15) = 45.10$, $p < 0.0001$). These findings suggest that HIIT may be more effective than MCT in improving Vo2max in patients with heart failure. Conclusions: Although the results are promising, variability among studies highlights the need for an individualized approach to exercise prescription to optimize the benefits of cardiac rehabilitation programs.

maximize each swimmer's potential, leading to more effective and efficient skill and capacity development.

Keywords

Training; cardiovascular disease; physical fitness level; heart failure.

Introducción

La insuficiencia cardíaca (IC) es un estado fisiopatológico y clínico complejo que presenta fenotipos variados, progresivos y multifactoriales. Esto dificulta que el corazón responda adecuadamente a las demandas de irrigación periférica y funcione de manera eficiente frente a presiones elevadas de llenado (Collados-Gutiérrez & Gutiérrez Vilahú, 2023; Bauersachs et al., 2022). El diagnóstico de la IC se realiza comúnmente mediante la detección de niveles elevados de péptido natriurético (NP) o mediante hallazgos objetivos de congestión pulmonar o sistémica cardiogénica, dependiendo de los métodos diagnósticos utilizados (Bozkurt et al., 2021; Chung et al., 2017; Pascual et al., 2016). Esta condición puede originarse a partir de diversas alteraciones en componentes cardíacos clave, incluyendo el pericardio, el miocardio, los fibroblastos cardíacos, las células endoteliales, las válvulas y ciertas anomalías metabólicas (McGregor et al., 2023). Entre las causas subyacentes se encuentran factores idiopáticos, infecciones virales, consumo de alcohol, quimioterapia, así como condiciones como la edad avanzada, hipertensión, diabetes, dislipidemia, obesidad, endocrinopatías y enfermedades genéticas (Michalska et al., 2018; Guha et al., 2018). Los tratamientos actuales para la IC se centran en reducir la precarga, aumentar la contractilidad, controlar la frecuencia cardíaca y prevenir la remodelación cardíaca (Sokolska et al., 2019). Los avances médicos, junto con la administración de medicamentos y las intervenciones no farmacológicas, han contribuido a disminuir la mortalidad y aumentar la expectativa de vida (Fernandez et al., 2020; Barge et al., 2020). En este contexto, el ejercicio físico emerge como un componente esencial en el manejo de la IC, mostrando beneficios significativos en la mejora de la capacidad funcional, la reducción de síntomas y la calidad de vida de los pacientes (Ramsey et al., 2021). Un ejercicio bien dosificado induce acondicionamiento en las estructuras periféricas, generando cambios hemodinámicos que pueden ralentizar el progreso de la insuficiencia cardíaca (Long et al., 2019). Además, el ejercicio ayuda a abordar los factores de riesgo asociados a la IC (López et al., 2022; King et al., 2019). Entre sus beneficios se incluyen el aumento del gasto cardíaco máximo, el volumen de eyección pico y la velocidad de llenado diastólico, así como un retraso en el remodelado del ventrículo izquierdo, lo que mejora la tolerancia al ejercicio y, por ende, la calidad de vida de los pacientes (Saito et al., 2023; Guazzi et al., 2022; Reddy et al., 2018). A pesar de la abundante evidencia y recomendaciones sobre el ejercicio físico en la IC (Orozco et al., 2022; Pelliccia et al., 2022), la efectividad de las intervenciones depende de múltiples factores, como la intensidad, el volumen, la frecuencia, los períodos de descanso, la edad y el nivel de acondicionamiento previo del paciente (Lum et al., 2023; Geidl et al., 2020). Un control específico de estas variables es crucial, ya que síntomas como disnea y fatiga pueden limitar la capacidad para realizar esfuerzo físico, contribuyendo a la congestión pulmonar y sistémica, así como a un aumento de la resistencia vascular periférica (Ezekowitz et al., 2017).

Actualmente, se ha demostrado que el ejercicio aeróbico aumenta el Vo_{2max} , un indicador clave de supervivencia en pacientes con enfermedades cardiovasculares. Los programas de rehabilitación cardíaca han investigado el entrenamiento aeróbico continuo, que implica ejercicio de intensidad moderada durante períodos prolongados (60-80% del Vo_{2max}). Sin embargo, los protocolos de ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT) han mostrado mejores resultados en el Vo_{2max} en menos tiempo. Estos protocolos incluyen cortos períodos de ejercicio de alta intensidad (85-100% del Vo_{2max}) intercalados con períodos de descanso relativo, lo que hace que una sesión habitual de HIIT incluya un calentamiento de 10 minutos seguido de varias rondas de ejercicio intenso, finalizando con una vuelta a la calma. A pesar de la eficacia del HIIT, se han observado diferencias significativas en los protocolos propuestos, que afectan la frecuencia (2-5 días/semana), la duración (30-60 min/sesión), la intensidad de recuperación (0-70% del Vo_{2max}) y las características del paciente. Identificar la influencia de estas variables en el Vo_{2max} podría ser fundamental para optimizar los programas de rehabilitación cardíaca en pacientes con IC o EAC. Además, se han realizado estudios para determinar qué tipo de intervención es más eficaz para mejorar la capacidad funcional de estos pacientes, ya que los procesos de rehabilitación y las discapacidades asociadas a ambas enfermedades pueden diferir.

Sin embargo, todavía no se ha establecido el mejor protocolo de HIIT o Entrenamiento continuo moderado (MCT) ni la cantidad óptima de ejercicio para mejorar el programa de rehabilitación en cada enfermedad. En consecuencia, el objetivo de este estudio es identificar la dosis más efectiva de ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT) y entrenamiento continuo moderado (MCT) para optimizar el entrenamiento en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Además, se busca evaluar el impacto de los

diferentes protocolos de HIIT en el Vo₂max de estos pacientes, con el fin de proporcionar recomendaciones que mejoren los programas de rehabilitación cardíaca.

Método

Pregunta de revisión

"¿Cuál es la efectividad comparativa del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) frente al entrenamiento continuo de intensidad moderada (MCT) en la mejora del Vo₂máx en pacientes con insuficiencia cardíaca?"

Métodos

El diseño de la revisión sistemática siguió el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews) (Page et al., 2021). Se llevó a cabo un proceso de inclusión de artículos y análisis estadístico. Se eliminaron las publicaciones duplicadas y se obtuvo el texto completo de los artículos seleccionados, los cuales fueron evaluados según los criterios de selección establecidos. Las variables relacionadas con el método de entrenamiento, como la frecuencia, la duración total de la sesión, la duración del ejercicio y los intervalos de recuperación, el número total de sesiones, el porcentaje de intensidad de cada intervalo, así como la edad, el sexo y el número de pacientes de cada estudio, fueron extraídas de los artículos y registradas en una hoja de cálculo Excel para su posterior análisis.

Términos y descriptores de búsqueda

Los términos y descriptores de búsqueda utilizados para este estudio se enfocaron en variables clave relacionadas con el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT), la enfermedad arterial coronaria (CAD) y la insuficiencia cardíaca crónica (ICC). Se implementaron operadores booleanos como "AND" y "OR" para establecer relaciones precisas entre los términos y asegurar una búsqueda exhaustiva. La estrategia de búsqueda definitiva se estructuró de la siguiente manera:

(High-intensity interval training OR cardiovascular rehabilitation OR physical activity OR physical therapy OR training) AND (heart failure OR cardiovascular disease OR congestive heart failure OR coronary artery disease)

(HIIT OR "cardiac rehabilitation" OR "exercise therapy" OR "rehabilitation program") AND ("chronic heart failure" OR "cardiovascular disorder" OR "coronary artery disease" OR "heart failure with reduced ejection fraction" OR "heart failure with preserved ejection fraction")

Esta estrategia permitió incluir estudios relevantes tanto sobre intervenciones con HIIT en pacientes con CAD e ICC, asegurando una revisión completa de la literatura en torno a la rehabilitación cardíaca y el entrenamiento físico en estos contextos.

Criterios de inclusión

Se incluyeron estudios con las siguientes características: Diseños de estudio: Ensayos clínicos con asignación aleatoria, estudios de cohortes, y estudios observacionales comparativos, ya sean retrospectivos o prospectivos. Participantes: Pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca aguda o crónica, con edad igual o mayor a 55 años, tanto hombres como mujeres. Intervención: Programas de rehabilitación que incluyeran entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), en los cuales se midiera el Vo₂máx. Comparación: Estudios que compararan HIIT con otros métodos de ejercicio, como el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MCT) o un programa de entrenamiento de fuerza. Fechas: Publicados entre enero de 2010 y marzo de 2024. Idioma: Sin restricción de idioma. Esta estrategia asegura la inclusión de estudios que evalúan los efectos del HIIT sobre el Vo₂máx y otros resultados clínicos en pacientes con insuficiencia cardíaca, permitiendo una comparación directa con otros métodos de entrenamiento como el MCT o la fuerza.

Criterios de exclusión

Se excluyeron los estudios que presentaran las siguientes características: No indexados: Estudios que no estuvieran indexados en bases de datos científicas reconocidas. Diseño: Artículos que no siguieran

un diseño de asignación aleatoria. Participantes: Estudios que incluyeran menores de edad. Calidad de datos: Estudios no concluyentes tras la evaluación del texto completo. Intervención: Estudios basados en programas de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en entornos acuáticos. Objetivo: Estudios que no se ajustaran al objetivo de la revisión. Condiciones específicas: Estudios que incluyeran pacientes con trasplantes, injertos, o valvulopatías. Suplementos: Estudios que investigaran el uso de suplementos alimenticios, ayudas nutricionales, o farmacológicas. Este conjunto de criterios de exclusión asegura que los estudios seleccionados se centren únicamente en los efectos del HIIT sobre el Vo2máx y otros parámetros relevantes en pacientes con insuficiencia cardíaca, sin factores que puedan sesgar los resultados.

Fuentes de información

Se realizó una revisión sistemática basada en artículos científicos recopilados de bases de datos indexadas, cubriendo el período desde enero de 2010 hasta enero de 2024. Las búsquedas se llevaron a cabo en cinco bases de datos clave para la investigación médica y científica: PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Embase. Estas bases de datos fueron seleccionadas por su relevancia y exhaustividad en la cobertura de estudios clínicos, investigaciones en ciencias de la salud, y revisiones sistemáticas, asegurando la inclusión de estudios de alta calidad sobre insuficiencia cardíaca y protocolos de entrenamiento HIIT y MCT.

Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección de los estudios se llevó a cabo en varias etapas para garantizar la inclusión de investigaciones pertinentes y la aplicación consistente de los criterios de elegibilidad: Eliminación de duplicados: Se comenzó por identificar y eliminar estudios duplicados encontrados durante la fase de búsqueda. Esto aseguró que cada estudio único se considerara una sola vez en el proceso de revisión. Selección inicial por título y resumen: Se realizó una evaluación preliminar basada en el título y el resumen de los estudios. En esta fase, se descartaron aquellos estudios que claramente no cumplían con los criterios de elegibilidad o que no estaban relacionados con los temas de interés (HIIT, insuficiencia cardíaca, Vo2max, CAD, ICC). Revisión completa: Los estudios que pasaron la selección inicial fueron sometidos a una revisión completa. Se examinaron en detalle para asegurar que cumplían con los criterios de inclusión predefinidos. En esta fase, se verificó la relevancia del contenido y se evaluó si la metodología del estudio se alineaba con los objetivos de la revisión, garantizando así la coherencia con los métodos de intervención y los resultados medidos.

Evaluación de la calidad

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada mediante la herramienta Cochrane de riesgo de sesgo (Cochrane ROB) mediante el juicio de sesgo que incluye el sesgo de selección de generación de secuencia aleatoria y ocultamiento de la asignación, sesgo de realización del cegamiento de los participantes y del personal, sesgo de detección de cegamiento de la evaluación de resultados, sesgo de deserción por datos de resultados incompletos, sesgo de informe de informe selectivo y otros sesgos.

Recolección de datos

Se recopilaron datos sobre los participantes en los estudios, Grupos de intervención y control: Se describieron los grupos que participaron en los estudios, incluyendo detalles sobre las intervenciones que recibieron. Tipología de la patología: Se identificó y describió la patología o condición médica que se abordó en los estudios, en este caso, la insuficiencia cardíaca. Intervención: Se detallaron las intervenciones que se aplicaron en los grupos de estudio, incluyendo información sobre el tipo de ejercicio, la duración y la intensidad. Período y frecuencia de intervención: Se registraron los detalles sobre la duración y la frecuencia de las intervenciones, lo que proporciona información importante sobre la forma en que se administran las terapias. Resultados: Se recopilaron datos sobre los resultados observados principalmente en el Vo2max.

Análisis estadístico

Comparación de Efectos: Se compararon dos métodos de entrenamiento: HIIT y MCT. Se calcularon estimaciones del efecto, específicamente las medias de rendimiento para ambos grupos. Estimaciones de Efecto: Se utilizaron estimaciones como el intercepto y el coeficiente asociado a cada método para

evaluar su impacto en la variable dependiente. Se calcularon intervalos de confianza (CI) para proporcionar un rango en el que se espera que se encuentre el verdadero efecto. Análisis de Heterogeneidad: Se evaluó la heterogeneidad entre los estudios mediante estadísticas como Tau, Tau², I², y el estadístico Q. Estos valores permiten determinar si las diferencias en los efectos observados entre los estudios son aleatorias o si son significativas. Pruebas de Sesgo de Publicación: Se llevaron a cabo pruebas como Kendall's Tau y Egger's Regression para evaluar si había sesgo en la publicación de los estudios analizados. Se calculó el Fail-Safe N para determinar cuántos estudios adicionales con resultados opuestos serían necesarios para cambiar la significancia de los hallazgos. Modelo de Efectos Aleatorios: Se utilizó un modelo de efectos aleatorios para estimar la diferencia entre HIIT y MCT, lo que permite tener en cuenta la variabilidad entre los estudios. Se evaluó la suma de cuadrados del error (SSE) para medir la variabilidad no explicada en el modelo. Correlación: se implementó un análisis de correlación para determinar el efecto de las variables de los métodos sobre los resultados del Vo2max. Se evalúa la calidad metodológica de los estudios mediante la escala riesgo de sesgo (Cochrane ROB). Este análisis se llevó a cabo utilizando el software estadístico Jamovi, lo que facilitó la implementación de los métodos estadísticos y la interpretación de los resultados.

