

Revisiones

DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DEL “HIIT” Y SU IMPACTO EN EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDÍACA

Mauricio E. Tauda^{1,*}, Eduardo J. Bravo², Felipe Suárez Rojas²

¹ Clínica del Ejercicio de la Universidad Mayor, Valdivia, Chile.

² Universidad Santo Tomás Valdivia, Valdivia, Chile.

RESUMEN

Objetivos: El objetivo de esta revisión sistemática es determinar la dosificación óptima del entrenamiento de intervalos de alta intensidad (del inglés; HIIT) y su impacto en el consumo máximo de oxígeno (Vo2max) en pacientes con IC.

Métodos: Se llevó a cabo una búsqueda en 5 bases de datos (PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Medline). Se incluyeron los estudios que usaban el protocolo HIIT y midieron el Vo2max, así como los que comparaban HIIT con entrenamiento continuo moderado (del inglés; MCT), Intervalos cortos de alta intensidad (del inglés; SID) o algún programa de fuerza en pacientes con IC.

Resultados: Los resultados de un análisis que incluyó 6 estudios con un total de 505 participantes con fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) entre 35% y 50% compararon el HIIT con otros métodos de ejercicio. Los estudios mostraron que la Frecuencia de Sesiones: Variaba entre 3 y 5 veces por semana. Duración de las Sesiones: Entre 28 y 47 minutos. Duración Total de los Programas: Entre 12 y 54 semanas. Se midió la eficacia del entrenamiento con parámetros como Vo2max, frecuencia cardíaca en reposo, potencia en vatios, fuerza máxima en una repetición (1RM), y pico de consumo de oxígeno. Los resultados sugieren que el HIIT es más efectivo para mejorar el Vo2max que otros métodos, y esta efectividad se mantiene independientemente del tipo de IC: reducida, moderadamente reducida o preservada.

Conclusión: Los hallazgos de la revisión sistemática respaldan la eficacia del HIIT como una opción de entrenamiento físico para pacientes con IC.

Palabras clave: Entrenamiento; enfermedades cardiovasculares; falla cardíaca.

Optimal Dosage of “HIIT” and Its Impact on Maximum Oxygen Consumption in Patients with Heart Failure

ABSTRACT

Objectives: The objective of this systematic review is to determine the optimal dosage of high-intensity interval training (HIIT) and its impact on maximum oxygen consumption (Vo2max) in patients with HF.

Methods: A search was carried out in 5 databases (PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library and Medline). Studies that used the HIIT protocol and measured Vo2max were included, as well as those that compared HIIT with moderate continuous training (MCT), short high-intensity intervals (SID) or a strength program in patients with CI.

Results: The results of an analysis that included 6 studies with a total of 505 participants with left ventricular ejection fraction (LVEF) between 35% and 50% compared HIIT with other exercise methods. The studies showed that the Frequency of Sessions: Varied between 3 and 5 times per week. Session Duration: Between 28 and 47 minutes. Total Duration of Programs: Between 12 and 54 weeks. The effectiveness of the training was measured with parameters such as Vo2max, resting heart rate, power in watts, maximum force in one repetition (1RM), and peak oxygen consumption. The results suggest that HIIT is more effective in improving Vo2max than other methods, and this effectiveness is maintained regardless of the type of CI: reduced, moderately reduced or preserved.

Conclusion: The findings of the systematic review support the effectiveness of HIIT as an exercise training option for patients with HF.

Keywords: Training; cardiovascular diseases; heart failure.

* Autor de Correspondencia: Mauricio E. Tauda. Email: Ernesto.tauda@mayor.cl (Mauricio E. Tauda)

<https://doi.org/10.33155/ramd.v17i1-2.1161>

ISSN-e: 2172-5063/ © Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) se caracteriza como un estado fisiopatológico y clínico que presenta fenotipos progresivos, multifactoriales y heterogéneos, lo que dificulta que el corazón responda adecuadamente a las demandas de irrigación periférica o funcione con presiones de llenado elevadas (1). Esta condición se confirma mediante niveles elevados de péptido natriurético (NP) o mediante evidencia objetiva de congestión pulmonar o sistémica cardiogénica, según los métodos de diagnóstico utilizados (2, 3, 4).

La IC puede originarse debido a diversas alteraciones en componentes cardíacos clave, como el pericardio, el miocardio, los fibroblastos cardíacos, las células endoteliales, las válvulas, o ciertas anomalías metabólicas (5). Las causas subyacentes pueden incluir factores idiopáticos, infecciones virales, consumo de alcohol, quimioterapia, edad avanzada, hipertensión, diabetes, dislipidemia, obesidad, endocrinopatías y enfermedades genéticas (6, 7).

La IC se clasifica en base a la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) y se divide en tres categorías principales (8, 9, 10). En la IC con fracción de eyección (FE) reducida (ICFER) la FE es del 40% o menos y se conoce como IC sistólica. Se caracteriza por la incapacidad de los ventrículos para contraerse con fuerza. Puede resultar en hipertrofia excéntrica de los ventrículos y disminución del volumen diastólico debido a resistencia persistente o enfermedad infiltrativa (11). En la IC con FE preservada (ICFEp) la FE es igual o superior al 50% y es conocida como IC diastólica. En concreto esta surge de la incapacidad de los ventrículos para relajarse y puede ser causada por hipertrofia concéntrica debido a daño crónico al miocardio, resultando en una contractilidad ineficaz. La ICFE mejorada se refiere a casos donde la FE en la ICFER supera el 40%. Esta categoría puede presentar características intermedias entre ICFER e ICFE (12).

La importancia de estas categorizaciones radica en sus correlaciones con datos demográficos de los pacientes, condiciones coexistentes y respuestas al tratamiento, según estudios previos (13, 14). El reconocimiento y la clasificación precisos de la IC son cruciales para determinar el enfoque terapéutico más adecuado para cada caso (15). La mayoría de los tratamientos actuales para la IC suelen tener como objetivo reducir la precarga, aumentar la contractilidad, controlar la frecuencia cardíaca y prevenir la remodelación cardíaca (16), lo que ha sido posible parcialmente con los avances médicos, la administración de medicamentos y las intervenciones no farmacológicas, disminuyendo la mortalidad y aumentando la expectativa de vida (17, 18). Dentro de estas intervenciones, el ejercicio físico se destaca como una intervención crucial en el manejo de la IC, generando beneficios significativos como mejorar la capacidad funcional, reducir los síntomas y mejorar la calidad de vida (19). Además, el ejercicio físico, dosificado correctamente, provoca un acondicionamiento significativo de las estructuras periféricas, como cambios hemodinámicos que contribuyen a frenar el progreso de la IC (20).

Además del manejo de los factores de riesgo contribuyentes a la IC (21, 22). Otras de las modificaciones que el ejercicio físico induce en la IC incluyen el aumento del gasto cardíaco máximo, volumen de eyección pico y velocidad de llenado diastólico. Asimismo, se observa un retraso en el remodelado del ventrículo izquierdo, mejorando la tolerancia al ejercicio y, por ende, la calidad de vida de los pacientes (23, 24, 25). La evidencia y las recomendaciones sobre el ejercicio físico en la IC son abundantes (26, 27). No obstante, la efectividad de las intervenciones depende de diversos factores, como la intensidad, volumen, frecuencia, descansos, edad, nivel de acondicionamiento previo, tipos de ejercicios y su organización, así como la presencia de patologías preexistentes (28, 29). El control específico de estas variables es particularmente crítico en la IC, ya que las manifestaciones cardinales, como disnea y fatiga, pueden limitar

la capacidad de realizar esfuerzo físico (intolerancia al ejercicio) y desencadenar procesos que conduzcan a la congestión pulmonar y sistémica, así como al aumento de la resistencia vascular periférica (30).

Además, es esencial considerar una serie de variables para llevar a cabo intervenciones mediante el ejercicio físico en la IC, como el estadio de la IC, etiología, ICFER o ICFE, clase funcional, síntomas predominantes, variables de laboratorio (función renal, electrolitos), hallazgos del electrocardiograma y expectativas de supervivencia (31). El ejercicio se ha consolidado como una modalidad terapéutica segura y efectiva para la IC (32). Sin embargo, existen diferencias significativas en los protocolos implementados, especialmente en el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (del inglés; High Intensity Interval Training (HIIT) (33). Estas diferencias radican en la intensidad del estímulo principal, la intensidad de recuperación (34), la frecuencia y duración del periodo de aplicación (35).

E incluso en las características individuales de los pacientes, como la edad, peso, estatura y composición corporal (36). Estas variaciones pueden influir en la eficacia del programa de rehabilitación cardíaca. Dado que existen discrepancias en los protocolos de HIIT, identificar la influencia de variables como la frecuencia, la duración, la intensidad de la recuperación y otras podría ser crucial para optimizar los programas de rehabilitación cardíaca para pacientes con IC. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión sistemática es determinar la dosificación óptima del HIIT y su impacto en el Vo_{2max} en pacientes con IC.

