

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez¹, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez², MD. Ricardo Pereira-Rodríguez³, MD. Pedro Pereira-Rodríguez⁴, Juan Camilo Quintero-Gómez⁵, Adrián Díaz-Maldonado⁶, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo⁶ & Dora Emelia García-Rodríguez⁶

1. Fisioterapeuta, Especialista en Rehabilitación Cardiopulmonar, Maestrante en Ciencias de la Salud, Maestrante en Innovación Educativa. Universidad Tolteca, Puebla, México.
2. Fisioterapeuta, Especialista en Neurorehabilitación, Magister en dificultades del aprendizaje. Consultorio Independiente Privado, Puebla, México.
3. Médico general. Residente en Medicina de urgencias y cuidado del paciente en estado crítico. FUCS – Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá-Colombia.
4. Médico general. Universidad Rafael Núñez, Cartagena-Colombia.
5. Fisioterapeuta. IPS Fundación Diversidad. Medellín-Colombia.
6. Estudiantes de Fisioterapia. Puebla, México.

Correspondencia a: Javier Eliecer Pereira Rodríguez; e-mail: jepr87@hotmail.com; Puebla, México.

Recibido 26 de febrero de 2020. Aceptado 08 de abril de 2020.

RESUMEN

Introducción: En el año 2015, 17,5 millones de personas fallecieron por enfermedades cardiovasculares, el 31% de todas las defunciones a nivel mundial. Este aumento en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares responde a factores como el envejecimiento, sobrepeso y obesidad, hipertensión arterial (HTA), sedentarismo, entre otros.

Objetivo: Revisar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca.

Materiales y métodos: Revisión sistemática con análisis descriptivo y cronología retrospectiva, de artículos científicos publicados entre Enero del año 2015 a Enero del año 2019 en 5 bases de datos. Los estudios se identificaron y seleccionaron mediante las recomendaciones de la Declaración de PRISMA y la Colaboración Cochrane, además, se evaluó la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión a través de la Escala de PEDro.

Resultados: Se incluyeron finalmente 13 ensayos clínicos para desarrollar el análisis descriptivo. Se contó con una muestra de 554 sujetos con falla cardíaca, con una fracción de eyección reducida entre $27\pm 9\%$ y $65\pm 5\%$; se intervinieron 275 pacientes y 279 se controlaron. El entrenamiento de alta intensidad fue desarrollado mediante bloques con intervalos entre 30 segundos y 4 minutos con ciclos de trabajo hasta del 100% y hasta alcanzar una frecuencia cardíaca máxima entre 75% y 95%.

Conclusiones: El entrenamiento interválico de alta intensidad durante 12 semanas podría mejorar la capacidad física en pacientes con falla cardíaca. Sin embargo, tiene mayores efectos si se acompaña de ejercicios de fuerza o resistencia.

Palabras claves: Ejercicio, enfermedades cardiovasculares, falla cardíaca.

ABSTRACT

EFFECTS OF HIGH INTENSITY INTERVALIC TRAINING IN ADULT PATIENTS WITH HEART FAILURE: SYSTEMATIC REVIEW

Introduction: In 2015, 17.5 million people died from cardiovascular diseases, 31% of all deaths worldwide. This increase in mortality from cardiovascular diseases responds to factors such as aging, overweight and obesity, hypertension (HBP), sedentary lifestyle, among others.

Objective: To review the effects of high-intensity interval training in adult patients with heart failure.

Materials and methods: Systematic review with descriptive analysis and retrospective chronology, of scientific articles published between January of the year 2015 to January of the year 2019 in 5 databases. The studies were identified and selected by means of the recommendations of the PRISMA Declaration and the Cochrane Collaboration, in addition, the methodological quality of the studies included in the review was evaluated through the PEDro Scale.

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



Results: Finally, 13 clinical trials were included to develop the descriptive analysis. There was a sample of 554 subjects with heart failure, with a reduced ejection fraction between $27 \pm 9\%$ and $65 \pm 5\%$; 275 patients were intervened and 279 were controlled. The high-intensity training was developed by blocks with intervals between 30 seconds and 4 minutes with work cycles of up to 100% and until reaching a maximum heart rate between 75% and 95%.