Resultados

Según nuestros criterios de inclusión, se seleccionaron 16 estudios para esta revisión sistemática. Estos estudios utilizaron el protocolo de entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HITT) y compararon con entrenamiento continuo de intensidad moderada (MCT), entrenamiento de resistencia con pesas (SID) o algún programa de fuerza en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Los estudios incluidos midieron el Vo2max y se recuperaron de las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus, Web of science y Cochrane library. La media de edad de los participantes fue de 64.43 años y el total de participantes fue de 1,923. La media de fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) fue de 37.31%. Proceso de selección de registros identificados: Pubmed: 676, Scopus: 39, Web of science: 287, Cochrane library: 87, total registros identificados: 1,089. Registros eliminados antes de la proyección: duplicados eliminados: 587, no aptos por herramientas de automatización: 94, otros motivos: 87. Total registros eliminados: 768. Registros restantes para examinación: total registros restantes: 321, informes solicitados para recuperación: solicitados: 300, no recuperados: 48, informes recuperados: 252. Informes evaluados para legibilidad: total informes evaluados: 252. Informes excluidos: falta de datos: 93, no aleatorizados: 56, menor de 55 años: 53, sin texto completo: 45, legibilidad: 42. Total informes excluidos: 289. Estudios incluidos en la revisión sistemática: número total de estudios incluidos: 16. La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó utilizando la herramienta Cochrane Risk of Bias (Rob), específica para revisiones sistemáticas y metaanálisis. La figura 1 proporciona una visión general de esta evaluación de calidad de evidencia, mientras que la figura 2 muestra la estrategia de búsqueda y selección secuencial de los estudios.

Los estudios seleccionados, detallados en la tabla 1, incluyen información sobre el objetivo de cada investigación, la clasificación de la enfermedad, la cantidad de participantes, la intervención, la duración, la frecuencia, los intervalos de trabajo, la duración total del programa y la variable utilizada para cuantificar la intensidad del entrenamiento.

Tabla 1. Estudios a selección de riesgo de sesgo (Cochrane ROB)

| Estudios | Generación de secuencia aleatoria (Sesgo de selección) | Ocultación de la asignación (Sesgo de selección) | Enmascaramiento de los participantes y el personal (Sesgo de exclusión) | Enmascaramiento de la evaluación del resultado (Sesgo de detección) | Datos de resultados incompletos (Sesgo de exclusión) | Notificación selectiva (Sesgo de notificación) | Otros sesgos |
|----------------------------|--|--|---|---|--|--|--------------|
| Mueller et al., 2021 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Poco riesgo | Poco riesgo | Poco riesgo |
| Donelli et al., 2020 | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Besnier et al., 2019 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Poco claro | Bajo riesgo |
| Turri et al., 2021 | Bajo riesgo | Poco claro | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Koppen et al., 2021 | Bajo riesgo | Poco claro | Alto riesgo | Poco claro | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Papathanasiou et al., 2020 | Bajo riesgo | Poco claro | Poco claro | Poco claro | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Winzer et al., 2022 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Poco riesgo | Poco riesgo | Poco riesgo |
| Cardozo et al., 2021 | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Conraads et al., 2015 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Poco claro | Bajo riesgo |
| Currie et al., 2013 | Bajo riesgo | Poco claro | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |

| | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Wisløff et al., 2007 | Bajo riesgo | Poco claro | Alto riesgo | Poco claro | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Angadi et al., 2015 | Bajo riesgo | Poco claro | Poco claro | Poco claro | Bajo riesgo | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Freyssin et al., 2012 | Bajo riesgo | Poco claro | Poco claro | Poco claro | Poco claro | Bajo riesgo | Bajo riesgo |
| Smart et al., 2011 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Poco claro | Poco claro | Bajo riesgo |
| Spruit et al., 2010 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Poco claro | Bajo riesgo |
| Taylor et al., 2020 | Bajo riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Alto riesgo | Bajo riesgo | Poco claro | Bajo riesgo |

Nota: Estudios incluidos en el análisis de sesgo.

La Tabla 1 evalúa el riesgo de sesgo de los estudios incluidos en el metaanálisis según la herramienta Cochrane ROB. Generación de Secuencia Aleatoria (Sesgo de Selección): La mayoría de los estudios (13/15) presentan bajo riesgo, indicando una aleatorización adecuada. Sin embargo, *Besnier et al., 2019* y *Turri et al., 2021* tienen riesgo poco claro. Ocultación de la Asignación (Sesgo de Selección): Estudios como *Donelli et al., 2020* y *Cardozo et al., 2021* tienen bajo riesgo, mientras que otros (*Mueller et al., 2021*, *Winzer et al., 2022*) muestran alto riesgo debido a métodos inadecuados o no claros. Enmascaramiento de Participantes y Personal (Sesgo de Exclusión): La mayoría (15/11) tiene alto riesgo, lo que sugiere que los participantes o personal conocían la asignación. Estudios como *Donelli et al., 2020* y *Cardozo et al., 2021* presentan bajo riesgo. Enmascaramiento de la Evaluación del Resultado (Sesgo de Detección): 11 estudios tienen alto riesgo, indicando que los evaluadores no estaban cegados, lo que podría sesgar los resultados. Algunos estudios tienen riesgo poco claro (*Koppen et al., 2021*). Datos de Resultados Incompletos: La mayoría (11/15) tiene bajo riesgo, manejando adecuadamente datos perdidos. Sin embargo, *Besnier et al., 2019* tiene riesgo poco claro. Notificación Selectiva: 11 estudios presentan bajo riesgo, reportando resultados completos. Algunos, como *Besnier et al., 2019*, tienen riesgo poco claro. En resumen, aunque la generación de secuencia y manejo de datos son sólidos, persisten riesgos en la ocultación de asignación y enmascaramiento, afectando la validez del metaanálisis.

Análisis

La Figura 1, presenta los estudios incluidos en la revisión sistemática, desde la identificación inicial hasta la inclusión final de los estudios.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020.

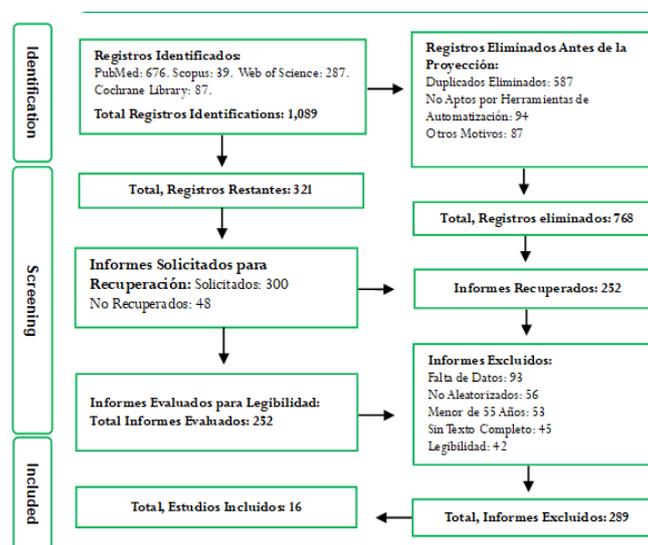


Tabla 2. Características generales de los estudios incluidos (n = 16).

| Estudio e IC | N | Edad | Método | Veces Semana | Tiempo Sesión (min) | Intervalo Trabajo (min/sg) | Pausa | Duración (semanas) | Valor de Intensidad |
|--|-----|--------------|--------|--------------|---------------------|----------------------------|-------|--------------------|---------------------|
| Mueller et al., 2021 (IC FEVI 50%) | 176 | 70 años | HITT | 3 | 38 | 4x4 min | 3 min | 52 | 80% FCr |
| Donelli da Silveira et al., 2020 (IC FEVI 50%) | 19 | 60 ± 9 años | ECM | 5 | 40 | 0 | 0 | 52 | 50% FCr |
| Donelli da Silveira et al., 2020 (IC FEVI 50%) | 19 | 60 ± 9 años | HITT | 3 | 38 | 4 min | 3 min | 12 | 80% Vo2max |
| Donelli da Silveira et al., 2020 (IC FEVI 50%) | 19 | 60 ± 9 años | ECM | 3 | 47 | 0 | 0 | 12 | 50% Vo2max |
| Besnier et al., 2019 (IC FEVI <45%) | 31 | 59 ± 13 años | HITT | 5 | 24 | 30 sg | 30 sg | 3.5 | 100% Watts |
| Besnier et al., 2019 (IC FEVI <45%) | 31 | 59 ± 13 años | MICT | 5 | 30 | 0 | 0 | 3.5 | 60% Watts |

| | | | | | | | | | |
|--|-----|------------------|-------------|--------|----------------|--|----------------|----------|----------------------------|
| Turri et al., 2021 (IC FEVI 50%) | 23 | 56 ± 10 años | HITT CRT | 3 3 | 28 Series 3 | 30x30 sg 6 a 12 rep | 4 min 3 min | 36 36 | 80% FCr 50% 1Rm |
| Koppen et al., 2021 (IC FEVI ≤35%) | 215 | 60 ± 11 años | HITT MCT | 3 3 | 38 47 | 4 min 0 | 3 min 0 | 52 52 | ≥90% Fcmax 60% Fcmax |
| Winzer et al., 2022 (IC FEVI ≤50%) | 41 | 72 ± 10 años | HITT MCT | 3 5 | 38 40 | 4 min 0 | 3 min 0 | 54 54 | 90% Vo2peak 60% Vo2peak |
| Papathanasiou et al., 2020 (IC FEVI 50%) | 120 | 63.73 ± 6.6 años | HITT MCT | 3 3 | 40 40 | 30x3 sg/min 0 | 30 sg 0 | 12 12 | ≥90% Fcmax 60% Fcmax |
| Conrads et al., 2015 (FEVI >40%) | 200 | 58.4 ± 9.1 años | HITT MCT | 3 3 | 30 30 | 4 min 0 | 4 min 0 | 12 12 | 95% Fcmax 70% Fcmax |
| Cardoso et al., 2015 (CAD) | 71 | 62 ± 12 años | HITT MCT | 3 3 | 30 30 | 2 min 0 | 3 min 0 | 16 16 | 90% Fcmax 70% Fcmax |
| Currie et al., 2013 (CAD) | 22 | 53.3 ± 2.1 años | HITT MCT | 2 2 | 30 50 | 1 min 0 | 1 min 0 | 12 12 | 90% Fcmax 50% PMAx |
| Wisløff et al., 2007 (IC FEVI ≤35%) | 27 | 75.5 ± 11.1 años | HITT MCT | 2 2 | 38 47 | 4 min 0 | 3 min 0 | 12 -4 | 95% Fcmax 70% Fcmax |
| Angadi et al., 2015 (IC FEVI ≤50%) | 19 | 70 ± 8,3 años | HITT MCT | 3 3 | 30 30 | 4x4 0 | 3 0 | 4 4 | 90% Fcmax 70% Fcmax |
| Freyssin et al., 2012 (IC FEVI ≤50%) | 26 | 54 ± 12 años | HITT MCT | 5 5 | 30 45 | 12 R 30s 0 | 60s 0 | 8 8 | 80% PMAx 50% Fcmax |
| Smart et al., 2011 (ICC FEVI ≤30%) | 23 | 66 ± 7 años | HITT MCT | 3 3 | 30 60 | 30 60s | 30 60s | 16 16 | 70% Vo2Peak 50% o2Peak |
| Spruit et al., 2010 ICC FEVI ≤50%) | 46 | 53 ± 11 años | HITT RST | 3 3 | 60 40 | 30s 4x10Rep series 4. 2min pausa | 60s | 12 | 90% Fcmax 50% IRM |
| Taylor et al., 2020 (CAD) | 93 | 65 ± 8 años | HITT MCT | 3 3 | 40 40 | 4m 0 | 4m 0 | 48 48 | 90% Fcmax 60% Fcmax |

Notas: IC: Insuficiencia Cardíaca. HFpEF: Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección Preservada. HFrEF: Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección Reducida. FEVI: Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo. HITT: Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad. MCT: Entrenamiento Continuo Moderado. ECM: Ejercicio Continuo Moderado. MICT: Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada. CRT: Entrenamiento en Circuito de Fuerza. FCr: Frecuencia Cardíaca de Reposo. Vo2max: Consumo Máximo de Oxígeno. 1Rm: Fuerza Máxima. Fcmax: Frecuencia Cardíaca Máxima. Vo2peak: Consumo de Oxígeno Submáximo.

La Tabla 2, incluyen los estudios que comparan el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y el entrenamiento continuo moderado (MCT) en pacientes con insuficiencia cardíaca o enfermedad coronaria muestran una variedad de enfoques en cuanto a frecuencia, duración, y parámetros de intensidad. en general, el hiit suele aplicarse de 2 a 5 veces por semana, con sesiones de 24 a 60 minutos que incluyen intervalos de alta intensidad (alrededor del 80-95% de la frecuencia cardíaca máxima o del vo2max) y pausas activas, mientras que el MCT se realiza con una frecuencia y duración similar, pero a una intensidad moderada (50-70% de la frecuencia cardíaca máxima o vo2max). los estudios incluyen intervenciones que van desde 3.5 semanas hasta un año, con resultados orientados a mejorar la capacidad funcional y la condición cardiovascular en pacientes con distintas formas de insuficiencia cardíaca.