MÉTODOS

El diseño de la revisión sistemática siguió el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews) (37). 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 HIIT y la IC. 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).

Estos términos se seleccionaron para abarcar diversas facetas del entrenamiento cardiovascular y la IC, asegurando que se capturen estudios relevantes en el ámbito de interés. Además, el protocolo de revisión se registró en PROSPERO antes de iniciar la búsqueda bibliográfica, lo que garantiza la transparencia y la planificación adecuada del proceso de revisión. El número de registro del protocolo de revisión es CRD42023482436. Este enfoque metodológico ayuda a garantizar la rigurosidad y la calidad del proceso de revisión sistemática.

Criterios de inclusión

Ensayos clínicos con asignación aleatoria, estudios de cohortes, estudios observacionales comparativos. retrospectivos o prospectivos. Participantes con diagnóstico de IC aguda o crónica publicados entre enero de 2019 y marzo de 2024, sin restricción de idioma en que se hubiera utilizado un protocolo de HIIT para pacientes con IC que se midiera el Vo2max. Dentro de un rango de edad igual o mayor a 55 años. Hombres y mujeres. Intervención a través de un programa de rehabilitación con HIIT. Estudios que comparen el HIIT con otros métodos de ejercicio como los intervalos cortos de alta intensidad (del inglés; SID) o el entrenamiento continuo moderado (del inglés; MCT). O un programa de entrenamiento de la fuerza.

Criterios de exclusión

Estudios no indexados, artículos que no sigan una asignación aleatoria, menores de edad, estudios no concluyentes tras la evaluación del texto completo, los estudios basados en programas de HIIT acuáticos, estudios que no se ajustan al objetivo de la revisión los que incluyeran a pacientes con trasplantes, injertos o valvulopatías y los que estudiaran suplementos alimenticios o ayudas nutricionales o farmacológicas.

Fuentes de información

Se llevó a cabo una revisión sistemática utilizando artículos científicos recopilados de bases de datos indexadas, abarcando el período comprendido entre enero de 2019 y enero de 2024. Las búsquedas se realizaron en 5 bases de datos fundamentales para la investigación médica y científica: PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Medline.

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; donde se comenzó por identificar y eliminar estudios duplicados durante la fase de búsqueda. Esto aseguró que cada estudio único se considerara una vez en el proceso de revisión. Selección Inicial por título y resumen; en esta etapa se realizó una selección preliminar basada en el título y el resumen de los estudios. Durante esta fase, se descartaron aquellos estudios que claramente no cumplían con los criterios de elegibilidad o no estaban relacionados con los temas de interés. Revisión Completa; En ella los estudios que pasaron la fase de selección inicial fueron sometidos a una revisión completa, durante la cual se examinaron detalladamente para asegurar que cumplieran con los criterios de elegibilidad predefinidos. Se verificó la relevancia del contenido y se evaluó si la metodología del estudio se alineaba con los objetivos de la revisión.

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; donde se identificó y describió la patología o condición médica que se abordó en los estudios, en este caso, la IC. Intervención; donde 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; donde se recopilaron datos sobre los resultados observados principalmente en el Vo2max u otros parámetros relevantes. Dada la diversidad en los métodos y resultados de los estudios incluidos, se optó por una síntesis narrativa en lugar de un análisis cuantitativo.

RESULTADOS

La selección de estudios incluidos en la revisión sistemática, desde la identificación inicial hasta la inclusión final de los estudios se muestra en la [Figura 2](#). Diagrama de PRISMA. Cada paso muestra el movimiento de los registros y cómo se van filtrando según los criterios de inclusión. Finalmente, después de todas las etapas de selección, se incluyen 6 estudios que cumplieron con todos los criterios de inclusión y fueron considerados relevantes para la revisión sistemática.

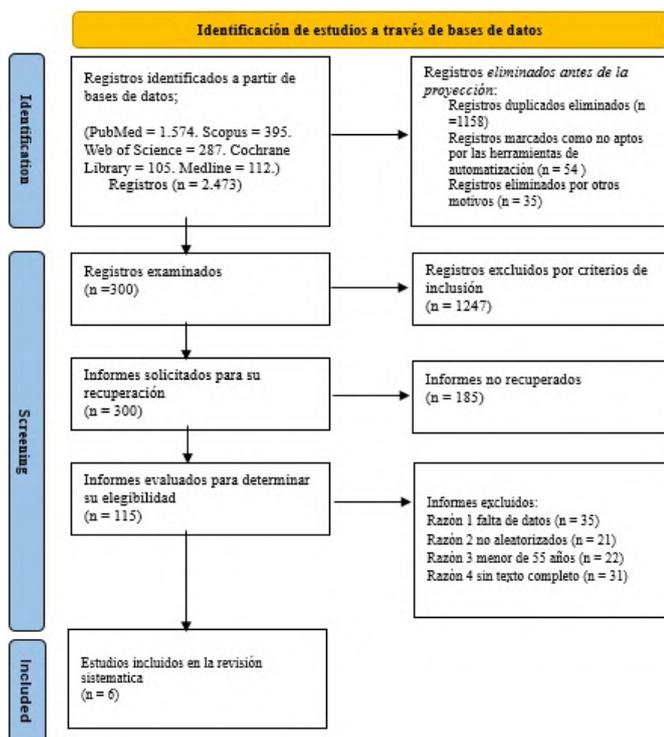
	Donelli da Silveira et al., 2020	Mueller et al., 2021	Besnier et al., 2019	Turti et al., 2021	Koppert et al., 2021	Winzer et al., 2020	
Generación de secuencia aleatoria (sesgo de selección)	●	●	●	●	●	●	
Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	●	●	●	●	●	●	
Enmascaramiento de los participantes y el personal (sesgo de realización)	●	●	●	●	●	●	
Enmascaramiento de la evaluación del resultado (sesgo de detección)	●	●	●	●	●	●	
Datos de resultados incompletos (sesgo de desgate)	●	●	●	●	●	●	
Notificación selectiva (sesgo de notificación)	●	●	●	●	●	●	
Otros sesgos	●	●	●	●	●	●	

Figura 1. Estudios y selección de riesgo de sesgo (Cochrane ROB).

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos (n = 6)

ESTUDIOS	IC	N	EDAD	MÉTODO	VECES POR SEMANA	TIEMPO SESIÓN (MIN)	INTERVALO TRABAJO (MIN/SG)	PAUSA	DURACIÓN SEMANAS	VALOR DE INTENSIDAD
Mueller et al. (42)	IC. HFpEF. FEVI 50%	176	70 años	HITT	3	38	4x4	3	52	80% FCr
				ECM	5	40	0	0	52	50% FCr
Donelli da Silveira et al. (43)	IC. HFpEF. FEVI 50%	19	60 ± 9 años	HITT	3	38	4	3	12	80% Vo2max
				ECM	3	47	0	0	12	50% Vo2max
Besnier et al. (38)	IC. HFpEF FEVI <45%	31	59 ± 13 años	HITT	5	24	30	30	3.5	100% Watts
				MICT	5	30	0	0	3.5	60% Watts
Turri et al. (39)	IC. HFpEF/HFrEF FEVI 50%	23	56 ± 10 años	HITT	3	28	30x30	4	36	80% FCr
				CRT	3	Series 3	6 a 12 Repetición	3	Circuitos	50% 1Rm
Koppen et al. (40)	IC. HFrEF FEVI ≤ 35%	215	60 ± 11 años	HITT	3	38	4	3	52	≥90% Fcmax
				MCT	3	47	0	0	52	60% Fcmax
Winzer et al. (41)	IC. HFpEF FEVI ≤ 50%	41	72 ± 10 años	HITT	3	38	4	3	54	90% Vo2pico
				MCT	5	40	0	0	54	60% Vo2pico

Nota IC; Insuficiencia cardíaca HFpEF; Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. FEVI; Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo. HFrEF FEVI ≤ 35%; Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida. HITT; Entrenamiento interválico de alta intensidad. MCT; Entrenamiento continuo moderado. CRT; Entrenamiento en circuito de fuerza. FCr; Frecuencia cardíaca de reposos. Vo2max; Consumo máximo de oxígeno. 1Rm; Fuerza máxima. Fcmax; Frecuencia cardíaca máxima. Vo2peak; Consumo de oxígeno sub máximo.

**Figura 2.** Diagrama de PRISMA.

Según nuestros criterios de inclusión, se incluyeron en esta revisión sistemática 6 estudios que usaban el protocolo HIIT y que comparaban HIIT con MCT, SID o algún programa de fuerza en pacientes con IC, que incluían HIIT Y midieron el Vo2max en 5 bases de datos (PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Medline). Se evaluaron un total de 2,473 registros. Tras la eliminación de duplicados (1,158) y registros marcados como no aptos por herramientas de automatización (54), así como la exclusión por otros motivos (35), se examinaron detenidamente 300 registros. De estos, 1,247 registros fueron excluidos por no cumplir con criterios de inclusión. Se solicitó la recuperación de 300 informes, resultando en la recuperación exitosa de 115 informes.