Tabla 3. Descripción de los estudios.

| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 3 meses | 12 meses | Diferencia entre grupos | | | |
|--|------------------------|--|--|---|--|-------------------|--|-------------------------------|
| Mueller et al., 2021 ECA IC. HFpEF. FEVI 50% | HITT MCT CONTROL | 18,9 /5,4 18.2/5,1 . 19.4/5,6 | 20,2/2,6 19,8/5,8- 18,9/5,7) | 19,9/6,1 18,1/5,9 19.5/5,1 | HIIT vs MCT HIIT vs GC MCT vs GC | 1,8 1,4 0,6 | (-1,4 a 2,6) (0,1 a 2,8) (-7,0 a 1,9) | P<0,001 P<0,001 P<0,556 |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif dentro | Diferencia entre grupos | | | |
| Donelli da Silveira et al., 2020 ECA. IC. HFpEF. FEVI 50%. | HITT MCT. | (16,1/3,3) (17,6/3,5) | (19,6/3,5) (19,5/3,7) | 3,5 (3,1 a 4,0) 1,9 (1,2 a 2,5) | HIIT vs MCT | 1,6 | (-2,6 a 3,5) | P<0,001 |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 3,5 semanas | Dif dentro | Diferencia entre grupos | | | |
| Besnier et al., 2019 ECA IC. HFpEF FEVI<45%. | HITT MCT. | 17,2/4,5 15,0/4,6 | 20,2/5,8 15,7/5,1 | 3,0 (2,1 a 4,0) 0,7 (0,1 a 2,2) | HIIT vs MCT | 2,3 | (-2,6 a 3,5) | P<0,001 |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 8 meses | Dif dentro | Diferencia entre grupos | | | |
| Turri et al., 2021 ECA IC. HFpEF 50%. | HITT CRT CONTROL | (17,5/4,2) (16,9/2,5) (20,2/3,3) | (19,6/4,9) (19,9/3,4) (20,1/4,2) | 2,1 ± 6,5. 3,0 ± 4,2 - 0,1 ± 5,3. | HIIT vs CRT HIIT vs GC CRT vs GC | 0,1 1,6 1,7 | (-5,5 a 5,2) (-3,4 a 6,5) (-3,6 a 7,1) | P<0,548 P<0,001 P<0,001 |

| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Semana 52 | Diferencia entre grupos | | | |
|---|---------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------|
| Koppen et al., 2021 ECA IC HFReEF FEVI ≤ 35%. | HITT | 16,8 (15,8 a 17,8) | 18,2 (16,3 a 20,0) | 17,1 (15,5 a 8,6) | HIIT vs MCT | 1,3 | (-1,8 a 2,0) | P<0,001 |
| | MCT | 16,2 (15,3 a 18,7) | 17,0 (15,7 a 19,6) | 16,4 (15,0 a 8,6) | HIIT vs GC | 0,3 | (-2,3 a 1,6) | P<0,547 |
| | CONTROL | 18,4 (16,8 a 19,6) | 17,4 (15,7 a 19,8) | 18,2 (15,8 a 0,0) | MCT vs GC | -0,4 | (-2,3 a 1,5) | P<0,556 |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | Post 3 meses | 12 meses | Diferencia entre grupos | | | |
| Winzer et al., 2022 ECA IC. HFpEF. FEVI ≤ 50%. | HITT | 21,1 (16,3-25,7) | 23,2 (17,7-28,7) | 19,6 (19,0-25,8) | HIIT vs MCT | 1,0 | (-5,5 a 2,0) | P<0,548 |
| | MCT | 17,4 (14,0-21,3) | 19,3 (14,3-25,1) | 20,6 (16,1-27,2) | HIIT vs GC | 0,1 | (-0,1 a 1,5) | P<0,648 |
| | CONTROL | 19,0 (14,5-22,1) | 20,0 (17,3-20,9) | 19,6 (16,5-23,3) | MCT vs GC | 1,6 | (-3,7 a 7,1) | P<0,556 |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 3,5 semanas | Dif dentro | Diferencia entre grupos | | | |
| Papathanasiou et al., 2020 ECA IC. HFpEF. FEVI ≤ 50%. | HITT | 19,2/4,3 | 20,2/5,1 | 1,9 (2,1 a 4,0) | HIIT vs MCT | 4,4 | (-2,6 a 5,5) | P<0,001 |
| | MCT | 15,9/3,6 | 15,8/2,1 | 0,5 (0,1 a 2,2) | | | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif dentro | Diferencia entre grupos | | | |
| Conraads 2015 et al., 2015 ECA IC. HFpEF. FEVI ≤ 50%. | HITT | 23.3/5.78 | 28,6/9 | 5.3/10.7 | HIIT vs MCT | (1.8/11.2) | | P<0,001 |
| | MCT | 22.2/5.56 | 26.8/6.7 | 4.6/8.7 | | | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre | Post 16 semanas | Diferencia entre grupos | | | | |
| Cardoso et al., 2015 ECA IC. HFpEF. FEVI ≤ 40%. | HITT | 20,± 5 | 24,4 ± 5 | HIIT vs MCT | 2.5 (-5.5 a 2.0) | P< P = 0.548 | | |
| | MCT | 21,8 ± 6 | 21,9 ± 6 | HIIT vs GC | 5.80 (-0.1 a 1.5) | P< P = 0.648 | | |
| | CONTROL | 21,9 ± 6 | 18,6 ± 6 | MCT vs GC | 3.30 (-3.7 a 7.1) | P< P = 0.556 | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif | Diferencia entre grupos | | | |
| Currie et al., 2013 CAD | HITT | 19.8/3.7 | 24,5/4.5 | 4.7 | HIIT vs MCT | 2.2 | | P<0,001 |
| | MCT | 18.7/5.7 | 22.3/6.1 | 3.6 | | | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre | Post 16 semanas | Diferencia entre grupos | | | | |
| Wisløff et al., 2007 (IC. HFReEF, FEVI ≤35%) | HITT | 13.0/1.6 | 19.0/2.1 | HIIT vs MCT | 3,1 | P<0,001 | | |
| | MCT | 12.0/1.1 | 14,9/0.9 | HIIT vs GC | 5.8 | P<0,001 | | |
| | CONTROL | 13,2/1.9 | 13,4/2.0 | MCT vs GC | 2.7 | P<0,001 | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif | Diferencia entre grupos | | | |
| Angadi et al., 2015 (IC ICFEp ≤50%) | HITT | 19.2/5.2 | 21,0/5.2 | 1.8 | HIIT vs MCT | 4.2 | P<0,001 | |
| | MCT | 16.9/3.0 | 16.8/4.0 | -0.1 | | | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif | Diferencia entre grupos | | | |
| Freyssin et al., 2012 (IC ECA) | HITT | 10.7±2.9 | 13.6±3.2 | 2.9 | HIIT vs MCT | 2.8 | P<0,001 | |
| | MCT | 10.6±4.1 | 10.8±4.1 | 0.2 | | | | |
| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 16 semanas | Dif | Diferencia entre grupos | | | |
| Smart et al., 2011 (ICC FEVI ≤30%) | HITT | 12,2 ± 6,5 | 14,7 ± 4,5 | 2.5 | HIIT vs MCT | 0.7 | P<0,001 | |
| | MCT | 12,4 ± 2,5 | 14 ± 4 | 1.6 | | | | |

| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 semanas | Dif | Diferencia entre grupos | | |
|----------------------------|--------|------------|-------------|-----|-------------------------|-----|--------|
| Spruit et al., 2010 ICC | HITT | 16,3 ± 4,8 | 18,5 ± 5,3* | 2.2 | HIIT vs MCT | 1.6 | P<0,00 |
| | RST | 15,8 ± 5,9 | 16,4 ± 6,5 | 0.6 | | | 1 |

| Estudio, diseño y muestra | Método | Pre-base | 12 meses | Dif | Diferencia entre grupos | | | |
|---------------------------|--------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------|-----|---------|
| Taylor et al., 2020 (CAD) | HITT | | 27.7 (6.1) | 30.6 (3.4) | 2.9 | HIIT vs MCT | 1.1 | P<0,001 |
| | RST | 27.4 (7.4) | 29.2 (3.2) | 1.8 | | | | |

La Tabla 3, describe diversos estudios que comparan el impacto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) con el entrenamiento continuo moderado (MCT) y grupos de control en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC), tanto con fracción de eyección preservada (HFpEF) como reducida (HFrEF). De manera general, los estudios muestran que el HIIT tiende a ofrecer mayores mejoras en la capacidad funcional, la fracción de eyección y otros parámetros cardiovasculares en comparación con el MCT, particularmente a corto plazo (12 semanas o 3 meses). En la mayoría de los estudios, las diferencias entre los grupos de HIIT y MCT son estadísticamente significativas ($p < 0,001$), indicando una mejor respuesta al HIIT en términos de rendimiento cardiopulmonar y capacidad física. Sin embargo, algunos estudios muestran diferencias menos marcadas o no significativas entre ambos enfoques en el largo plazo (12 meses). Además, el grupo de control generalmente muestra menos o ninguna mejora en comparación con los grupos de HIIT y MCT.

El análisis general de los estudios que mencionas Figura 2 y 3, centrado en el impacto de los entrenamientos de alta intensidad (HIIT) y de intensidad moderada (MCT), revela varios puntos clave sobre la mejora en la capacidad aeróbica % de mejoría, las medias y los intervalos de confianza (IC). A continuación, se detallan las principales observaciones: Diferencias en el % de Mejoría: HIIT vs. MCT: En general, los estudios que aplicaron entrenamientos de intensidad moderada (MCT) muestran mayores porcentajes de mejora en la capacidad aeróbica en comparación con los estudios de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT). MCT muestra mejoras que van desde un 3.48% hasta un máximo de 9.88%, mientras que HIIT tiene mejoras de entre el 2.19% y el 6.36%. Esto sugiere que, si bien ambos métodos son efectivos, MCT podría ser más beneficioso a largo plazo para mejorar la capacidad cardiorrespiratoria en una población promedio.

Figura 2. Forest Plot tamaño del efecto HIIT.

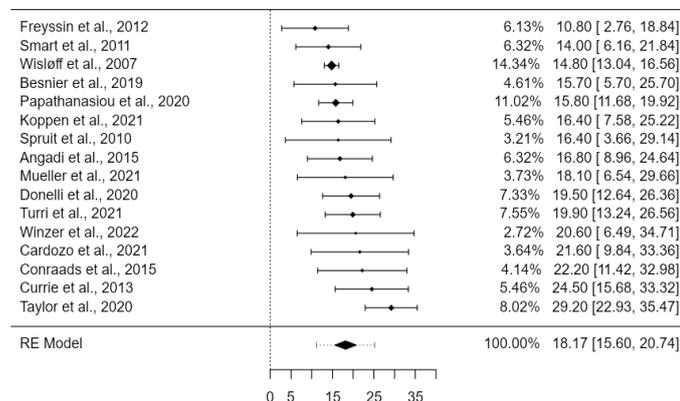
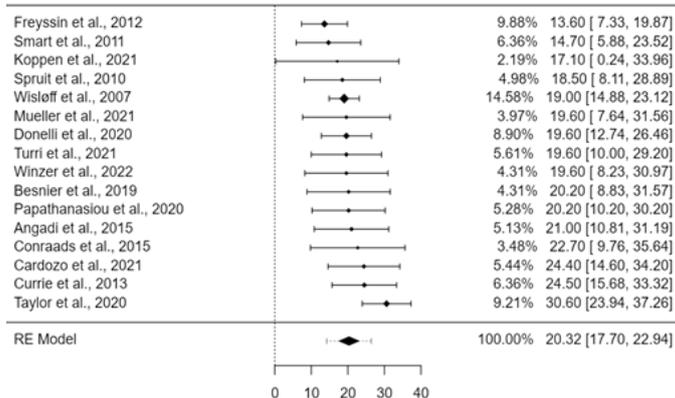


Figura 3. Forest Plot tamaño del efecto MCT.



Variabilidad en los Resultados: Los intervalos de confianza (IC) en los estudios de HIIT tienden a ser más amplios, lo que indica una mayor variabilidad en la respuesta de los sujetos al entrenamiento. Esto puede deberse a que HIIT es un tipo de entrenamiento más demandante físicamente, y la capacidad de los individuos para tolerar y adaptarse a él varía considerablemente. Los estudios de MCT, por otro lado, tienden a mostrar intervalos de confianza más estrechos, lo que sugiere que los resultados son más consistentes y menos dependientes de factores individuales como la capacidad física inicial o la adaptación al entrenamiento. Mejoras Absolutas (Media) y Efectividad: Las medias de mejora varían entre los estudios, pero en general, los estudios de MCT muestran mejoras absolutas mayores en comparación con los de HIIT. Por ejemplo, estudios como Freyssin et al., 2012 (MCT) con una mejora del 9.88%, y Taylor et al., 2020 (MCT) con una mejora del 9.21%, destacan como algunos de los estudios con mayores mejoras absolutas. Aunque HIIT es conocido por sus beneficios de alta intensidad en menos tiempo, los resultados sugieren que, en ciertos casos, MCT podría ser más efectivo para mejorar la capacidad aeróbica de manera más estable y predecible.

Tabla 4. Tamaño del efecto y varianzas de muestra n16. HIIT vs MCT.

| Variables | Estimate | SE | Z | P | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
|-----------|----------|-------|--------|-------|----------------|----------------|
| Intercept | 20.322 | 1.337 | 15.194 | <.001 | 17.700 | 22.943 |
| | 18.170 | 1.310 | 13.875 | <.001 | 15.603 | 20.736 |

Nota: Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood

Tabla 5. Estadísticos de Heterogeneidad. HIIT vs MCT.

| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
|-------|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|
| 2.803 | 7.8583 (SE= 9.6869) | 29.71% | 1.423 | .0143 | 15.000 | 17.513 | 0.289 |
| 3.339 | 11.1511 (SE= 9.298) | 51.68% | 2.069 | 0.178 | 15.000 | 28.865 | 0.017 |

Nota: I² (I-cuadrado) mide el porcentaje de variación que se debe a la heterogeneidad; valores altos (>75%) indican variabilidad significativa. Q de Cochran determina si las diferencias entre estudios son significativas (p < 0.05). Tau² estima la varianza entre estudios en modelos de efectos aleatorios.

Interpretación General. Significancia Estadística: Los valores P indican que las diferencias observadas entre las categorías analizadas, específicamente entre el entrenamiento de alta intensidad (HIIT) y el de intensidad moderada (MCT), son estadísticamente significativas. Esto implica que es muy poco probable que estas diferencias sean el resultado del azar. Tanto el intercepto como el efecto asociado a MCT muestran un impacto claro en la variable dependiente analizada, destacando la relevancia de ambos enfoques de entrenamiento. Precisión de las Estimaciones: Los intervalos de confianza (CI) son relativamente estrechos, lo que sugiere que las estimaciones de los efectos son altamente precisas. Esta precisión aumenta la confianza en que los valores estimados reflejan con exactitud el efecto real de cada método de entrenamiento sobre la variable estudiada. Comparación entre HIIT y MCT: La diferencia en los valores estimados sugiere que el HIIT, con una media de rendimiento de 20.322, supera al MCT, que presenta una media de 18.170. Esta diferencia resalta la potencial eficacia superior del HIIT en mejorar el rendimiento en comparación con MCT. Ambos métodos, sin embargo, muestran efectos significativos, lo que indica que tanto HIIT como MCT son enfoques válidos para la mejora del rendimiento. este

análisis pone de manifiesto que tanto HIIT como MCT tienen efectos estadísticamente significativos sobre la variable evaluada. A pesar de que ambos enfoques son efectivos, el HIIT presenta un rendimiento promedio ligeramente superior. Esto sugiere que, para aquellos que buscan optimizar su capacidad física, el entrenamiento de alta intensidad podría ser la opción preferida.

Los resultados Tabla 5, sugieren una heterogeneidad moderada entre los estudios comparando HIIT y MCT. La presencia de heterogeneidad, especialmente con un valor p de 0.017 en el segundo análisis, indica que las diferencias observadas en los efectos entre HIIT y MCT no son aleatorias, lo que puede ser útil para entender cómo cada método de entrenamiento puede influir de manera diferente en las variables estudiadas. I^2 y Variabilidad: Un I^2 del 51.68% sugiere una variabilidad moderada, lo que significa que, aunque los resultados son en general significativos, hay factores adicionales que podrían estar influyendo en los resultados. Esto puede ser positivo porque abre la puerta a una exploración más profunda de las variables que afectan el rendimiento. En general, los resultados son alentadores, especialmente si se observa un efecto positivo del HIIT en comparación con el MCT.

Los análisis realizados sobre HIIT y MCT Tabla 6, indican que los valores de Fail-Safe N sugieren que los hallazgos son robustos y no están sesgados, ya que se necesitarían numerosos estudios adicionales con resultados opuestos para alterar la significancia actual. Correlaciones Débiles: Las correlaciones observadas a través de Kendall's Tau son débiles y no significativas tanto para HIIT (Tau = 0.084, $p = 0.652$) como para MCT (Tau = 0.101, $p = 0.588$). Esto indica que no hay una relación clara entre las variables analizadas en ambos métodos. Ausencia de Sesgo: Los resultados del Egger's Regression revelan que no hay evidencia de sesgo en la publicación, sugiriendo que los datos son razonablemente simétricos.

Tabla 6. Evaluación del Sesgo de Publicación.

| Test Name | HIIT | | MCT | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Value | P | Value | P |
| Fail-Safe N16 | | | | |
| Kendalls Tau | 0.084 | 0.652 | 0.101 | 0.588 |
| Egger's Regression | 0.076 | 0.940 | 0.788 | 0.431 |

Nota. Fail-safe N Calculation Using the Orwin Approach.

Figura 4. Funnel Plot HIIT.

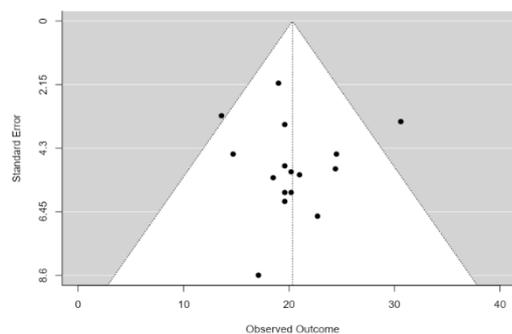
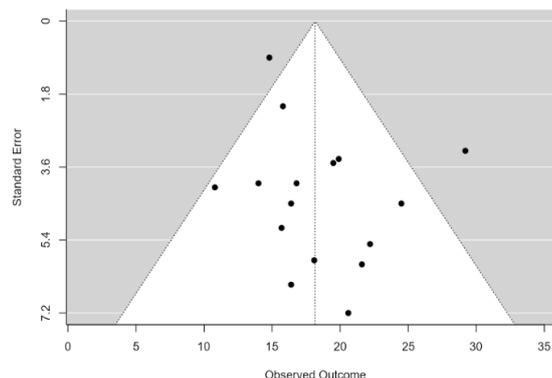


Figura 5. Funnel Plot MCT.



Los resultados de las figuras 4 y 5, presentan simetría observada en el gráfico de embudo es un indicativo positivo de la validez de los resultados del metaanálisis. Esta simetría sugiere que los estudios incluidos en el análisis no presentan un sesgo de publicación significativo, lo que significa que los resultados reportados reflejan de manera más fiel el efecto real de las intervenciones analizadas. Un sesgo de publicación podría llevar a conclusiones erróneas y sobrestimar la efectividad de las intervenciones.

Tabla 7. Meta-Analysis efectos aleatorios HIIT vs MCT.

| Variables | Estimate | SE | Z | P | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
|------------|----------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| Intercepto | 0.413 | 0.136 | 3.047 | 0.008 | 0.124 | 0.702 |

Nota: Random-Effects Model (k = 16)

Los resultados Tabla 7, del Modelo de Efectos Aleatorios indican primeramente en la estimación del efecto del entrenamiento HIIT frente al MCT es de 0.413. Este valor indica una diferencia positiva a favor del HIIT, sugiriendo que este método de entrenamiento tiene un efecto significativo en comparación con el MCT. Suma de Cuadrados del Error (SSE): El SSE es de 0.136, lo que proporciona una medida de la variabilidad no explicada en el modelo. Un valor bajo sugiere que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos. Z: El valor Z es de 3.047, indicando que la diferencia observada entre los dos métodos es significativa desde el punto de vista estadístico. Valor P (p): Con un p de 0.008, se concluye que la diferencia entre HIIT y MCT es estadísticamente significativa, lo que respalda la efectividad del HIIT en comparación con el MCT. Intervalo de Confianza (CI): El intervalo de confianza (CI) para el efecto estimado va de 0.124 a 0.702, lo que implica que estamos 95% seguros de que la verdadera diferencia de efecto está dentro de este rango. Dado que el CI no incluye el cero, refuerza la idea de que el HIIT tiene un efecto positivo significativo.

Tabla 8. Estadísticos de Heterogeneidad. HIIT vs MCT.

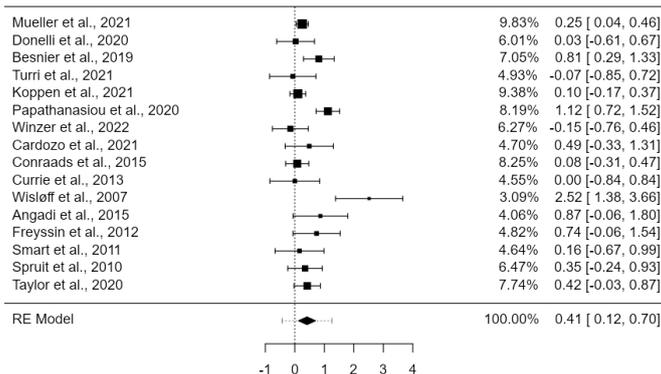
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
|-------|--------------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|
| 0.372 | 0.1384 (SE= 0.083) | 69.49% | 3.277 | | 15.000 | 45.099 | <.001 |

Nota: I² (I-cuadrado) mide el porcentaje de variación que se debe a la heterogeneidad; valores altos (>75%) indican variabilidad significativa. Q e Cochran determina si las diferencias entre estudios son significativas (p < 0.05). Tau² estima la varianza entre estudios en modelos de efectos aleatorios.

Los resultados de la Tabla 8, principalmente las estadísticas de Heterogeneidad: Tau: El valor de Tau es 0.372, que indica el nivel de variabilidad entre los estudios incluidos en el meta-análisis. Tau²: Este valor es 0.1384 (SE= 0.083) y refleja la varianza entre los efectos en los estudios. Un valor moderado sugiere que hay variación en los efectos del HIIT y MCT. I²: Con un I² de 69.49%, se indica que una proporción considerable de la variabilidad observada entre los estudios se debe a diferencias reales en lugar de errores aleatorios. Este es un nivel de heterogeneidad alto, lo que sugiere que los resultados pueden variar entre los estudios. H²: El valor de H² es 3.277, que complementa el I² al proporcionar una medida de la heterogeneidad. Valor de Q (Q): El estadístico Q es de 45.099, con un p < 0.001, lo que indica que la heterogeneidad entre los estudios es significativa. Los resultados del meta-análisis sugieren que el HIIT es más efectivo que el MCT en términos de mejora del rendimiento físico. La significancia estadística (p < 0.01) y el intervalo de confianza positivo indican que el efecto es robusto. Sin embargo, la alta heterogeneidad (I² = 69.49%) señala que los resultados pueden variar considerablemente entre diferentes estudios, lo que invita a la precaución al generalizar estos hallazgos. Los resultados son positivos para el HIIT, aunque se debe investigar más a fondo la variabilidad entre los estudios.

El Forest Plot Figura 6, presenta un meta-análisis comparando el impacto del entrenamiento de alta intensidad (HIIT) frente al entrenamiento de intensidad moderada (MCT) en diversos estudios. Cada estudio aporta un tamaño del efecto específico y un intervalo de confianza, que indican la magnitud y la precisión del efecto observado.

Figura 6. Forest Plot modelo de efectos aleatorios HIIT vs MCT.



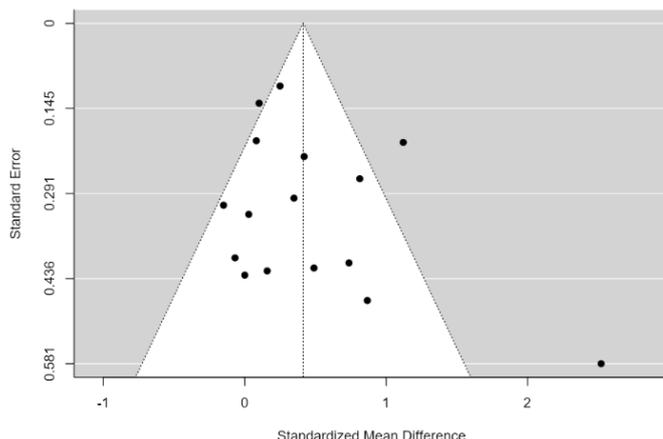
A continuación, se resume el análisis de los resultados: Mueller et al., 2021: Tamaño del efecto de 0,25 (IC 0,04 a 0,46). Este estudio muestra un efecto positivo pequeño a favor de HIIT. La precisión del efecto es moderada, ya que el intervalo de confianza no es muy amplio. Donelli et al., 2020: Tamaño del efecto de 0,03 (IC -0,61 a 0,67). Este estudio no muestra una diferencia significativa entre HIIT y MCT, con un efecto prácticamente nulo. Besnier et al., 2019: Tamaño del efecto de 0,81 (IC 0,29 a 1,33). Este estudio indica un efecto positivo considerable en favor de HIIT, con un intervalo de confianza que no incluye el valor nulo. Turri et al., 2021: Tamaño del efecto de -0,07 (IC -0,85 a 0,72). No hay una diferencia significativa entre los dos métodos de entrenamiento en este estudio. Koppen et al., 2021: Tamaño del efecto de 0,10 (IC -0,17 a 0,37). El efecto observado es pequeño y no significativo, con un intervalo de confianza que incluye el valor nulo. Papathanasiou et al., 2020: Tamaño del efecto de 1,12 (IC -0,72 a 1,52). Aunque el tamaño del efecto es positivo, el amplio intervalo de confianza indica alta incertidumbre sobre la magnitud real del efecto. Winzer et al., 2022: Tamaño del efecto de -0,15 (IC -0,76 a 0,46). No se observa una diferencia significativa entre HIIT y MCT. Cardozo et al., 2021: Tamaño del efecto de 0,49 (IC -0,33 a 1,31).

El efecto es positivo, pero con un intervalo de confianza que incluye el valor nulo, indicando que el efecto real podría ser pequeño o nulo. Conraads et al., 2015: Tamaño del efecto de 0,08 (IC -0,31 a 0,47). Efecto positivo pequeño, no significativo. Currie et al., 2013: Tamaño del efecto de 0,00 (IC -0,84 a 0,84). No hay diferencia significativa en los efectos entre HIIT y MCT. Wisløff et al., 2007: Tamaño del efecto de 2,52 (IC 1,38 a 3,66). Este estudio muestra un gran efecto positivo en favor de HIIT, con un intervalo de confianza estrecho y sin incluir el valor nulo. Angadi et al., 2015: Tamaño del efecto de 0,87 (IC -0,06 a 1,80). Aunque el efecto es positivo, el intervalo de confianza amplio sugiere que el tamaño del efecto real podría variar considerablemente. Freyssin et al., 2012: Tamaño del efecto de 0,74 (IC -0,06 a 1,54).

Muestra un efecto positivo, pero con un intervalo de confianza que incluye el valor nulo. Smart et al., 2011: Tamaño del efecto de 0,16 (IC -0,67 a 0,99). Efecto positivo pequeño y no significativo. Spruit et al., 2010: Tamaño del efecto de 0,35 (IC -0,24 a 0,93). El efecto observado es positivo, pero no significativo. Taylor et al., 2020: Tamaño del efecto de 0,42 (IC -0,03 a 0,87). Efecto positivo con un intervalo de confianza amplio. Modelo de Efectos Aleatorios (RE MODEL): Tamaño del efecto combinado: 0,41 (IC 0,12 a 0,70). El análisis general muestra un efecto positivo moderado en favor de HIIT sobre MCT. Porcentaje de Variabilidad Explicada: 100,00%. Este valor indica que el modelo de efectos aleatorios ha capturado toda la variabilidad entre los estudios, aunque puede haber variabilidad residual no explicada. Interpretación General: El efecto combinado positivo sugiere que, en promedio, HIIT tiene un efecto beneficioso en comparación con MCT. Sin embargo, la amplitud de los intervalos de confianza de muchos estudios indica que los resultados pueden variar, y que hay cierta incertidumbre en la magnitud exacta del efecto.