Posteriormente, se evaluaron 115 informes para determinar su elegibilidad, excluyendo 35 por falta de datos, 21 por no ser

aleatorizados, 22 por incluir sujetos menores de 55 años y 31 por carecer de texto completo. En la fase final, 6 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática. La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó utilizando (Cochrane ROB) específica para revisiones sistemáticas y metaanálisis. La [Figura 1](#), proporciona una visión general de esta evaluación de calidad de evidencia. La [Figura 2](#), proporciona una visión de la estrategia de búsqueda y selección secuencial de los estudios. Los estudios seleccionados, detallados en la [Tabla 1](#), presentan información sobre el objetivo de cada investigación, la clasificación de la enfermedad, la cantidad de participantes del estudio, intervención, duración, frecuencia, los intervalos de trabajo la duración total y la variable para cuantificar la intensidad. En conjunto, los 6 estudios involucraron a 505 participantes con IC con una FEVI ≤ 35% A 50%. Específicamente en dos categorías: ICFep e ICFEr.

Se emplean varios métodos de entrenamiento, incluyendo HIIT, MCT, Entrenamiento de fuerza en circuito (Entrenamiento en circuito de fuerza CRT) y MCT. Las características del entrenamiento abarcan una frecuencia semanal de las sesiones de entrenamiento varía entre 3 y 5 veces. La duración de las sesiones oscila entre 28 y 47 minutos, dependiendo del método de entrenamiento y el estudio. Los protocolos de entrenamiento, como el número de repeticiones, series, y la intensidad del ejercicio, también varían significativamente entre los estudios. La duración total de los programas de entrenamiento varía desde 12 hasta 54 semanas, lo que sugiere una amplia gama de enfoques en términos de duración y seguimiento. Se utilizan diversos parámetros para evaluar la eficacia del entrenamiento, como el Vo2max, frecuencia cardíaca de reserva, Watts, Fuerza máxima (1Rm) y Vo2peak.

La edad media de los participantes varía entre 60±9 años. El tamaño de la muestra varía significativamente entre los estudios, desde 19 hasta 215 participantes. En conjunto, estos hallazgos sugieren una diversidad de enfoques en el diseño y la implementación de programas de entrenamiento físico para pacientes con IC lo que refleja la complejidad y la variedad de necesidades en esta población. Los resultados de estos estudios pueden proporcionar información valiosa sobre los beneficios y la eficacia del ejercicio físico en pacientes con IC y pueden ayudar a informar futuras intervenciones y recomendaciones clínicas.

Riesgo de sesgo

Los estudios y la selección de riesgo de sesgo de los mismo está recogida en la [Figura 1](#). En el contexto de la revisión de seis estudios que investigaron el impacto del HIIT en pacientes diagnosticados con IC, se han observado tendencias significativas en cuanto al riesgo de sesgo asociado con diferentes aspectos de los estudios. Los análisis revelaron que todos los estudios presentaban un bajo riesgo de sesgo en lo referente a la generación de secuencia aleatoria y la ocultación de la asignación. Estos hallazgos sugieren que los métodos utilizados para asignar a los participantes en los diferentes grupos de intervención fueron generalmente transparentes y bien documentados. Por otro lado, se detectó un riesgo medio a alto en lo concerniente al enmascaramiento de los participantes y el personal, así como en la evaluación del resultado, particularmente en los estudios realizados por esta revisión ([38](#), [39](#), [40](#), [41](#), [42](#), [43](#)). Esto implica que podría existir una posibilidad de sesgo debido a la falta de cegamiento adecuado tanto de los participantes como del personal involucrado en la intervención, así como en la evaluación de los resultados obtenidos.

Además, los datos relacionados con resultados incompletos, notificación selectiva y otros posibles sesgos se identificaron generalmente como bajos en todos los estudios examinados. Esto sugiere que los estudios en su mayoría proporcionaron datos completos y transparentes, minimizando la posibilidad de sesgos relacionados con la omisión selectiva de datos o la presencia de otros factores de sesgo no especificados.

En resumen, aunque la generación de secuencia aleatoria y la ocultación de la asignación fueron aspectos metodológicos bien manejados en todos los estudios, se debe prestar especial atención al enmascaramiento y la evaluación de los resultados para garantizar la fiabilidad y validez de las conclusiones extraídas de estos estudios. Estos hallazgos resaltan la importancia de una evaluación crítica de la calidad metodológica al interpretar los resultados de la investigación en el ámbito de la IC y el HIIT.

Características generales de los estudios incluidos (n = 6)

Los datos generales presentados en la [Tabla 1](#), ofrecen una descripción detallada sobre la diversidad de enfoques en el diseño y la implementación de programas de entrenamiento físico destinados a pacientes que sufren de IC. Esta diversidad es crucial, ya que cada paciente presenta características y necesidades únicas, lo que requiere una adaptación cuidadosa de los programas de ejercicio para maximizar los beneficios terapéuticos y minimizar los riesgos asociados.

Los resultados obtenidos en diversos estudios subrayan la importancia de considerar estrategias individualizadas para satisfacer las necesidades específicas de cada paciente. La personalización de los programas de entrenamiento no solo optimiza los resultados del tratamiento, sino que también mejora la adherencia de los pacientes al régimen de ejercicio, lo cual es fundamental para el éxito a largo plazo.

Además, los estudios revisados ofrecen información valiosa sobre los múltiples beneficios y la eficacia del ejercicio físico en el manejo de la IC. Estos beneficios incluyen mejoras en la capacidad aeróbica, reducción de los síntomas de fatiga y disnea, y una mejor calidad de vida en general. La evidencia acumulada también sugiere que el ejercicio físico puede desempeñar un papel crucial en la reducción de la morbilidad y mortalidad asociadas a esta condición.

Esta creciente evidencia científica es fundamental para guiar futuras intervenciones y recomendaciones clínicas. Por lo tanto, la inclusión del ejercicio físico como parte integral del manejo de la IC no solo está respaldada por datos empíricos, sino que también se alinea con las mejores prácticas en medicina basada en la evidencia.

Las recomendaciones clínicas pueden beneficiarse enormemente de una comprensión más profunda de los diferentes enfoques de entrenamiento y sus impactos específicos en la salud cardiovascular de los pacientes. Al adoptar un enfoque más personalizado y basado en la evidencia, los profesionales de la salud pueden mejorar significativamente los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes con IC. Este enfoque integrador y multidisciplinario es clave para avanzar en el tratamiento y manejo de esta condición compleja y desafiante.

Media de los resultados en diferentes fases de evaluación.

La [Tabla 2](#) resume los resultados de diversos estudios sobre los efectos del HIIT y MCT en pacientes con ICFeR y ICFeP. En el estudio de Mueller et al. ([42](#)), el HIIT mostró mejoras significativas en comparación con MCT y el grupo control (GC) en un periodo de 12 meses, con diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,001$). Donelli da Silveira et al. ([43](#)), también encontraron que el HIIT era más efectivo que el MCT después de 12 semanas ($P < 0,001$). Besnier et al. ([38](#)) observaron que el HIIT mejoraba más que el MCT en pacientes con FEVI $< 45\%$ en 3,5 semanas ($P < 0,001$). Turri et al. ([39](#)) reportaron que tanto HIIT y (Entrenamiento en circuito de fuerza CRT) eran superiores a los controles en un periodo de 8 meses ($P < 0,001$). Koppen et al. ([40](#)) encontraron que el HIIT tenía un efecto significativo en comparación con MCT y controles en pacientes con ICFeR ($P < 0,001$). Finalmente, Winzer et al. ([41](#)) demostraron mejoras con HIIT y MCT en comparación con el grupo control a lo largo de 12 meses, aunque las diferencias no siempre fueron estadísticamente significativas. En general, los estudios destacan la efectividad del HIIT en mejorar la capacidad aeróbica en comparación con otros métodos y controles en diferentes duraciones y condiciones de IC.

DISCUSIÓN

Los beneficios del ejercicio sobre el sistema cardiovascular están bien establecidos y la actividad física regular es un componente importante para minimizar el riesgo de varias enfermedades. Sin embargo, la participación en ejercicio intensivo puede aumentar el riesgo de arritmias fatales en personas predispuestas. El propósito fundamental de esta revisión sistemática es evaluar la dosificación óptima del HIIT en la rehabilitación cardíaca y su impacto en el Vo_{2max} . Los principales resultados sugieren que el HIIT es más efectivo que otros métodos de entrenamiento para mejorar el Vo_{2max} , y ofrece flexibilidad en términos de intensidad, frecuencia, duración e intervalos de trabajo. Esta efectividad se mantiene independientemente de los fenotipos y etiologías específicas de la IC evaluada. Además, las mejoras en cuanto al Vo_{2max} es el obtenido entre las semanas 3 y 12 en ambas enfermedades. Diferentes estudios han demostrado los beneficios del ejercicio físico en IC ([44](#), [45](#), [46](#), [47](#)). Consolidando su papel como herramienta de diagnóstico y pronóstico, así como de intervención terapéutica en la IC ([48](#), [49](#)). El conocimiento, la aplicación clínica y el interés de la investigación sobre las interacciones mutuas entre el ejercicio y la IC abarca distintas fases de la progresión de la enfermedad: Antes del inicio de la IC prevención primaria: el ejercicio proporciona un beneficio protector en la prevención de la IC ([50](#)). Con IC presente, prevención secundaria: la mejora en la capacidad de ejercicio mediante el entrenamiento aporta beneficios significativos. Predicción del futuro en pacientes con IC: la alteración en la capacidad de ejercicio, como característica principal de la IC, se utiliza como factor pronóstico.

Estas conclusiones están respaldadas por un nivel de evidencia A y una recomendación de clase 1, de acuerdo con las guías actuales de la European Society of Cardiology ([51](#)). Este cuerpo de evidencia destaca la importancia del ejercicio en el manejo integral de la IC y su potencial para mejorar la calidad de vida y los resultados clínicos de los pacientes ([52](#), [53](#)). Actualmente existen

Tabla 2. Media de los resultados en diferentes fases de evaluación.

Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	3 meses	12 meses	Diferencia entre grupos			
Mueller et al. (42). ECA IC. HFpEF. FEVI 50%	HITT	18.9 /5.4	20.2/2.6	19.9/6.1	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
	MCT	18.2/5.1	19.8/5.8	18.1/5.9				
	CONTROL	19.4/5.6	18.9/5.7	19.5/5.1				
Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	12 semanas	Dif dentro	Diferencia entre grupos			
Donelli da Silveira et al. (43). ECA. IC. HFpEF. FEVI 50%.	HITT	(16.1/3.3)	(19.6/3.5)	3.5 (3.1 a 4.0)	HIIT vs MCT	1.6	(-2.6 a 3.5)	P<0.001
	MCT.	(17.6/3.5)	(19.5/3.7)	1.9 (1.2 a 2.5)				
Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	3.5 semanas	Dif dentro	Diferencia entre grupos			
Besnier et al. (38). ECA IC. HFpEF FEVI<45%.	HITT	17.2/4.5	20.2/5.8	3.0 (2.1 a 4.0)	HIIT vs MCT	2.3	(-2.6 a 3.5)	P<0.001
	MCT.	15.0/4.6	15.7/5.1	0.7 (0.1 a 2.2)				
Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	8 meses	Dif dentro	Diferencia entre grupos			
Turri et al. (39). ECA IC. HFpEF 50%.	HITT	(17.5/4.2)	(19.6/4.9)	2.1 ± 6.5.	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
	CRT	(16.9/2.5)	(19.9/3.4)	3.0 ± 4.2				
	CONTROL	(20.2/3.3)	(20.1/4.2)	- 0.1 ± 5.3.				
Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	12 semanas	Semana 52	Diferencia entre grupos			
Koppen et al. (40). ECA IC HFpEF FEVI ≤ 35%.	HITT	16.8 (15.8 a 17.8)	18.2 (16.3 a 20.0)	17.1 (15.5 a 18.6)	HIIT vs MCT HIIT vs GC MCT vs GC	1.3 0.3 -0.4	(-1.8 a 2.0) (-2.3 a 1.6) (-2.3 a 1.5)	P<0.001 P<0.547 P<0.556
	MCT	16.2 (15.3 a 18.7)	17.0 (15.7 a 19.6)	16.4 (15.0 a 18.6)				
	CONTROL	18.4 (16.8 a 19.6)	17.4 (15.7 a 19.8)	18.2 (15.8 a 20.0)				
Estudio, diseño y muestra	Método	Pre base	Post 3 meses	12 meses	Diferencia entre grupos			
Winzer et al. (41). 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 HIIT vs GC MCT vs GC	1.0 0.1 1.6	(-5.5 a 2.0) (-0.1 a 1.5) (-3.7 a 7.1)	P<0.548 P<0.648 P<0.556
	MCT	17.4 (14.0–21.3)	19.3 (14.3–25.1)	20.6 (16.1–27.2)				
	CONTROL	19.0 (14.5–22.1)	20.0 (17.3–20.9)	19.6 (16.5–23.3)				

Nota Los valores son la media de los resultados, la diferencia entre grupos corresponde al finalizar los programas de entrenamiento. Dif dentro=corresponde a la diferencia dentro del grupo.

diferentes modalidades de ejercicio de resistencias, en todos ellos principalmente en el HIIT, la dosificación específica principalmente la intensidad, volumen y frecuencia que puedan inducir adaptaciones fisiológicas son bastantes críticas (54, 55, 56). Ya que cada subtipo de IC presenta características clínicas distintas y puede responder de manera diferente a los estímulos del entrenamiento (57, 58). Por lo tanto, según Gerlach S. (59). El control específico de estas variables es particularmente crítico en la IC, ya que las manifestaciones cardinales, como disnea y fatiga, pueden limitar la capacidad de realizar esfuerzo físico (intolerancia al ejercicio) y desencadenar procesos que conduzcan a la congestión pulmonar y sistémica, así como al aumento de la resistencia vascular periférica (60). Además, la dosificación óptima del HIIT, incluida la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio, sigue siendo un área de investigación activa y debate según la ASCM (61) y Tzanis et al. (62). En consecuencia, la implementación exitosa del ejercicio en pacientes con IC requiere consideraciones específicas, como la individualización de los programas de entrenamiento en función del estado clínico y la capacidad funcional de cada paciente (63). Tal como se describe en los estudios incluidos en esta revisión, los efectos de la dosificación y su efecto en el Vo2max, son dependientes principalmente del método de entrenamiento y sus características. Considerando el modo de ejercicio, Tres de los 6 estudios incluidos en la revisión, emplearon la cinta de correr (treadmill) como modo de ejercicio. La respuesta

específica del Vo2max. está condicionada a forma de trabajo, ya que el cicloergómetro y la cinta de correr imponen diferentes demandas biomecánicas y metabólicas en el cuerpo. (64).

El cicloergómetro inicialmente puede no generar un estrés metabólico significativo, pero a intensidades más altas pueden acelerar las respuestas cardiacas, metabólicas y ventilatorias. La cinta de correr impone una carga más generalizada al sistema muscular y puede provocar respuestas más exageradas en el sistema cardiovascular y respiratorio ante el aumento de la intensidad (65). Ambos grupos, tanto el que utilizó cicloergómetro como el que usó cinta de correr, experimentaron mejoras en el Vo2max. después del programa de entrenamiento. Sin embargo, en uno de los estudios (38), no se observaron diferencias significativas entre las modalidades de ejercicio en cuanto a los resultados.

En relación a la duración de las sesiones

En los estudios que utilizaron cicloergómetro Mueller et al. (42). El estudio realizó sesiones de ejercicio 3 veces por semana con una duración de 38 minutos, y también 5 veces por semana con 40 minutos de duración. No se observaron diferencias significativas en el

Vo2max. entre los grupos de intervención y control después de 3 y 12 meses. Besnier et al. (38).

El estudio realizó sesiones de ejercicio 5 veces por semana, con una duración de 24 minutos para el grupo de HIIT y 30 minutos para el grupo de MCT. El grupo HIIT experimentó un aumento significativamente mayor en el Vo2max. en comparación con el grupo MCT. Winzer et al. (41). Las sesiones de ejercicio se llevaron a cabo 3 veces por semana, con una duración de 38 minutos para el grupo de HIIT y 40 minutos para el grupo de MCT. Se observaron mejoras en el Vo2max. en todos los grupos, pero los marcadores moleculares indicaron una reducción en la atrofia muscular con HIIT después de 3 meses, aunque estos efectos no se mantuvieron después de 12 meses. Los estudio que utilizaron treadmill. Donelli da Silveira et al. (43). Las sesiones de ejercicio se llevaron a cabo 3 veces por semana, con una duración de 38 minutos para el grupo de HIIT y 37 minutos para el grupo de MCT. Ambos grupos mostraron aumentos significativos en el VO2max, con un incremento mayor en el grupo HIIT. Turri et al. (39). Las sesiones de ejercicio se llevaron a cabo 3 veces por semana, con una duración de 28 minutos para el grupo de HIIT y con sesiones de circuito para el grupo de CRT. Ambos grupos mostraron aumentos en el Vo2max, sin diferencias significativas entre ellos. Koppen et al. (40). El estudio realizó sesiones de ejercicio 3 veces por semana, con una duración de 38 minutos para el grupo de HIIT y 47 minutos para el grupo de MCT. Ambos grupos experimentaron mejoras en el Vo2max. después del programa de entrenamiento, pero no se observaron diferencias significativas entre ellos. Es importante considera en este sentido la frecuencia del entrenamiento para tener una relación coherente con los efectos del entrenamiento (66). La variabilidad en la duración de las sesiones no solo refleja la adaptabilidad del HIIT, sino también la necesidad de considerar la diversidad de enfoques temporales para maximizar los beneficios asociados al Vo2max. La atención a estas diferencias temporales, respaldada por las investigaciones de Martland et al. (67), emerge como un aspecto clave en la aplicación práctica del HIIT en la rehabilitación cardíaca. En el estudio de O'Connor et al. (68) con una muestra de 2300 en pacientes con IC con ICFer. Se prescribió con una frecuencia de 3 sesiones semanales hasta completar un total de 36, con un volumen de ejercicio promedio de 30 minutos por sesión. Se establece que a mayores volúmenes de ejercicio disminuye el número de internamientos y mortalidad por causas cardiovasculares en un 15%, estableciendo una relación dosis respuesta y el volumen de ejercicio como un factor predictor.