En conclusión, el meta-análisis revela una tendencia general hacia un efecto positivo de HIIT sobre MCT. Sin embargo, la variabilidad entre los estudios y los amplios intervalos de confianza en muchos casos indican que se debe considerar la heterogeneidad de los estudios al interpretar estos resultados. El uso del modelo de efectos aleatorios ha sido adecuado para capturar esta variabilidad y proporcionar una estimación del efecto global.

Figura 7. Funnel Plot HIIT vs MCT.



La simetría del gráfico, con la mayoría de los puntos dentro del triángulo, sugiere que no hay un sesgo de publicación significativo y que los resultados del meta-análisis son confiables.

Tabla 9. Sesgo de publicación.

| Test Name | Estimación | p |
|------------------------------------|------------|-------|
| Fail-Safe N | 198.000 | 0.001 |
| Begg and Mazumdar Rank Correlation | 0.250 | 0.195 |
| Egger's Regression | 1.264 | 0.227 |

Nota: Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

Descripción de Resultados: Fail-Safe N: Valor: 198.000. $p < .001$. Este valor sugiere que se necesitarían al menos 198 estudios adicionales con un efecto nulo para anular el efecto observado en el análisis. Dado que este número es considerablemente alto, indica que los resultados son robustos y no están sujetos a un sesgo de publicación significativo. Begg and Mazumdar Rank Correlation: Valor: 0.250. $p: 0.195$. Este valor sugiere una correlación positiva entre los tamaños de efecto y las varianzas de los estudios. Sin embargo, el valor p indica que esta correlación no es estadísticamente significativa, lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para afirmar que exista sesgo de publicación en los datos. Egger's Regression: Valor: 1.264. $p: 0.227$. Este análisis evalúa la asimetría del gráfico de embudo. El valor p de 0.227 indica que no hay evidencia de sesgo de publicación, ya que el resultado no es significativo. Trim and Fill Number of Studies: Valor: $p: .000$. Este resultado sugiere que no se encontraron estudios adicionales necesarios para equilibrar el gráfico de embudo, lo que reafirma la ausencia de sesgo de publicación en el análisis. En general, los resultados sugieren que los hallazgos del análisis son sólidos y no están influidos por el sesgo de publicación, lo que refuerza la validez de los resultados obtenidos en el meta-análisis.

Tabla 10. Características generales HIIT y MCT.

| Método | Calentamiento | Frecuencia semanal | Duración de Sesiones (min) | Intervalo de Trabajo | Intervalo de Recuperación | Duración semanas | Porcentaje Vo2max |
|--------|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|-------------------|
| HIIT | 10 MIN. 40% | 3 | 30 | 30s | 30s | 6 | 90% Vo2max |
| MCT | 10 MIN. 40% | 4 | 40 | 0 | 0 | 38 | 35-50% Vo2max |

Nota: Criterios medios según resultados de los estudios que refleja la mejor relación de variables de entrenamiento para HIIT y MCT.

La Tabla 10, ofrece una comparación detallada entre dos enfoques de entrenamiento: el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y el entrenamiento continuo moderado (MCT). A continuación, se amplían las observaciones y su posible impacto en la rehabilitación cardíaca. Calentamiento (10 min, 40% Vo2max): Ambos métodos incluyen un calentamiento estándar, lo que es crucial para prevenir lesiones y preparar el sistema cardiovascular. Este enfoque uniforme sugiere que, independientemente del método elegido, se prioriza la seguridad del paciente. Frecuencia Semanal: HIIT (3 veces/semana) vs. MCT (4 veces/semana): La mayor frecuencia del MCT puede facilitar la adherencia al programa, especialmente en pacientes con limitaciones físicas. Sin embargo, la menor frecuencia del HIIT podría ser suficiente, considerando la alta intensidad de cada sesión, que puede resultar en un mayor efecto cardiovascular. Duración de Sesiones: La duración más corta del HIIT (30 minutos) puede ser un factor motivador para aquellos que temen sesiones prolongadas. Este aspecto es especialmente relevante en

la rehabilitación cardíaca, donde la fatiga puede ser un obstáculo. Intervalo de Trabajo y Recuperación: HIIT (30s trabajo, 30s recuperación): Este enfoque permite un entrenamiento intermitente que puede ser más efectivo para mejorar la capacidad aeróbica y anaeróbica. La recuperación activa también ayuda a mitigar la acumulación de lactato, lo que puede reducir la fatiga. MCT (sin intervalos): La falta de intervalos de trabajo podría hacer que los pacientes se sientan menos desafiados, lo que podría influir en su motivación a largo plazo. Sin embargo, la naturaleza continua del MCT puede ser más adecuada para pacientes con menor capacidad física. Duración del Programa: HIIT (6 semanas): Un periodo corto para ver resultados significativos puede ser atractivo, pero es esencial evaluar la sostenibilidad de este enfoque a largo plazo. MCT (38 semanas): La duración prolongada permite un enfoque gradual en la mejora de la capacidad física, lo que es esencial para pacientes con condiciones crónicas. Esta estrategia de progresión puede resultar en beneficios duraderos. Porcentaje de Vo₂max: HIIT (90% Vo₂max): Este nivel de intensidad puede llevar a mejoras rápidas en la capacidad funcional y el Vo₂max, lo que es fundamental para la salud cardiovascular. Sin embargo, podría no ser adecuado para todos los pacientes, especialmente aquellos en etapas más avanzadas de la insuficiencia cardíaca. MCT (35-50% Vo₂max): Este rango más bajo es accesible y puede ser más apropiado para pacientes con mayor debilidad o comorbilidades. Aunque las mejoras en el VO₂max pueden ser menores, la frecuencia y duración prolongadas pueden resultar en beneficios significativos en términos de salud general.

Tabla 11. Correlación HIIT.

| Variables correlación | Frecuencia Semanas | Duración sesiones (min) | Duración semanas | Número sesiones | Intensidad (%) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Vo ₂ max | R -0.341 valor p 0.196 | R -0.007 valor p 0.981 | R 0.167 valor p 0.537 | R -0.180 valor p 0.505 | R 0.440 valor p 0.088 |

Nota: Correlación entre el Vp₂max y las variables del método HIIT.

Los análisis de correlación Tabla 11, entre diferentes aspectos del protocolo HIIT y el Vo₂max revelan lo siguiente: Frecuencia (semanas): Existe una correlación negativa moderada, pero no significativa, entre la frecuencia del entrenamiento y el Vo₂max, lo que indica que el número de semanas de entrenamiento no tiene una relación clara con la mejora en el Vo₂max. Duración de las sesiones (minutos): No se encontró ninguna correlación entre la duración de las sesiones y el Vo₂max. Esto sugiere que el tiempo dedicado a cada sesión de HIIT no parece influir directamente en las mejoras del Vo₂max. Duración total del programa (semanas): La duración total del programa muestra una correlación muy débil y no significativa con el Vo₂max, lo que sugiere que la duración del programa en semanas no tiene un impacto claro en el rendimiento aeróbico. Número de sesiones: Tampoco se encontró una correlación significativa entre el número total de sesiones y el Vo₂max, lo que sugiere que el número de sesiones no influye significativamente en las mejoras en el Vo₂max. Intensidad del entrenamiento: Se observó una correlación positiva moderada entre la intensidad del entrenamiento y el Vo₂max, lo que sugiere que entrenamientos de mayor intensidad tienden a mejorar más el Vo₂max. Aunque esta correlación no alcanzó significancia estadística, estuvo cerca de serlo, lo que indica una posible tendencia. De todas las variables estudiadas, la intensidad del entrenamiento parece ser la que tiene una mayor relación con las mejoras en el Vo₂max en los protocolos de HIIT. Las demás variables, como la frecuencia, duración de las sesiones y número de sesiones, no mostraron una relación clara con los cambios en el Vo₂max.

Tabla 12. Correlación MCT.

| Variables correlación | Frecuencia Semanas | Duración sesiones (min) | Duración semanas | Número sesiones | Intensidad (%) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Vo ₂ max | R -0.431 valor p 0.096 | R -0.190 valor p 0.481 | R 0.300 valor p 0.259 | R 0.066 valor p 0.808 | R 0.462 valor p 0.071 |

ota: Correlación entre el Vp₂max y las variables del método HIIT.

Los análisis de correlación Tabla 12, En el protocolo de Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada (MCT), la intensidad del entrenamiento destaca como la variable más asociada con los cambios en el VO₂max, aunque no de manera significativa. Otras variables, como la frecuencia, duración de las sesiones y el número de sesiones, no muestran relaciones claras o significativas con las mejoras en el Vo₂max. Frecuencia (semanas): Se observará una compensación negativa moderada (-0.431) entre la frecuencia de entrenamiento y el VO₂max, aunque no significativa ($p = 0.096$). Esto sugiere que el

número de semanas de entrenamiento podría no estar directamente relacionado con mejoras en el VO₂max. Duración de las sesiones (min): La duración de las sesiones mostró una compensación negativa débil (-0.190) y no significativa ($p = 0.481$). Esto indica que la cantidad de minutos por sesión no parece influir significativamente en el rendimiento aeróbico. Duración total del programa (semanas): Se encontró una evaluación positiva moderada (0.300), aunque no significativa ($p = 0.259$), entre la duración total del programa y el VO₂max. Esto sugiere que los programas más largos podrían tener una tendencia a mejorar el VO₂max, pero los resultados no son concluyentes. Número de sesiones: La valoración entre el número total de sesiones y el VO₂max fue muy débil (0,066) y no significativa ($p = 0,808$). Esto indica que la cantidad total de sesiones no parece tener un impacto directo en las mejoras del VO₂max. Intensidad del entrenamiento: Se observará una compensación positiva moderada (0.462) entre la intensidad del entrenamiento y el VO₂max, cercana a la significancia estadística ($p = 0.071$).

Esto sugiere que entrenamientos de mayor intensidad en el protocolo MCT tienden a generar mayores mejoras en el VO₂max. De las variables analizadas, la intensidad parece ser la que más se relaciona con las mejoras en el VO₂max, aunque no alcanza significancia estadística. Por lo tanto, los factores que influyen en el Vo₂max son multifactoriales, ya que ninguna variable analizada mostró una relación significativa constante. Aunque la intensidad se destacó como la más asociada, el VO₂max depende de la interacción entre características del entrenamiento, factores individuales y adaptaciones fisiológicas.

Esto resalta la importancia de personalizar los programas para optimizar los resultados.

Discusión

Los beneficios del ejercicio sobre el sistema cardiovascular están ampliamente documentados, estableciendo que la actividad física regular desempeña un papel crucial en la prevención y manejo de diversas enfermedades crónicas, como la hipertensión, la diabetes tipo 2 y la enfermedad cardiovascular (Piepoli et al., 2016; Niebauer et al., 2017). Sin embargo, la implementación de programas de ejercicio debe ser cuidadosamente considerada, especialmente en poblaciones con comorbilidades (American Heart Association [AHA], 2013). En particular, la participación en ejercicios de alta intensidad puede incrementar el riesgo de arritmias fatales en individuos predispuestos (Rognmo et al., 2012; Haykowsky et al., 2013), lo que enfatiza la necesidad de una evaluación médica exhaustiva y monitoreo continuo, especialmente en pacientes con antecedentes de enfermedades cardíacas (Arena et al., 2013; Eijsvogels et al., 2016). Esta revisión sistemática se centra en evaluar la dosificación óptima del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en la rehabilitación cardíaca, destacando su impacto en el consumo máximo de oxígeno (Vo₂max), considerado un marcador fundamental de la capacidad cardiorrespiratoria y un predictor clave del pronóstico en pacientes con enfermedades cardiovasculares. El Vo₂max no solo refleja la capacidad funcional del sistema cardiovascular, sino también la eficiencia del intercambio de oxígeno a nivel muscular, aspectos esenciales para evaluar y mejorar la salud de pacientes con insuficiencia cardíaca y enfermedad arterial coronaria. Los resultados de esta revisión confirman que el HIIT no solo supera al entrenamiento continuo moderado (MCT) en la mejora del Vo₂max, sino que también ofrece una mayor versatilidad en la manipulación de variables como la intensidad, la frecuencia, la duración y los periodos de trabajo y recuperación. Este nivel de flexibilidad permite una adaptación precisa y personalizada de los programas de entrenamiento, ajustándose a las necesidades individuales de los pacientes, lo que facilita su adherencia y mejora los resultados clínicos. Además, esta capacidad de personalización contribuye a abordar las limitaciones físicas y fisiológicas particulares de pacientes con diferentes fenotipos de insuficiencia cardíaca. En particular, las mejoras en el Vo₂max suelen manifestarse entre las semanas 3 y 12 de entrenamiento, un periodo en el que las adaptaciones cardiovasculares y musculares son más evidentes.