En relación a la frecuencia por semana

Tanto los estudios que utilizaron el cicloergómetro como los que emplearon la cinta de correr demostraron cumplir o superar las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (61). En general, un nivel más alto de actividad física (frecuencia, duración o volumen) está asociado con mayores beneficios según Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU (69). Es crucial considerar otros factores como la intensidad, duración y tipo de ejercicio, ya que estos elementos también influyen en la respuesta fisiológica y los resultados del Vo2max. (70). En general los estudios reportan una frecuencia de trabajo de 3 días a la semana, esta información resulta intrigante, ya que sugiere una consistencia en la programación que podría ser crucial para desencadenar adaptaciones efectivas. El establecimiento de un patrón de estimulación regular se revela como un factor clave, ya que el efecto residual del estímulo podría perder eficacia con interrupciones frecuentes.

En este sentido, la necesidad de mantener una continuidad en el tiempo se alinea con el concepto de generar procesos de supercompensación (71). La elección unánime de una frecuencia de 3 días a la semana entre los estudios indica un consenso aparente en la literatura revisada. Este consenso respalda la noción de que

la regularidad en la aplicación del HIIT es esencial para inducir adaptaciones fisiológicas significativas. La consideración de Sultana et al. (72). Acerca de la supercompensación destaca la importancia de mantener un patrón de estímulo continuo para optimizar los efectos del entrenamiento. En consecuencia, la consistencia en la frecuencia de trabajo podría considerarse como una práctica recomendada en la implementación de programas de HIIT en la rehabilitación cardíaca. Este enfoque puede contribuir a maximizar los beneficios y garantizar una respuesta fisiológica adecuada, proporcionando una base para futuras investigaciones y pautas clínicas en el ámbito del HIIT y la rehabilitación cardíaca.

En relación al intervalo de trabajo

Los resultados de los estudios mencionados, que utilizan diferentes protocolos de HIIT en cicloergómetro y cinta de correr, pueden proporcionar una comprensión general de los efectos del ejercicio de intervalos de alta intensidad en la salud y el rendimiento físico. Sin embargo, es esencial tener en cuenta la variabilidad individual, como señala Gíbalá (73). La diversidad en los enfoques de intervalos observados en estos estudios destaca la falta de un enfoque único y señala la necesidad de considerar la adaptabilidad del HIIT a diferentes perfiles de pacientes. La evidencia de beneficios asociados al Vo2max, a pesar de estas divergencias en los intervalos de trabajo, resalta la eficacia de esta modalidad de entrenamiento en el contexto de la rehabilitación cardíaca. La observación de Quindry et al. (74) sobre la individualidad refuerza la idea de que no existe un enfoque único que se ajuste a todos. La variabilidad en los intervalos puede ser clave para atender las necesidades específicas y las capacidades individuales de los pacientes, optimizando así los resultados del HIIT en la mejora del Vo2max. Esta flexibilidad en la programación del HIIT permite una personalización que puede ser esencial para maximizar los beneficios en el ámbito de la rehabilitación cardíaca.

En relación a la intensidad de la recuperación

La mayoría de los estudios informaron que las recuperaciones activas, situadas entre el 40% y el 60% de la Fcmax, no producen adaptaciones significativas en el Vo2max. Este resultado podría deberse a que una recuperación activa a una mayor intensidad facilite la optimización de la resina de fosfocreatina, una mayor oxidación del lactato y una mejora en la gluconeogénesis del lactato (75). Sin embargo, a pesar de que algunos autores han recomendado la recuperación pasiva (76), se encontró que esta no fue tan eficaz como la recuperación activa (76). La preferencia por la recuperación activa sobre la pasiva, respaldada por la mayoría de los estudios revisados, sugiere que una mayor intensidad durante la recuperación puede desempeñar un papel crucial en la optimización de varios procesos fisiológicos clave. El énfasis en la resíntesis de fosfocreatina, la oxidación del lactato y la gluconeogénesis del lactato destaca cómo la intensidad de la recuperación puede influir en estos procesos, contribuyendo así a los beneficios generales del HIIT en la rehabilitación cardíaca. La discrepancia entre las recomendaciones de recuperación activa y pasiva subraya la complejidad de este aspecto y la necesidad de abordar la variabilidad en la respuesta individual. La elección entre recuperación activa y pasiva podría depender de diversos factores, incluidas las características individuales de los pacientes y sus metas de rehabilitación cardíaca de la recuperación, para maximizar los beneficios en la salud cardiovascular.

En relación a la duración de las sesiones

La variabilidad en las duraciones de los estudios destaca la diversidad en los enfoques de los programas de HIIT y subraya la importancia de comprender cómo la duración del programa

puede influir en los resultados del ejercicio. En cada uno de estos casos, se logró el efecto esperado en el Vo_{2max} . Este patrón refleja la importancia crítica del factor tiempo como elemento clave a considerar en el volumen total de la sesión de entrenamiento. Sin embargo, es interesante destacar que, a pesar de esta evidencia, el HIIT se caracteriza por su capacidad de inducir respuestas significativas con tiempos mínimos de estímulo, como sugieren Ellingsen et al. (77). La variabilidad en la duración de las sesiones, junto con el logro de resultados efectivos en todos los casos, resalta la flexibilidad inherente al HIIT. Esta adaptabilidad sugiere que, aunque el tiempo de sesión puede ser un componente crucial, existe margen para ajustes según las necesidades y capacidades individuales de los participantes.

La discrepancia entre la duración típica del HIIT y la variabilidad observada en estos estudios plantea interrogantes interesantes sobre la relación entre el tiempo de estímulo y la eficacia del entrenamiento. La observación de Yin et al. (78) sobre el tiempo mínimo como estímulo principal sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor cómo optimizar la duración de las sesiones de HIIT en la rehabilitación cardíaca, considerando la diversidad de respuestas individuales y la eficacia del entrenamiento en diferentes contextos.

En relación a la intensidad del entrenamiento

Todos los estudios revisados informaron una intensidad media del 85% de trabajo efectivo. Este dato sugiere que este factor puede ser el elemento clave que, por sí solo, determina los efectos del HIIT sobre el Vo_{2max} . Sin embargo, Casado et al. (79) señalan que diversas intensidades de entrenamiento, desde sesiones prolongadas y continuas en el dominio moderado hasta sesiones repetidas de intervalos de sprint, pueden mejorar el rendimiento de resistencia. Esto es siempre y cuando el entrenamiento esté equilibrado dentro de un programa más amplio y específico para las demandas fisiológicas del paciente. La consistencia en la intensidad del 85% de trabajo efectivo entre los estudios sugiere que este nivel de esfuerzo es un denominador común para lograr mejoras en el Vo_{2max} mediante el HIIT. Sin embargo, la observación de Angadi et al. (80) plantean la noción de que una variedad de intensidades podría ser eficaz, siempre que estén integradas adecuadamente en un programa de entrenamiento más amplio y específico. Este contraste destaca la complejidad de la relación entre la intensidad del entrenamiento y los efectos sobre el Vo_{2max} . La consideración de diversas intensidades puede ser clave para adaptarse a las necesidades individuales de los pacientes y para optimizar los beneficios del HIIT en la rehabilitación cardíaca. Este enfoque más amplio hacia la intensidad podría abrir oportunidades para diseñar programas más personalizados y efectivos, considerando las variaciones en la tolerancia individual y las demandas fisiológicas específicas.