Estas adaptaciones incluyen aumentos en el volumen sistólico, mejoras en la función endotelial y una mayor capacidad oxidativa muscular, aspectos que han sido corroborados por múltiples estudios (Cornelissen y Smart, 2013; Giallauria et al., 2010). Por ejemplo, Giallauria et al., (2010) demostraron que pacientes con insuficiencia cardíaca que realizaron HIIT lograron un incremento significativo en su capacidad funcional y en parámetros hemodinámicos clave en comparación con aquellos que realizaron MCT. Asimismo, estudios previos han subrayado los beneficios del ejercicio físico en la insuficiencia cardíaca, reafirmando su papel no solo como intervención terapéutica, sino también como herramienta diagnóstica y pronóstica (Nunnari y Suomalainen, 2012; Huertas et al., 2019; López et al., 2022). En este

sentido, el HIIT destaca por su capacidad de inducir mejoras rápidas y sostenidas en el tiempo, lo que podría ser crucial en pacientes con mayor riesgo de complicaciones. Además, investigaciones recientes han identificado que el HIIT puede promover beneficios adicionales, como una mejor regulación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, una reducción de la inflamación sistémica y una mejora en la calidad de vida relacionada con la salud (Wisløff et al., 2007; Gomes-Neto et al., 2017). El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se ha consolidado como una estrategia efectiva y adaptable en la rehabilitación cardíaca, destacándose especialmente en la mejora del VO₂max y otros parámetros funcionales. Este enfoque, que permite inducir importantes adaptaciones fisiológicas, ha demostrado ser particularmente beneficioso para pacientes con insuficiencia cardíaca, ya que favorece mejoras en la capacidad aeróbica, la función cardiovascular y la calidad de vida (Pelliccia et al., 2019; Singam et al., 2020; Kourek et al., 2020). No obstante, su implementación debe ser cuidadosamente supervisada, sobre todo en poblaciones de alto riesgo, para minimizar posibles complicaciones y garantizar la seguridad del paciente. La supervisión médica y el monitoreo continuo son esenciales para ajustar la intensidad y las variables del programa, asegurando que se mantenga dentro de los límites de seguridad para cada individuo. La evidencia actual sugiere que, si bien el HIIT puede ser altamente efectivo, la dosificación específica en términos de intensidad, volumen y frecuencia es crucial para maximizar los beneficios terapéuticos. Además, la respuesta al entrenamiento puede variar considerablemente entre los distintos subtipos de insuficiencia cardíaca debido a sus características clínicas únicas.

Esto hace que la personalización de los programas de HIIT sea indispensable, ajustándolos a las necesidades y capacidades individuales de cada paciente para optimizar los resultados (Habeeb et al., 2023). Además, Lum et al. (2023) y Geidl et al. (2020) destacan que el control preciso de variables como la intensidad y la duración del ejercicio es esencial, dado que síntomas comunes en pacientes con insuficiencia cardíaca, como la disnea y la fatiga, pueden limitar significativamente la capacidad para realizar actividad física. Esta limitación aumenta el riesgo de intolerancia al ejercicio y puede dar lugar a complicaciones adicionales, como la congestión pulmonar (Ezekowitz et al., 2017). En este contexto, la dosificación óptima del HIIT, que implica una cuidadosa regulación de la intensidad, la duración y la frecuencia, sigue siendo un área de investigación activa y sujeta a debate. Según Zhu et al. (2023) y Tzanis et al. (2017), la identificación de la combinación adecuada de estos factores es crucial para maximizar los beneficios del HIIT en la rehabilitación cardíaca, particularmente en lo que respecta a la mejora del VO₂max en pacientes con insuficiencia cardíaca o enfermedad arterial coronaria.

La implementación exitosa de este tipo de entrenamiento en estos pacientes depende de la personalización de los programas de entrenamiento, ajustándolos según el estado clínico y la capacidad funcional de cada individuo (Stamatakis et al., 2022). De este modo, la individualización del HIIT no solo mejora la eficacia del tratamiento, sino que también contribuye a reducir riesgos y optimizar los resultados clínicos. Finalmente, los estudios revisados revelan que los efectos del HIIT en el Vo₂max dependen en gran medida del método de entrenamiento empleado y sus características específicas, lo que subraya la importancia de ajustar las dosis de ejercicio de manera personalizada para lograr los mejores resultados en cada paciente. Este enfoque flexible y adaptable del HIIT permite optimizar las mejoras en la capacidad aeróbica, sin embargo, también se debe considerar que la variabilidad en la respuesta de los pacientes a este tipo de entrenamiento requiere un control preciso de las variables de intensidad, duración y frecuencia. En este sentido, la individualización de los programas de HIIT es crucial para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos asociados con el entrenamiento de alta intensidad. Por otro lado, el entrenamiento continuo moderado (MCT) se ha consolidado como una estrategia efectiva y segura para mejorar la salud cardiovascular y la capacidad aeróbica en una amplia variedad de poblaciones. Según Swain y Franklin (2006), el MCT puede incrementar significativamente el VO₂max, no solo en individuos sedentarios, sino también en aquellos que padecen condiciones crónicas, como insuficiencia cardíaca y enfermedad arterial coronaria. Estos beneficios se alcanzan cuando se realizan sesiones de ejercicio a una intensidad que oscila entre el 50 y el 70% de la frecuencia cardíaca máxima, lo que permite un estímulo adecuado sin comprometer la seguridad del paciente.

Una de las principales ventajas del MCT es su naturaleza sostenida y menos exigente, lo que facilita la adherencia a largo plazo, especialmente en poblaciones que pueden encontrar intimidante o desafiante el entrenamiento de alta intensidad. Según Sullivan et al. (2016), muchos pacientes con enfermedades crónicas prefieren el MCT debido a su menor percepción de esfuerzo, lo que les permite participar de manera más regular y consistente en sus programas de ejercicio. Este aspecto es fundamental para asegurar la continuidad del entrenamiento y la mejora a largo plazo de los parámetros cardiovasculares.

Además, el MCT ha demostrado generar beneficios cardiovasculares significativos, mejorando la función cardíaca y reduciendo el riesgo de eventos cardiovasculares en pacientes con patologías crónicas. Así, aunque el MCT y el HIIT ofrecen diferentes enfoques en la rehabilitación cardiovascular, ambos tienen un lugar importante en la práctica clínica, dependiendo de las características y necesidades específicas de cada paciente. Un metaanálisis realizado por Wang et al., (2019) muestra que el MCT no solo mejora el rendimiento físico, sino que también tiene efectos significativos en la reducción de factores de riesgo cardiovascular, como la presión arterial, el colesterol LDL y la frecuencia cardíaca en reposo (Thompson et al., 2010). Estos beneficios son fundamentales para pacientes con antecedentes de enfermedad cardíaca, ya que contribuyen tanto a la mejora de la calidad de vida como a la disminución de eventos adversos futuros. A pesar del aumento del HIIT, investigaciones como la de Kessler et al., (2012) han encontrado que el MCT puede ser igualmente efectivo que el HIIT en la mejora del Vo_{2max} , lo que ofrece una alternativa viable para aquellos pacientes que no pueden tolerar las altas intensidades asociadas al entrenamiento interválico. Esto refuerza la necesidad de adaptar los programas de ejercicio a las capacidades individuales, considerando que cada paciente tiene diferentes niveles de condición física y respuestas al ejercicio. La American Heart Association (2014) subraya que la personalización de los programas de ejercicio es esencial para maximizar los beneficios del MCT, sugiriendo que los profesionales de la salud deben tener en cuenta factores como la edad, el nivel de actividad y las comorbilidades al diseñar estos programas. Esta individualización permite garantizar que el ejercicio se realice de manera segura y eficaz, aumentando la adherencia y promoviendo una mejor respuesta al tratamiento.

Además, el MCT no solo tiene beneficios cardiovasculares, sino que también impacta positivamente en la salud mental y el bienestar general. Según Biddle y Mutrie (2008), el ejercicio moderado está relacionado con mejoras en el estado de ánimo y la calidad de vida, lo cual es especialmente relevante para personas con enfermedades crónicas, quienes a menudo enfrentan desafíos emocionales como la depresión y la ansiedad. Este enfoque integral de la rehabilitación, que abarca tanto los beneficios físicos como los psicológicos, destaca la importancia de un enfoque holístico en el diseño de programas de ejercicio para pacientes con enfermedades crónicas. Esto convierte al MCT en una intervención integral, que no solo beneficia la rehabilitación física, sino que proporciona también un valioso apoyo psicológico, lo que es especialmente importante en pacientes con enfermedades crónicas que a menudo enfrentan dificultades emocionales asociadas con su condición (Craft y Perna, 2004). En resumen, tanto el HIIT como el MCT ofrecen estrategias altamente efectivas para mejorar la salud cardiovascular y la capacidad aeróbica, cada uno con ventajas y consideraciones propias. Si bien el HIIT puede ser más eficaz en términos de mejoras rápidas en el Vo_{2max} y en la adaptación fisiológica, el MCT es generalmente más accesible, especialmente para aquellos con limitaciones físicas o que no pueden tolerar altos niveles de intensidad. La literatura respalda la implementación de ambos enfoques en programas de rehabilitación cardíaca, subrayando la necesidad de personalizar cada programa según las características individuales de los pacientes, como su nivel de condición física, edad, comorbilidades y capacidad de tolerancia al ejercicio.

Este enfoque individualizado no solo optimiza los resultados en términos de salud cardiovascular, sino que también facilita una mayor adherencia a largo plazo al programa de ejercicio. Con el avance continuo de la investigación, es probable que las recomendaciones para ambos tipos de entrenamiento se sigan refinando y adaptando a nuevas evidencias, asegurando su relevancia y aplicabilidad en el campo del ejercicio y la salud, y ofreciendo un panorama más completo y efectivo para la rehabilitación cardíaca. En conclusión, tanto el HIIT como el MCT emergen como estrategias efectivas y complementarias en la rehabilitación cardíaca, cada una con sus beneficios particulares y consideraciones clave. El HIIT destaca por su capacidad para inducir rápidas adaptaciones fisiológicas, especialmente en términos de mejora del Vo_{2max} , mientras que el MCT se presenta como una opción más accesible y sostenible, particularmente en pacientes con limitaciones físicas o aquellos que prefieren un enfoque menos intenso. Ambos enfoques requieren una personalización según las características individuales de cada paciente, lo que asegura una mayor adherencia y maximiza los beneficios a largo plazo. La investigación continúa respaldando la relevancia de estas modalidades de ejercicio, sugiriendo que, con la individualización adecuada, tanto el HIIT como el MCT pueden mejorar significativamente la salud cardiovascular, la capacidad aeróbica y el bienestar general de los pacientes en rehabilitación cardíaca.

A medida que se avanza en la investigación, se espera que las pautas y recomendaciones para su implementación sean aún más refinadas, asegurando que estos programas sean cada vez más efectivos y accesibles para todos los pacientes, independientemente de su perfil clínico.

Conclusiones

Las conclusiones sobre el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) en la rehabilitación cardíaca indican que es altamente efectivo para mejorar el Vo_{2max} , este tipo de entrenamiento permite una flexibilidad en la duración, que puede variar entre 24 y 47 minutos, y se recomienda una frecuencia de tres sesiones por semana. En contraste, el entrenamiento continuo moderado (MCT) también ha demostrado ser eficaz, ofreciendo beneficios similares en el Vo_{2max} , especialmente para aquellos que no toleran intensidades elevadas. El MCT, realizado a intensidades más bajas, fomenta una mejor adherencia a largo plazo y está asociado con mejoras en la salud mental y el bienestar general. Juntos, el HIIT y el MCT representan estrategias complementarias en la rehabilitación cardíaca, permitiendo personalizar los programas según las necesidades individuales de cada paciente.

Agradecimientos

Al departamento de kinesiología sede Valdivia.

Financiación

Financiación interna.

Referencias

- Ambrosetti, M., Abreu, A., Corrà, U., Davos, C. H., Hansen, D., Frederix, I., Iliou, M. C., Pedretti, R. F. E., Schmid, J.-P., Vigorito, C., Voller, H., Wilhelm, M., Piepoli, M. F., Bjarnason-Wehrens, B., Berger, T., Cohen-Solal, A., Cornelissen, V., Dendale, P., Doehner, W., & Zwisler, A.-D. O. (2021). Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. *2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. European Journal of Preventive Cardiology*, 28(5), 460–495. <https://doi.org/10.1177/2047487320913379>
- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., & Tucker, W. J. (2015). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training in heart failure with preserved ejection fraction: A pilot study. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 751–758. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00518.2014>
- Ames, M. K., Atkins, C. E., & Pitt, B. (2019). The renin-angiotensin-aldosterone system and its suppression. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(2), 363–382. <https://doi.org/10.1111/jvim.15454>
- Anderson, L., Oldridge, N., Thompson, D. R., Zwisler, A.-D., Rees, K., Martin, N., & Taylor, R. S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.044>
- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., & Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: A pilot study. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 753–758. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00518.2014>
- Asociación Estadounidense del Corazón (2013). Estándares de ejercicio para pruebas y entrenamiento: una declaración científica de la Asociación Estadounidense del Corazón. *Circulation*, 128(8), 873–934. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>
- Arena, R., Myers, J., Forman, D. E., Lavie, C. J., & Guazzi, M. (2013). ¿Debería el entrenamiento aeróbico en intervalos de alta intensidad convertirse en el estándar clínico para la insuficiencia cardíaca? *Heart Failure Reviews*, 18(1), 95–105. <https://doi.org/10.1007/s10741-012-9333-z>