En relación a la edad integrantes

Los resultados revelaron que no hubo diferencias significativas entre los subgrupos de pacientes. Este hallazgo sugiere que la edad no parece influir de manera significativa en las mejoras del Vo_{2max} , a pesar de investigaciones previas que aseguran que la edad puede ser un factor determinante en la aparición de IC debido a las enfermedades asociadas con el envejecimiento (81). La falta de diferencias significativas en los subgrupos de edad dentro de los estudios de HIIT para la rehabilitación cardíaca sugiere que esta modalidad de entrenamiento puede ser igualmente beneficiosa independientemente de la edad de los participantes. Este resultado contradice las expectativas basadas en investigaciones anteriores que vinculan la edad con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. (82, 83). La discrepancia entre los hallazgos actuales

y las afirmaciones previas subraya la necesidad de continuar con investigaciones específicas en el contexto del HIIT y la rehabilitación cardíaca. Es posible que la intensidad y la adaptabilidad del HIIT permitan mejoras significativas en el Vo_{2max} , independientemente de la edad, lo que tiene implicaciones importantes para la inclusión de pacientes de diferentes grupos etarios en programas de rehabilitación cardíaca basados en HIIT.

CONCLUSIONES

La efectividad del HIIT en la rehabilitación cardíaca es consistentemente en la mejora del Vo_{2max} y otros indicadores de salud cardiovascular; además el modo de ejercicio, tanto el cicloergómetro como la cinta de correr son efectivos en programas de HIIT, lo que resalta la versatilidad de este enfoque. La duración y frecuencia de las sesiones de 24 a 47 minutos y una frecuencia de tres veces por semana son efectivas para obtener resultados positivos. Los intervalos de trabajo y recuperación, aunque los protocolos varían, todos demuestran mejoras en el Vo_{2max} , lo que sugiere flexibilidad en la adaptación del HIIT a las necesidades individuales. Intensidad. Una intensidad media del 85% del trabajo efectivo es comúnmente eficaz para mejorar el Vo_{2max} , pero la variedad de intensidades puede adaptarse a diferentes pacientes. Edad: El HIIT parece ser beneficioso independientemente de la edad del paciente, lo que lo convierte en una opción inclusiva para la rehabilitación cardíaca. En definitiva, la efectividad del entrenamiento está condicionada a la intensidad, frecuencia, volumen e intervalos de trabajo HIIT. Para lograr la efectividad, es esencial encontrar un equilibrio entre estos factores, ajustándolos a los objetivos específicos, al nivel de experiencia y a la capacidad de recuperación del individuo IC. Un programa que optimiza intensidad, frecuencia y volumen puede mejorar el rendimiento, reducir el riesgo de lesiones y promover el desarrollo físico a largo plazo.

APORTES

Los efectos del HIIT han sido estudiados en diversas etiologías de la IC. Estos estudios indican que el HIIT puede mejorar significativamente la capacidad aeróbica, la función cardíaca y la calidad de vida de los pacientes. La evidencia sugiere que este tipo de entrenamiento puede ser efectivo independientemente de la causa subyacente de la IC. De manera similar, los efectos del MCT también se han evaluado en múltiples etiologías. Los resultados muestran que el MCT es beneficioso para mejorar la salud cardiovascular, aunque los efectos pueden variar según la condición específica del paciente. Se ha propuesto que una intensidad de ejercicio en el rango del 80% de la frecuencia cardíaca máxima no está necesariamente relacionada con el método de entrenamiento aplicado, ya sea HIIT o MCT. Sin embargo, se ha observado que mantener esta intensidad puede tener efectos positivos en el Vo_{2max} , un indicador clave de la capacidad aeróbica.

Los estudios de corta duración, es decir, aquellos que se realizan durante unos pocos meses, han demostrado ser más efectivos para lograr adaptaciones significativas en el Vo_{2max} . Estos resultados sugieren que un periodo inicial de entrenamiento intensivo puede ser crucial para establecer mejoras en la capacidad aeróbica. Por otro lado, los estudios de más de seis meses deben ajustar la intensidad o la frecuencia del entrenamiento para mantener los efectos a largo plazo. Es fundamental evitar la monotonía y el sobreentrenamiento, lo que podría disminuir la eficacia del programa de ejercicios. El entrenamiento de fuerza también se ha mostrado tan eficaz como el HIIT y el MCT para mejorar el Vo_{2max} . Esto subraya la importancia de incluir ejercicios de resistencia en los programas de rehabilitación cardíaca para proporcionar un enfoque más holístico y equilibrado. En cuanto a la frecuencia y duración del entrenamiento, cinco días a la semana parece ser el límite del estímulo efectivo, con un volumen máximo de 25 minutos por sesión y un intervalo máximo

de 30 segundos. Esta estructura puede ayudar a maximizar los beneficios del entrenamiento sin provocar fatiga excesiva. Para lograr adaptaciones significativas en la IC, tres días a la semana parecen ser el mínimo necesario. Esta frecuencia mínima asegura que los pacientes puedan obtener mejoras en su capacidad aeróbica y salud general sin sobrecargar su sistema cardiovascular.

APLICACIÓN PRÁCTICA

Los resultados de este estudio indican que el entrenamiento HIIT afecta positivamente al Vo₂máx de los pacientes con IC o con EAC y aporta ventajas superiores a los pacientes con IC. Los médicos, los preparadores físicos y los equipos de rehabilitación cardíaca podrían usar estos resultados para elaborar programas de ejercicio específicos destinados a optimizar la función del corazón del paciente. Sin embargo, es preciso tener en cuenta también otras variables, como edad, frecuencia de las sesiones, duración del programa y tipo de recuperación. Así pues, el programa de EIAI debe adaptarse a las características individuales de cada paciente.

LIMITACIONES

Algunas limitaciones del estudio son i) la heterogeneidad de los estudios, donde diferencias en los protocolos de HIIT dificultan la comparación directa entre estudios; ii) tamaño muestral y diversidad de participantes, con muestras pequeñas y diversidad en características de participantes pueden limitar la generalización; iii) falta de grupos de control uniformes, donde la ausencia de grupos de control estandarizados dificulta atribuir precisamente beneficios al HIIT; iv) duración del seguimiento, debido a la variabilidad en la duración del seguimiento afecta la comprensión a largo plazo; v) falta de consenso en definiciones por la ausencia de consenso en términos introduce ambigüedad en la interpretación; vi) publicación sesgada por la posibilidad de sesgo de publicación puede afectar la representación real. A pesar de estas limitaciones, la revisión proporciona una visión integral, destacando la importancia de abordar críticamente los resultados y señalando áreas para futuras investigaciones más específicas y estandarizadas.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declaran conflictos.

AGRADECIMIENTOS

A los autores de los trabajos originales mencionados en el presente estudio, que nos ayudaron proporcionándonos sus manuscritos o datos adicionales necesarios para esta revisión sistemática.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Bauersachs J, de Boer RA, Lindenfeld J, Bozkurt B. The year in cardiovascular medicine 2021: heart failure and cardiomyopathies. *Eur Heart J* [Internet]. 2022;43(5):367–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab887>
- 2 Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, Abdelhamid CM, Adamopoulos S, Albert N, et al. 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: Endorsed by the Canadian heart failure society, heart failure association of India, cardiac society of Australia and New Zealand, and Chinese heart failure association. *Eur J Heart Fail* [Internet]. 2021;23(3):352–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehfj.2115>

- 3 Chung ML, Park L, Frazier SK, Lennie TA. Long-term adherence to low-sodium diet in patients with heart failure. *West J Nurs Res* [Internet]. 2017;39(4):553–67. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/01939459166681003>
- 4 Pascual-Figal DA, Casademont J, Lobos JM, Piñera P, Bayés-Genis A, Ordóñez-Llanos J, et al. Documento de consenso y recomendaciones sobre el uso de los péptidos natriuréticos en la práctica clínica. *Rev Clin Esp* [Internet]. 2016;216(6):313–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rce.2016.02.008>
- 5 McGregor G, Powell R, Begg B, Birkett ST, Nichols S, Ennis S, et al. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a multi-centre randomized controlled trial. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2023;30(9):745–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwad039>
- 6 Michalska-Kasiczak M, Bielecka-Dabrowa A, von Haehling S, Anker SD, Rysz J, Banach M. Biomarkers, myocardial fibrosis and co-morbidities in heart failure with preserved ejection fraction: an overview. *Arch Med Sci* [Internet]. 2018;14(4):890–909. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5114/aoms.2018.76279>
- 7 Guha S, Hari Krishnan S, Ray S, Sethi R, Ramakrishnan S, Banerjee S, et al. CSI position statement on management of heart failure in India. *Indian Heart J* [Internet]. 2018;70:S1–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ihj.2018.05.003>
- 8 Redfield MM, Borlaug BA. Heart failure with preserved ejection fraction: A review. *JAMA* [Internet]. 2023;329(10):827. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2023.2020>
- 9 Groenewegen A, Rutten FH, Mosterd A, Hoes AW. Epidemiology of heart failure. *Eur J Heart Fail* [Internet]. 2020;22(8):1342–56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehfj.1858>
- 10 Brown DA, Perry JB, Allen ME, Sabbah HN, Stauffer BL, Shaikh SR, et al. Mitochondrial function as a therapeutic target in heart failure. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2017;14(4):238–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/nrcardio.2016.203>
- 11 Ames MK, Atkins CE, Pitt B. The renin - angiotensin - aldosterone system and its suppression. *J Vet Intern Med* [Internet]. 2019;33(2):363–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jvim.15454>
- 12 Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, Cornelissen V, Gevaert A, Kemps H, et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2022;29(1):230–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwab00>
- 13 Bingel A, Messroghli D, Weimar A, Runte K, Salcher-Konrad M, Kelle S, et al. Hemodynamic changes during physiological and pharmacological stress testing in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2022;9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2022.718114>
- 14 Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, Davos CH, Hansen D, Frederix I, et al. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2021;28(5):460–95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/2047487320913379>
- 15 Pineda-García AD, Lara-Vargas JA, Ku-González A, Lastra-Silva VJ, Arteaga R, Pineda-Juárez JA. Seguridad y mayor tolerancia al esfuerzo con entrenamiento interválico en comparación con el entrenamiento de intensidad moderada continua en cardiopatas de riesgo cardiovascular muy alto. *Arch Cardiol*