- Barge-Caballero, E., Barge-Caballero, G., Couto-Mallón, D., Paniagua-Martín, M. J., Marzoa-Rivas, R., Naya-Leira, C., Riveiro-Rodríguez, C. M., Grille-Cancela, Z., Blanco-Canosa, P., Muñiz, J., Vázquez-Rodríguez, J. M., & Crespo-Leiro, M. G. (2020). Comparación de mortalidad pronosticada y mortalidad observada en pacientes con insuficiencia cardiaca tratados en una unidad clínica especializada. *Revista Española de Cardiología*, 73(8), 652–659. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2019.09.016>
- Bauersachs, J., de Boer, R. A., Lindenfeld, J., & Bozkurt, B. (2022). The year in cardiovascular medicine 2021: Heart failure and cardiomyopathies. *European Heart Journal*, 43(5), 367–376. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab887>
- 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>
- Bingel, A., Messroghli, D., Weimar, A., Runte, K., Salcher-Konrad, M., Kelle, S., Pieske, B., Berger, F., Kuehne, T., Goubergrits, L., Fuerstenau, D., & Kelm, M. (2022). Hemodynamic changes during physiological and pharmacological stress testing in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.718114>
- Blond, K., Brinkløv, C. F., Ried-Larsen, M., Crippa, A., & Grøntved, A. (2020). Association of high amounts of physical activity with mortality risk: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(20), 1195–1201. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100393>
- Bozkurt, B., Coats, A. J. S., Tsutsui, H., Abdelhamid, C. M., Adamopoulos, S., Albert, N., Anker, S. D., Atherton, J., Böhm, M., Butler, J., Drazner, M. H., Felker, G. M., Filippatos, G., Fiuzat, M., Fonarow, G. C., Gomez-Mesa, J.-E., Heidenreich, P., Imamura, T., Jankowska, E. A., ... Zieroth, S. (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. *European Journal of Heart Failure*, 23(3), 352–380. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2115>
- Brooks, E. R., Benson, A. C., Fox, A. S., & Bruce, L. M. (2021). Movement intensity demands between training activities and competition for elite female netballers. *PLOS ONE*, 16(4), e0249679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249679>
- Brown, D. A., Perry, J. B., Allen, M. E., Sabbah, H. N., Stauffer, B. L., Shaikh, S. R., Cleland, J. G. F., Colucci, W. S., Butler, J., Voors, A. A., Anker, S. D., Pitt, B., Pieske, B., Filippatos, G., Greene, S. J., & Gheorghade, M. (2017). Mitochondrial function as a therapeutic target in heart failure. *Nature Reviews Cardiology*, 14(4), 238–250. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.203>
- Biddle, S. J. H., & Mutrie, N. (2008). *Psychology of physical activity: Determinants, well-being and interventions*. Routledge.
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1), e004473. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- Craft, L. L., & Perna, F. M. (2004). The benefits of exercise in mental health. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, 6(3), 104–109. <https://doi.org/10.4088/PCC.v06n0301>
- Caruso, F. R., Junior, J. C. B., Mendes, R. G., Sperling, M. P., Arakelian, V. M., Bassi, D., Arena, R., & Borghi-Silva, A. (2016). Hemodynamic and metabolic response during dynamic and resistance exercise in different intensities: A cross-sectional study on implications of intensity on safety and symptoms in patients with coronary disease. *American Journal of Cardiovascular Disease*, 6(2), 36–44.
- Casado, A., González-Mohíno, F., González-Ravé, J. M., & Foster, C. (2022). Training periodization, methods, intensity distribution, and volume in highly trained and elite distance runners: A systematic review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(6), 820–833. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0435>
- Cattadori, G., Segurini, C., Picozzi, A., Padeletti, L., & Anzà, C. (2018). Exercise and heart failure: An update. *ESC Heart Failure*, 5(2), 222–232.
- Currie, K. D., Dubberley, J. B., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J. (2013). Entrenamiento en intervalos de alta intensidad y bajo volumen en pacientes con enfermedad coronaria. *Medicina y Ciencia en Deportes y Ejercicio*, 45(8), 1436–1442. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828bbbd4>

- Conraads, V. M., Beckers, P. J., Vrints, C. J., Gevaert, A., Cornelissen, V. A., & Goetschalckx, K. (2015). Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: The SAINTEX-CAD study. *International Journal of Cardiology*, 179, 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.155>
- Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T. (2015). Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *The Scientific World Journal*, 2015, Article 192479. <https://doi.org/10.1155/2015/192479>
- Collados-Gutiérrez, A., & Gutiérrez Vilahú, L. (2023). Eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad versus entrenamiento continuo moderado en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica con fracción de eyección reducida, en relación a la capacidad aeróbica, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y la calidad de vida: Revisión sistemática. *Retos Digital*, 49, 135–145. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.93944>
- Chung, M. L., Park, L., Frazier, S. K., & Lennie, T. A. (2017). Long-term adherence to low-sodium diet in patients with heart failure. *Western Journal of Nursing Research*, 39(4), 553–567. <https://doi.org/10.1177/0193945916681003>
- Currie, K. D., Dizonno, V., Oh, P. I., & Goodman, J. M. (2023). Acute physiological responses to high-intensity interval exercise in patients with coronary artery disease. *European Journal of Applied Physiology*, 123(4), 737–747. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05102-2>
- Cuende, J. I. (2016). Vascular age versus cardiovascular risk: Clarifying concepts. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 69(3), 243–246.
- Desgorges, F.-D. (2023). About exercise control in studies on high-intensity interval exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 123(8), 1863–1864. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05217-0>
- 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>
- Ezekowitz, J. A., O'Meara, E., McDonald, M. A., Abrams, H., Chan, M., Ducharme, A., Giannetti, N., Grzeslo, A., Hamilton, P. G., Heckman, G. A., Howlett, J. G., Koshman, S. L., Lepage, S., McKelvie, R. S., Moe, G. W., Rajda, M., Swiggum, E., Virani, S. A., Zieroth, S., ... Sussex, B. (2017). 2017 comprehensive update of the Canadian cardiovascular society guidelines for the management of heart failure. *The Canadian Journal of Cardiology*, 33(11), 1342–1433. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.08.022>
- Eijsvogels, T. M. H., George, K. P., & Thompson, P. D. (2016). Cardiovascular benefits and risks across the physical activity continuum. *Current Opinion in Cardiology*, 31(5), 566–571. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000323>
- Edwards, J., Shanmugam, N., Ray, R., Jouhra, F., Mancio, J., Wiles, J., Marciniak, A., Sharma, R., & O'Driscoll, J. (2023). Exercise mode in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 9(1), Article 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00549-5>
- Ellingsen, Ø., Halle, M., Conraads, V., Støylen, A., Dalen, H., Delagardelle, C., Larsen, A.-I., Hole, T., Mezzani, A., Van Craenenbroeck, E. M., Videm, V., Beckers, P., Christle, J. W., Winzer, E., Mangner, N., Woitek, F., Höllriegel, R., Pressler, A., Monk-Hansen, T., ... Linke, A. (2017). High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation*, 135(9), 839–849. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.116.022924>
- Fernández-Vázquez, D., Ferrero-Gregori, A., Álvarez-García, J., Gómez-Otero, I., Vázquez, R., Delgado Jiménez, J., Worner Diz, F., Bardají, A., García-Pavía, P., Bayés-Genís, A., González-Juanatey, J. R., Cinca, J., & Pascual Figal, D. A. (2020). Cambio en la causa de muerte e influencia de la mejora terapéutica con el tiempo en pacientes con insuficiencia cardiaca y fracción de eyección reducida. *Revista Española de Cardiología*, 73(7), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2019.09.012>
- Freyssin, C., Verkindt, C., Prieur, F., Benaich, P., Maunier, S., & Blanc, P. (2012). Rehabilitación cardíaca en la insuficiencia cardíaca crónica: efecto de un entrenamiento en intervalos de alta intensidad de 8 semanas frente al entrenamiento continuo. *Archivos de Medicina Física y Rehabilitación*, 93(8), 1359–1364. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.009>

- Geidl, W., Abu-Omar, K., Weege, M., Messing, S., & Pfeifer, K. (2020). German recommendations for physical activity and physical activity promotion in adults with noncommunicable diseases. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), Article 12. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0919-x>
- Giallauria, F., Piepoli, M. F., & Vigorito, C. (2010). Entrenamiento físico en la insuficiencia cardíaca crónica: mecanismos y efectos. *Suplementos del European Heart Journal*, 12(Suplemento A), A15–A21. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suq044>
- Groenewegen, A., Rutten, F. H., Mosterd, A., & Hoes, A. W. (2020). Epidemiology of heart failure. *European Journal of Heart Failure*, 22(8), 1342–1356. <https://doi.org/10.1002/ejhf.1858>
- Guazzi, M., Wilhelm, M., Halle, M., Van Craenenbroeck, E., Kemps, H., de Boer, R. A., Coats, A. J. S., Lund, L., Mancini, D., Borlaug, B., Filippatos, G., & Pieske, B. (2022). Exercise testing in heart failure with preserved ejection fraction: An appraisal through diagnosis, pathophysiology, and therapy – A clinical consensus statement of the Heart Failure Association and European Association of Preventive Cardiology of the European Society of Cardiology. *European Journal of Heart Failure*, 24(8), 1327–1345. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2601>
- Guha, S., Harikrishnan, S., Ray, S., Sethi, R., Ramakrishnan, S., Banerjee, S., Bahl, V. K., Goswami, K. C., Banerjee, A. K., Shanmugasundaram, S., Kerkar, P. G., Seth, S., Yadav, R., Kapoor, A., Mahajan, A. U., Mohanan, P. P., Mishra, S., Deb, P. K., Narasimhan, C., ... Lokhandwala, Y. (2018). CSI position statement on management of heart failure in India. *Indian Heart Journal*, 70(Suppl 1), S1–S72. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.05.003>
- Habeeb, AJ y cols. (2023). Prescripción personalizada de ejercicio en pacientes con insuficiencia cardíaca: una revisión. *Revisiones de insuficiencia cardíaca*, 28 (2), 163–173. <https://doi.org/10.1007/s10741-022-10394-5>
- Hansen, D., Abreu, A., Ambrosetti, M., Cornelissen, V., Gevaert, A., Kemps, H., Laukkanen, JA, Pedretti, R., Simonenko, M., Wilhelm, M., Davos, CH, Revisores:, Doehner, W., Iliou, M.-C., Kränkel, N., Völler, H. y Piepoli, M. (2022). Evaluación y prescripción de la intensidad del ejercicio en la rehabilitación cardiovascular y más allá: por qué y cómo: una declaración de posición de la Sección de Prevención Secundaria y Rehabilitación de la Asociación Europea de Cardiología Preventiva. *Revista Europea de Cardiología Preventiva*, 29 (1), 230–245. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab007>
- Hanson, NJ, Sheadler, CM, Lee, TL, Neuenfeldt, NC, Michael, TJ y Miller, MG (2016). La modalidad determina el VO₂máx alcanzado en pruebas de ejercicio a ritmo propio: Validación con el protocolo de Bruce. *Revista Europea de Fisiología Aplicada*, 116 (7), 1313–1319. Español: <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3384-0> Haykowsky, MJ, Tomczak, CR, Scott, JM, Paterson, DI y Kitzman, DW (2013). Determinantes de la intolerancia al ejercicio en la insuficiencia cardíaca con función renal preservada. Fracción de eyección: perspectivas derivadas de las adaptaciones centrales y periféricas. *Journal of Cardiac Failure*, 20 (3), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2013.10.006>
- Heidenreich, PA, Bozkurt, B., Aguilar, D., Allen, LA, Byun, JJ, Colvin, MM, Deswal, A., Drazner, MH, Dunlay, SM, Evers, LR, Fang, JC, Fedson, SE, Fonarow, GC, Hayek, SS, Hernández, AF, Khazanie, P., Kittleson, MM, Lee, CS, Link, MS, ... Yancy, CW (2022). Guía AHA/ACC/HFSA 2022 para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca: resumen ejecutivo. *Circulation*, 145 (18). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001062>
- Huertas, JR, Casuso, RA, Agustín, PH, & Cogliati, S. (2019). Mantente en forma, mantente joven: mitocondrias en movimiento: el papel del ejercicio en el Nuevo paradigma mitocondrial. *Medicina oxidativa y longevidad celular*, 2019, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2019/7058350>
- Habeeb, W., Tash, A., Elasar, A., Almasood, A., Bakhshi, A., Elshaer, F., Ayoubi, FA, Alghalaini, K., Alqaseer, M., Alhussein, M., Almogbel, O., AlSaif, S. y AlHebeshi, Y. (2023). Actualización centrada en NHC/SHA 2023 de las directrices de 2019 para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. *Revista de la Asociación Saudita del Corazón*, 35 (1). <https://doi.org/10.37616/2212-5043.1334>
- Insuficiencia cardíaca con función preservada. Revisión del tema y comunicación de la experiencia española. (2017). *Revista uruguaya de cardiología*, 32 (3). Español : <https://doi.org/10.29277/ruc/32.3.15> Ito,
- Järvinen, L., Lundin Petersdotter, S. y Chaillou, T. (2022). Resistencia de alta intensidad El ejercicio no es tan eficaz como el ejercicio tradicional en intervalos de alta intensidad para aumentar la