- Mex [Internet]. 2021;91(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24875/acm.20000071>
- 16 Sokolska JM, Sokolski M, Zymliński R, Biegus J, Siwołowski P, Nawrocka-Millward S, et al. Patterns of dyspnoea onset in patients with acute heart failure: clinical and prognostic implications. *ESC Heart Fail* [Internet]. 2019;6(1):16–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.12371>
- 17 Fernández-Vázquez D, Ferrero-Gregori A, Álvarez-García J, Gómez-Otero I, Vázquez R, Delgado Jiménez J, et al. 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. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2020;73(7):561–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2019.09.012>
- 18 Barge-Caballero E, Barge-Caballero G, Couto-Mallón D, Paniagua-Martín MJ, Marzoa-Rivas R, Naya-Leira C, et al. Comparación de mortalidad pronosticada y mortalidad observada en pacientes con insuficiencia cardiaca tratados en una unidad clínica especializada. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2020;73(8):652–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2019.09.016>
- 19 Ramsey KA, Rojer AGM, D'Andrea L, Otten RHJ, Heymans MW, Trappenburg MC, et al. The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* [Internet]. 2021;67(101266):101266. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>
- 20 Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, Coats AJS, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *Cochrane Libr* [Internet]. 2019;2019(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd003331.pub5>
- 21 Lopez P, Radaelli R, Taaffe DR, Galvão DA, Newton RU, Nonemacher ER, et al. Moderators of resistance training effects in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2022;54(11):1804–16. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000002984>
- 22 King AC, Powell KE, Kraus WE. The US physical activity guidelines advisory committee report—introduction. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2019;51(6):1203–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000001946>
- 23 Saito Y, Obokata M, Harada T, Kagami K, Wada N, Okumura Y, et al. Prognostic benefit of early diagnosis with exercise stress testing in heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2023;30(9):902–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwad127>
- 24 Guazzi M, Wilhelm M, Halle M, Van Craenenbroeck E, Kemps H, de Boer RA, et al. 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. *Eur J Heart Fail* [Internet]. 2022;24(8):1327–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.2601>
- 25 Reddy YNV, Carter RE, Obokata M, Redfield MM, Borlaug BA. A simple, evidence-based approach to help guide diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation* [Internet]. 2018;138(9):861–70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.118.034646>
- 26 Orozco-Beltrán D, Brotons Cuixart C, Banegas Banegas JR, Gil Guillén VF, Cebrián Cuenca AM, Martín Rioboó E, et al. Recomendaciones preventivas cardiovasculares. Actualización PAPPs 2022. *Aten Primaria* [Internet]. 2022;54(102444):102444. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102444>
- 27 Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. Guía ESC 2020 sobre cardiología del deporte y el ejercicio en pacientes con enfermedad cardiovascular. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2021;74(6):545.e1-545.e73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2020.11.026>
- 28 Lum D, Joseph R, Ong KY, Tang JM, Suchomel TJ. Comparing the effects of long-term vs. Periodic inclusion of isometric strength training on strength and dynamic performances. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2023;37(2):305–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000004276>
- 29 Geidl W, Abu-Omar K, Weege M, Messing S, Pfeifer K. German recommendations for physical activity and physical activity promotion in adults with noncommunicable diseases. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2020;17(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12966-020-0919-x>
- 30 Ezekowitz JA, O'Meara E, McDonald MA, Abrams H, Chan M, Ducharme A, et al. 2017 comprehensive update of the Canadian cardiovascular society guidelines for the management of heart failure. *Can J Cardiol* [Internet]. 2017;33(11):1342–433. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2017.08.022>
- 31 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure [Internet]. Sociedad Española de Cardiología. 2013 [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://secardiologia.es/cientifico/guias-clinicas/insuficiencia-cardiaca-y-miocardiopatia/4828-2013-accfaha-guideline-for-the-management-of-heart-falle>
- 32 Ito S. (2019). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World journal of cardiology*, 11(7), 171–188. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171> [Internet]. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171>
- 33 Edwards J, Shanmugam N, Ray R, Jouhra F, Mancio J, Wiles J, et al. Exercise mode in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open* [Internet]. 2023;9(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-022-00549-9>
- 34 Karatzanos E, Ferentinos P, Mitsiou G, Dimopoulos S, Ntalianis A, Nanas S. Acute cardiorespiratory responses to different exercise modalities in chronic heart failure patients—A pilot study. *J Cardiovasc Dev Dis* [Internet]. 2021;8(12):164. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/jcdd8120164>
- 35 Currie KD, Dizonno V, Oh PI, Goodman JM. Acute physiological responses to high-intensity interval exercise in patients with coronary artery disease. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2023;123(4):737–47. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-022-05102-2>
- 36 Järvinen L, Lundin Petersdotter S, Chaillou T. High-intensity resistance exercise is not as effective as traditional high-intensity interval exercise for increasing the cardiorespiratory response and energy expenditure in recreationally active subjects. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2022;122(2):459–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-021-04849-9>
- 37 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2021;74(9):790–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- 38 Besnier F, Labrunée M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, Soukarié L, et al. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2019;62(5):321–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2019.06.013>