- respuesta cardiorrespiratoria y el gasto energético en sujetos activos de forma recreativa. *European Journal of Applied Physiology*, 122 (2), 459–474. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04849-4>
- Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, DR, Galvão, DA, Newton, RU, Nonemacher, ER, Wendt, VM, Bassanesi, RN, Turella, DJP y Rech, A. (2022). Moderadores de los efectos del entrenamiento de resistencia en adultos con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática y un metanálisis. *Medicina y ciencia en deportes y ejercicio*, 54 (1) <https://doi.org/10.1249/MSS.000000>
- Lum, D., Joseph, R., Ong, KY, Tang, JM y Suchomel, TJ (2023). Comparación de los efectos de la inclusión a largo plazo frente a la inclusión periódica de entrenamiento de fuerza isométrica en el rendimiento dinámico y de fuerza. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37 (2), 305–314. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004276>
- Lum, MA, et al. (2023). Intensidad y volumen de ejercicio en rehabilitación cardíaca: una revisión narrativa. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 17 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s12170-023-00946-y>
- Mahatme, S., Vaishali, Kumar, N., Rao, V., Kovala, RK y Sinha, MK (2022). Impacto del entrenamiento en intervalos de alta intensidad en los resultados de salud cardiometabólica y la función mitocondrial en adultos mayores: una revisión. *Medicine and Pharmacy Reports*. <https://doi.org/10.15386/mpr-2201>
- McGregor, G., Powell, R., Begg, B., Birkett, ST, Nichols, S., Ennis, S., McGuire, S., Prosser, J., Fiassam, O., Hee, SW, Hamborg, T., Banerjee, P., Hartfiel, N., Charles, JM, Edwards, RT, Drane, A., Ali, D., Osman, F., He, H., ... Shave, R. (2023). Entrenamiento en intervalos de alta intensidad en rehabilitación cardíaca: un ensayo controlado aleatorizado multicéntrico. *Revista Europea de Cardiología Preventiva*, 30 (9), 745–755. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad039>
- Michalska-Kasiczak, M., Bielecka-Dabrowa, A., von Haehling, S., Anker, SD, Rysz, J. y Banach, M. (2018). Biomarcadores, fibrosis miocárdica y comorbilidades en la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: una descripción general. *Archives of Medical Science: AMS*, 14 (4), 890–909. <https://doi.org/10.5114/aoms.2018.76279>
- Mueller, S., Winzer, EB, Duvinage, A., Gevaert, AB, Edelmann, F., Haller, B., Pieske-Kraigher, E., Beckers, P., Bobenko, A., Hommel, J., Van de Heyning, CM, Esefeld, K., von Korn, P., Christle, JW, Haykowsky, MJ, Linke, A., Wisløff, U., Adams, V., Pieske, B., ... OptimEx-Clin Study Group. (2021). Efecto del entrenamiento en intervalos de alta intensidad, el entrenamiento continuo moderado o el asesoramiento sobre actividad física basado en pautas sobre el consumo máximo de oxígeno en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: un ensayo clínico aleatorizado. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 325 (6), 542. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.26812>
- Nunnari, J. y Suomalainen, A. (2012). Mitocondrias: En la enfermedad y en la salud. *Celda*, 148 (6), 1145–1159. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.02.035>
- Niebauer, J. y Börjesson, M. (2017). La actividad física como piedra angular de la prevención cardiovascular: De los factores de riesgo a las vías metabólicas. *Revista europea del corazón*, 38 (24), 1846–1854. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw150>
- Nunnari, F. y Suomalainen, A. (2012) . Función del ejercicio en la rehabilitación cardíaca. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93 (5), 1079–1085 . <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.12.028>
- O'Connor, CM, Whellan, DJ, Lee, KL, Keteyian, SJ, Cooper, LS, Ellis, SJ, Leifer, ES, Kraus, WE, Kitzman, DW, Blumenthal, JA, Rendall, DS, Miller, NH, Fleg, JL, Schulman, KA, McKelvie, RS, Zannad, F., Piña, IL, & Investigadores de HF-ACTION. (2009). Eficacia y seguridad del entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica: ensayo controlado aleatorizado de HF-ACTION. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 301 (14), 1439. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.454>
- Orozco-Beltrán, D., Brotons Cuixart, C., Banegas Banegas, JR, Gil Guillén, VF, Cebrián Cuenca, AM, Martín Rioboó, E., Jordá Baldó, A., Vicuña, J., & Navarro Pérez, J (2022). Recomendaciones preventivas cardiovasculares. Actualización PAPPs 2022. *Atención Primaria*, 54 (102444), 102444. <https://doi.org/10.1016 /j.ap.2022.102444>
- Page, MJ, McKenzie, JE, Bossuyt, PM, Boutron, I., Hoffmann, TC, Mulrow, CD, Shamseer, L., Tetzlaff, JM, Akl, EA, Brennan, SE, Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, JM, Hróbjartsson, A., Lalu, MM, Li, T., Loder, EW, Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020:

- Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74 (9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Piercy, KL, Troiano, RP, Ballard, RM, et al. (2018). The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, publicado en línea el 12 de noviembre. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J.-P., Corrado, D., Drezner, JA, Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, MF, Prescott, E., Roos-Hesselink, JW, Stuart, AG,... Wilhelm, M. (2019). Prescripción de ejercicio para pacientes con enfermedad cardiovascular: una declaración científica de la American Heart Association. *Circulación*, 139(6), [yhttps://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000548](https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000548)
- Piepoli, MF, Hoes, AW, Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, AL,... Verschuren, WM (2016). Guías europeas sobre prevención de enfermedades cardiovasculares en la práctica clínica. *Revista europea del corazón*, 37 (29), 2315–2381. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>
- Papathanasiou, JV, Petrov, I., Tokmakova, MP, Dimitrova, DD, Spasov, L., Dzhafer, NS, Tsekoura, D., Dionyssiotis, Y., Ferreira, AS, Lopes, AJ, Rosulescu, E., y Foti, C. (2020). Intervenciones grupales de rehabilitación cardíaca: un desafío para los médicos de medicina física y rehabilitación: un ensayo controlado aleatorizado. *Revista Europea de Medicina Física y de Rehabilitación*, 56 (4), 479-488. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06013-X>
- Pascual-Figal, DA, Casademont, J., Lobos, JM, Piñera, P., Bayés-Genis, A., Ordóñez-Llanos, J., & González-Juanatey, JR (2016). Documento de consenso y recomendaciones sobre el uso de los péptidos natriuréticos en la práctica clínica. *Revista Clínica Española*, 216 (6), 313–322. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2016.02.008>
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J.-P., Corrado, D., Drezner, JA, Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, MF, Prescott, E., Roos-Hesselink, JW, Stuart, AG,... Wilhelm, M. (2021). Guía ESC 2020 sobre cardiología del deporte y el ejercicio en pacientes con enfermedad cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 74 (6), 545.e1-545.e73. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.11.026>
- Quindry, JC, Franklin, BA, Chapman, M., Humphrey, R. y Mathis, S. (2019). Beneficios y riesgos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad en pacientes con enfermedad de la arteria coronaria. *The American Journal of Cardiology*, 123 (8), 1370–1377. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.01.008>
- Ramsey, KA, Rojer, AGM, D'Andrea, L., Otten, RHJ, Heymans, MW, Trappenburg, MC, Verlaan, S., Whittaker, AC, Meskers, CGM y Maier, AB (2021). La asociación de la actividad física medida objetivamente y el comportamiento sedentario con la fuerza del músculo esquelético y la potencia muscular en adultos mayores: una revisión sistemática y un metanálisis. *Ageing Research Reviews*, 67, 101266. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>
- Reddy, YNV, Carter, RE, Obokata, M., Redfield, MM y Borlaug, BA (2018). Un enfoque simple y basado en evidencia para ayudar a orientar el diagnóstico de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. *Circulation*, 138 (9), 861–870. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.118.034646>
- Redfield, MM y Borlaug, BA (2023). Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: una revisión. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 329 (10), 827. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.2020>
- Rognmo, Ø., Moholdt, T., Bakken, H., Hole, T., Mølsted, P., Myhr, NE, Slørdahl, SA (2012). Riesgo cardiovascular del ejercicio aeróbico de intensidad alta versus moderada en pacientes con enfermedad coronaria. *Circulación*, 126 (12), 1436-1440. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.123117>
- Saito, Y., Obokata, M., Harada, T., Kagami, K., Wada, N., Okumura, Y., & Ishii, H. (2023). Beneficio pronóstico del diagnóstico temprano con pruebas de esfuerzo en la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. *Revista Europea de Cardiología Preventiva*, 30 (9), 902–911. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad127>
- Singam, NSV, Fine, C. y Fleg, JL (2020). Cambios cardíacos asociados con el envejecimiento vascular. *Cardiología clínica*, 43 (2), 92–98. <https://doi.org/10.1002/clc.23313>
- Sokolska, JM, Sokolski, M., Zymliński, R., Biegus, J., Siwołowski, P., Nawrocka-Millward, S., Jankowska, EA, Todd, J., Banasiak, W. y Ponikowski, P. (2019). Patrones de aparición de disnea en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda: implicaciones clínicas y pronósticas. *ESC Insuficiencia cardíaca*, 6 (1), 16–26. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12371>

- Stamatakis, E., Ahmadi, MN, Gill, JMR, Thøgersen-Ntoumani, C., Gibala, MJ, Doherty, A. y Hamer, M. (2022). Asociación de la actividad física intensa intermitente medida con dispositivos portátiles con la mortalidad. *Nature Medicine*, 28 (12), 2521–2529 . <https://doi.org/10.1038/s41591-022-02100-x>
- Sultana, RN, Sabag, A., Keating, SE y Johnson, NA (2019). El efecto del entrenamiento en intervalos de alta intensidad y bajo volumen sobre la composición corporal y la aptitud cardiorrespiratoria: una revisión sistemática y un metanálisis. *Sports Medicine (Auckland , Nueva Zelanda)*, 49 (11), 1687–1721 . <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01167-w>
- Spruit, MA, Eterman, RM, Hellwig, VA, Janssen, PP, Wouters, EF y Hochstenbach, JB (2010). Efectos del entrenamiento de resistencia de intensidad moderada a alta en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. *Medicina respiratoria*, 104 (7), 995–1001. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.03.009>
- Inteligente, NA y Steele, M. (2011). Comparación de 16 semanas de entrenamiento físico continuo frente a entrenamiento intermitente en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. *Revista de Medicina Cardíaca*, 26 (6), 123–130. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2011.00274.x>
- Sullivan, MJ, et al. (2016). Entrenamiento aeróbico en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: una revisión sistemática. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 83 (2), 151-158.
- Swain, DP y Franklin, BA (2006). Comparación de los beneficios cardioprotectores del ejercicio aeróbico de intensidad vigorosa frente al de intensidad moderada. *American Journal of Cardiology*, 97 (1), 161–165.
- Thurlow, F., Weakley, J., Townshend, AD, Timmins, RG, Morrison, M. y McLaren, SJ (2023). Las demandas agudas del entrenamiento de sprints repetidos sobre los resultados fisiológicos, neuromusculares, perceptivos y de rendimiento en deportistas de deportes de equipo: una revisión sistemática y un metanálisis. *Medicina deportiva (Auckland, Nueva Zelanda)*, 53 (8), 1609–1640 . <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01853-w>
- Turri-Silva, N., Vale-Lira, A., Verboven, K., Quaglioti Durigan, JL, Hansen, D. y Cipriano, G. (2021). Entrenamiento en intervalos de alta intensidad versus entrenamiento de resistencia en circuito progresivo de alta intensidad sobre la función endotelial y la aptitud cardiorrespiratoria en la insuficiencia cardíaca: un ensayo controlado aleatorizado preliminar. *PloS One*, 16 (10), e0257607 . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257607>
- Tzanis, G., Philippou, A., Karatzanos, E., Dimopoulos, S., Kaldara, E., Nana, E., Pitsolis, T., Rontogianni, D., Koutsilieris, M. y Nanas, S. (2017). Efectos del entrenamiento con ejercicios en intervalos de alta intensidad sobre la miopatía esquelética de la insuficiencia cardíaca crónica. *Revista de insuficiencia cardíaca*, 23 (1), 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2016.06.007>
- Taylor, JL, Holland, DJ, Keating, SE, Leveritt, MD, Gomersall, SR, Rowlands, AV, Bailey, TG y Coombes, JS (2020). Viabilidad, seguridad y eficacia a corto y largo plazo del entrenamiento en intervalos de alta intensidad en la rehabilitación cardíaca: el ensayo clínico aleatorizado FITR Heart Study. *JAMA Cardiology*, 5 (12), 1382–1389 . <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.3511>
- Thompson, PD, et al. (2010). Ejercicio y actividad física en la prevención y el tratamiento de la enfermedad cardiovascular aterosclerótica. *Circulation*, 121 (6), 777–783.
- Tzanis, G., et al. (2017). La efectividad del HIIT en la rehabilitación cardíaca: una revisión sistemática. *Heart Failure Clinics*, 13 (1), 139–149.
- Winzer, EB, Augstein, A., Schauer, A., Mueller, S., Fischer-Schaepmann, T., Goto, K., Hommel, J., van Craenenbroeck, EM, Wisløff, U., Pieske, B., Halle, M., Linke, A., y Adams, V. (2022). Impacto de diferentes modalidades de entrenamiento en alteraciones moleculares en el músculo esquelético de pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: un subestudio del ensayo OptimEx. *Circulation. Heart Failure*, 15 (10). <https://doi.org/10.1161/circheartfailure.121.009124>
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, JP, Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, PM, Tjønnå, AE y Skjærpe, T. (2007). Efecto cardiovascular superior del entrenamiento aeróbico en intervalos frente al entrenamiento continuo moderado en pacientes con insuficiencia cardíaca: Un estudio aleatorizado. *Circulación*, 115 (24), 3086-3094. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>
- Wang, J., et al. (2019). Efectos del entrenamiento continuo sobre la capacidad funcional y la calidad de vida en pacientes con enfermedad coronaria: un metaanálisis. *Revista Europea de Cardiología Preventiva*, 26 (9), 974-985 . <https://doi.org/10.1177/2047487318791815>

- Organización Mundial de la Salud . (17 de marzo de 2020). Evaluación de la capacidad nacional para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles: Informe de la encuesta mundial de 2019. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240002319>
- Organización Mundial de la Salud. (2024, 12 de febrero) . Actividad física. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Yin, M., Chen, Z., Nassis, GP, Liu, H., Li, H., Deng, J. y Li, Y. (2023). El entrenamiento crónico en intervalos de alta intensidad y el entrenamiento continuo de intensidad moderada son eficaces para aumentar la oxidación máxima de grasas durante el ejercicio en adultos con sobrepeso y obesidad: un metaanálisis. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21 (4), 354–365 . <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.08.001>
- Yancy, CW, Jessup, M., Bozkurt, B., Butler, J., Casey, DE Jr, Drazner, MH, Fonarow, GC, Geraci, SA, Horwich, T., Januzzi, JL, Johnson, MR, Kasper, EK, Levy, WC, Masoudi, FA, McBride, PE, McMurray, JJ, Mitchell, JE, Peterson, PN, Riegel, B., Sam, F., Stevenson, LW, Tang, WH, Tsai, EJ y Wilkoff, BL (2013). Guía ACCF/AHA 2013 para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca: un informe del Grupo de trabajo sobre guías de práctica de la Fundación del Colegio Americano de Cardiología/Asociación Estadounidense del Corazón. *Journal of the American College of Cardiology*, 62 (16), e147–e239. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.019>
- Zhu , Y. , et al. (2023) . Intensidad y volumen del entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia cardíaca: una revisión sistemática y un metanálisis. *Cardiovascular Research*, 119 (2), 479-494 . <https://doi.org/10.1093/cvr/cvab162>
- Zhu, X., Wang, S., Cheng, Y., Gu, H., Zhang, X., Teng, M., Zhang, Y., Wang, J., Hua, W., y Lu, X. (2023). El entrenamiento isquémico fisiológico mejora la función cardíaca a través de la atenuación de la apoptosis de los cardiomiocitos y la activación del nervio vago en la insuficiencia cardíaca crónica . *Frontiers in Neuroscience* , 17. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1174455>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Mauricio Ernesto Tauda Tauda
Eduardo Joel Cruzat Bravo

Mauro.tauda@gmail.com
ecruzat@santotomas.cl

Autor/a
Autor/a