- 39 Turri-Silva N, Vale-Lira A, Verboven K, Quaglioti Durigan JL, Hansen D, Cipriano G. High-intensity interval training versus progressive high-intensity circuit resistance training on endothelial function and cardiorespiratory fitness in heart failure: A preliminary randomized controlled trial. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(10):e0257607. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0257607>
- 40 Koppen E, Omland T, Larsen AI, Karlsen T, Linke A, Prescott E, et al. Exercise training and high - sensitivity cardiac troponin T in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail* [Internet]. 2021;8(3):2183–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.13310>
- 41 Winzer EB, Augstein A, Schauer A, Mueller S, Fischer-Schaeppmann T, Goto K, et al. Impact of different training modalities on molecular alterations in skeletal muscle of patients with heart failure with preserved ejection fraction: A substudy of the OptimEx trial. *Circ Heart Fail* [Internet]. 2022;15(10). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/circheartfailure.121.009124>
- 42 Mueller S, Winzer EB, Duvinage A, Gevaert AB, Edelmann F, Haller B, et al. Effect of high-intensity interval training, moderate continuous training, or guideline-based physical activity advice on peak oxygen consumption in patients with heart failure with preserved ejection fraction: A randomized clinical trial. *JAMA* [Internet]. 2021;325(6):542. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2020.26812>
- 43 Donelli da Silveira A, Beust de Lima J, da Silva Piardi D, dos Santos Macedo D, Zanini M, Nery R, et al. High-intensity interval training is effective and superior to moderate continuous training in patients with heart failure with preserved ejection fraction: A randomized clinical trial. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2020;27(16):1733–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/2047487319901206>
- 44 Nunnari J, Suomalainen A. Mitochondria: In sickness and in health. *Cell* [Internet]. 2012;148(6):1145–59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2012.02.035>
- 45 Huertas JR, Casuso RA, Agustín PH, Cogliati S. Stay fit, stay young: Mitochondria in movement: The role of exercise in the new mitochondrial paradigm. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2019;2019:1–18. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2019/7058350>
- 46 Mahatme S, Vaishali, Kumar N, Rao V, Kovala RK, Sinha MK. Impact of high-intensity interval training on cardio-metabolic health outcomes and mitochondrial function in older adults: a review. *Med Pharm Rep* [Internet]. 2022; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15386/mpr-2201>
- 47 European Heart Journal (EHJ) [Internet]. Escardio.org. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.escardio.org/Journals/ESC-Journal-Family/European-Heart-Journal>
- 48 Kristiansen J, Sjørðarson T, Grove EL, Rasmussen J, Kristensen SD, Hvas A-M, et al. Feasibility and impact of whole-body high-intensity interval training in patients with stable coronary artery disease: a randomised controlled trial. *Sci Rep* [Internet]. 2022;12(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-21655-w>
- 49 Singam NSV, Fine C, Fleg JL. Cardiac changes associated with vascular aging. *Clin Cardiol* [Internet]. 2020;43(2):92–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/clc.23313>
- 50 Kourek C, Alshamari M, Mitsiou G, Psarra K, Delis D, Linardatou V, et al. The acute and long-term effects of a cardiac rehabilitation program on endothelial progenitor cells in chronic heart failure patients: Comparing two different exercise training protocols. *Int J Cardiol Heart Vasc* [Internet]. 2021;32(100702):100702. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcha.2020.100702>
- 51 Al Habeeb W, Tash A, Elasarfar A, Almasood A, Bakhshi A, Elshaer F, et al. NHC/ SHA 2023 Focused update of the 2019 guidelines for the management of heart failure. *J Saudi Heart Assoc* [Internet]. 2023;35(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.37616/2212-5043.1334>
- 52 Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, et al. High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation* [Internet]. 2017;135(9):839–49. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.116.022924>
- 53 Halle M, Prescott E, Van Craenenbroeck EM, Beckers P, Videm V, Karlsen T, et al. Moderate continuous or high intensity interval exercise in heart failure with reduced ejection fraction: Differences between ischemic and non-ischemic etiology. *Am Heart J Plus* [Internet]. 2022;22(100202):100202. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahjo.2022.100202>
- 54 Riveland E, Valborgland T, Ushakova A, Skadberg Ø, Karlsen T, Hole T, et al. Exercise training and high - sensitivity cardiac troponin - I in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail* [Internet]. 2024;11(2):1121–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.14674>
- 55 Zhu X, Wang S, Cheng Y, Gu H, Zhang X, Teng M, et al. Physiological ischemic training improves cardiac function through the attenuation of cardiomyocyte apoptosis and the activation of the vagus nerve in chronic heart failure. *Front Neurosci* [Internet]. 2023;17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2023.1174455>
- 56 Tzani G, Philippou A, Karatzanos E, Dimopoulos S, Kaldara E, Nana E, et al. Effects of high-intensity interval exercise training on skeletal myopathy of chronic heart failure. *J Card Fail* [Internet]. 2017;23(1):36–46. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cardfail.2016.06.007>
- 57 Stamatakis E, Ahmadi MN, Gill JMR, Thøgersen-Ntoumani C, Gibala MJ, Doherty A, et al. Association of wearable device-measured vigorous intermittent lifestyle physical activity with mortality. *Nat Med* [Internet]. 2022;28(12):2521–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-022-02100-x>
- 58 Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler A-D, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2016;67(1):1–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.044>
- 59 Hanson NJ, Scheadler CM, Lee TL, Neuenfeldt NC, Michael TJ, Miller MG. Modality determines VO2max achieved in self-paced exercise tests: validation with the Bruce protocol. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2016;116(7):1313–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3384-0>
- 60 Gerlach S, Mermier C, Kravitz L, Degnan J, Dalleck L, Zuhl M. Comparison of treadmill and cycle ergometer exercise during cardiac rehabilitation: A meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2020;101(4):690–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.184>
- 61 Actividad física [Internet]. Who.int. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- 62 Manual ACSM para la valoración y prescripción [Internet]. Lww.com. [citado el 30 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://shop.lww.com/Manual-ACSM-para-la-valoracion-y-prescripcion-del-ejercicio/p/9788418563348>
- 63 Blond K, Brinkløv CF, Ried-Larsen M, Crippa A, Grøntved A. Association of high amounts of physical activity with mortality risk: a systematic review and meta-analysis. *Br J*

- Sports Med [Internet]. 2020;54(20):1195–201. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-100393>
- 64 Sultana RN, Sabag A, Keating SE, Johnson NA. The effect of low-volume high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory fitness: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* [Internet]. 2019;49(11):1687–721. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-019-01167-w>
- 65 Quindry JC, Franklin BA, Chapman M, Humphrey R, Mathis S. Benefits and risks of high-intensity interval training in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* [Internet]. 2019;123(8):1370–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.01.008>
- 66 Brooks ER, Benson AC, Fox AS, Bruce LM. Movement intensity demands between training activities and competition for elite female netballers. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(4):e0249679. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0249679>
- 67 Desgorces F-D. About exercise control in studies on high-intensity interval exercise. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2023;123(8):1863–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-023-05217-0>
- 68 Thurlow F, Weakley J, Townshend AD, Timmins RG, Morrison M, McLaren SJ. The acute demands of repeated-sprint training on physiological, neuromuscular, perceptual and performance outcomes in team sport athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* [Internet]. 2023;53(8):1609–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-023-01853-w>
- 69 Sedaghat-Hamedani F, Kayvanpour E, Frankenstein L, Mereles D, Amr A, Buss S, et al. Biomarker changes after strenuous exercise can mimic pulmonary embolism and cardiac injury —A metaanalysis of 45 studies. *Clin Chem* [Internet]. 2015;61(10):1246–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1373/clinchem.2015.240796>
- 70 Yin M, Chen Z, Nassis GP, Liu H, Li H, Deng J, et al. Chronic high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training are both effective in increasing maximum fat oxidation during exercise in overweight and obese adults: A meta-analysis. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. 2023;21(4):354–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jesf.2023.08.00>
- 71 Casado A, González-Mohino F, González-Ravé JM, Foster C. Training periodization, methods, intensity distribution, and volume in highly trained and elite distance runners: A systematic review. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2022;17(6):820–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1123/ijssp.2021-0435>
- 72 Angadi SS, Mookadam F, Lee CD, Tucker WJ, Haykowsky MJ, Gaesser GA. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol* [Internet]. 2015;119(6):753–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00518.2014>
- 73 Cuende JL. Vascular age versus cardiovascular risk: Clarifying concepts. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* [Internet]. 2016;69(3):243–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2015.10.019>
- 74 Marrugat J. An adaptation of the Framingham coronary heart disease risk function to European Mediterranean areas. *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2003;57(8):634–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/jech.57.8.634>
- 75 Cattadori G, Segurini C, Picozzi A, Padeletti L, Anzà C. Exercise and heart failure: an update. *ESC Heart Fail* [Internet]. 2018;5(2):222–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.12225>
- 76 Gibala MJ. Physiological basis of interval training for performance enhancement. *Exp Physiol* [Internet]. 2021;106(12):2324–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1113/ep088190>
- 77 Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the Management of Heart Failure: Executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation* [Internet]. 2022;145(18). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/cir.0000000000001062>
- 78 IC con función preservada. Revisión del tema y comunicación de la experiencia española. *Rev Urug Cardiol* [Internet]. 2017;32(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29277/ruc/32.3.15>
- 79 O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* [Internet]. 2009;301(14):1439. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2009.454>
- 80 Flynn, K. E., Piña, I. L., Whellan, D. J., Lin, L., Blumenthal, J. A., Ellis, S. J., Fine, L. J., Howlett, J. G., Keteyian, S. J., Kitzman, D. W., Kraus, W. E., Miller, N. H., Schulman, K. A., Spertus, J. A., O'Connor, C. M., Weinfurt, K. P., & HF-ACTION Investigators (2009). Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*, 301(14), 1451–1459. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.457>
- 81 Molloy, C., Long, L., Mordi, I. R., Bridges, C., Sagar, V. A., Davies, E. J., Coats, A. J., Dalal, H., Rees, K., Singh, S. J., & Taylor, R. S. (2024). Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *The Cochrane database of systematic reviews*, 3(3), CD003331. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub6>
- 82 Shiraishi, Y., Ikemura, N., Urashima, M., Kohno, T., Nakano, S., Tanaka, T., Nagatomo, Y., Ikoma, T., Ono, T., Numasawa, Y., Sakamoto, M., Nishikawa, K., Takei, M., Hakuno, D., Nakamaru, R., Ueda, I., & Kohsaka, S. (2024). Rationale and protocol of the LAQUA-HF trial: a factorial randomised controlled trial evaluating the effects of neurohormonal and diuretic agents on health-status reported outcomes in heart failure patients. *BMJ open*, 14(2), e076519. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-076519>
- 83 Pieske, B., Wachter, R., Shah, S. J., Baldrige, A., Szczepody, P., Ibram, G., Shi, V., Zhao, Z., Cowie, M. R., & PARALLAX Investigators and Committee members (2021). Effect of Sacubitril/Valsartan vs Standard Medical Therapies on Plasma NT-proBNP Concentration and Submaximal Exercise Capacity in Patients With Heart Failure and Preserved Ejection Fraction: The PARALLAX Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 326(19), 1919–1929. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.18463>