Conclusions: High-intensity interval training for 12 weeks could improve physical capacity in patients with heart failure. However, it has greater effects if it is accompanied by strength or resistance exercises.

Key words: Exercise, cardiovascular diseases, heart failure.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son una de las grandes epidemias del siglo XXI. Estas, matan a 41 millones de personas por año, el 71% de todas las muertes que se producen alrededor del mundo; dentro de estas se encuentran las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes¹.

Por otro lado, las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la primera causa de deceso a nivel global. En el año 2015 fallecieron 17,5 millones de personas, el equivalente al 31% de todas las defunciones registradas a nivel mundial; 7,4 millones se debieron a cardiopatía coronaria. Más de tres cuartas partes de las defunciones por ECV ocurren en los países de bajos ingresos². El creciente aumento en la tasa de mortalidad a nivel mundial por alteraciones cardiovasculares responde a factores como el envejecimiento, sobrepeso y obesidad, hipertensión arterial (HTA), sedentarismo, entre otros; hasta el 30% de los pacientes fallecen en el primer año tras el primer episodio (Agra Bermejo et al., 2018)^{3,4}.

La insuficiencia cardiaca (IC) se define como un síndrome clínico que puede diferenciarse por diversos síntomas, principalmente edema en tobillos, disnea y fatiga⁵. Además, puede presentar signos causados por una alteración miocárdica estructural o funcional, como crépitos pulmonares, edema periférico e hipertensión venosa yugular⁶. La IC puede llevar a una disminución del gasto cardiaco o aumento de la presión sanguínea en las cavidades cardiacas al someterse a estrés o en reposo, Lo que conduce al miocardio a una progresiva desadaptación⁷.

En el desarrollo de la insuficiencia cardiaca intervienen varios procesos fisiopatológicos que desencadenan un desequilibrio circulatorio como el estrés oxidativo, la activación neurohormonal, y la reacción inflamatoria⁸. El estrés oxidativo se vincula a un exceso de moléculas de oxígeno que reaccionan con el óxido nítrico, alterando la señalización fisiológica produciendo moléculas tóxicas y reactivas (aminotioles, peroxinitrito, isoprostano). Estas moléculas aumentan el catabolismo de las purinas, (Uno de los compuestos químicos que las células usan para elaborar los elementos fundamentales del ADN y el ARN)⁹.

Tras la destrucción de las purinas se incrementa la actividad de la xantina oxidasa (enzima que cataboliza las purinas), las concentraciones séricas de ácido úrico y aumenta la liberación de mieloperoxidasa (enzima responsable de la

actividad microbicida) por los neutrófilos y monocitos, favoreciendo la necrosis y remodelado miocárdico¹⁰.

La activación neurohormonal implica la respuesta de varios sistemas compensatorios, el aumento del sistema nervioso simpático, la acción de los sistemas renina-angiotensina-aldosterona reteniendo líquidos y sodio¹¹. Además, existe una activación de la arginina-vasopresina (también conocida como hormona antidiurética), quien controla la reabsorción de moléculas de agua en el cuerpo, y el sistema de péptidos natriuréticos opositores del sistema renina-angiotensina-aldosterona¹². La reacción inflamatoria incluye la activación de la respuesta del sistema inmune, aumento de mediadores proinflamatorios (factor de necrosis tumoral, interleucina-1, interleucina-6 y ST2) y producción de anticuerpos¹³⁻¹⁵.

Dentro del tratamiento de la IC hay aspectos a tomar en cuenta que podrían ser focos de atención, dado que existen usuarios que presentan sintomatología o cuadros clínicos distintos. Estas manifestaciones específicas requieren de una mayor atención pudiendo complicar el estado de la insuficiencia cardiaca presentando restricciones conductuales, depresión, estrés, valvulopatías, infecciones, endocrinopatías y miocardiopatías¹⁶.

Los aspectos esenciales del tratamiento no farmacológico en la IC son el autocuidado y un buen seguimiento del tratamiento. El autocuidado debe contemplar diferentes aspectos como la promoción del ejercicio, prevención de situaciones que puedan acelerar la sintomatología de la enfermedad, limitación del consumo de sustancias nocivas (tabaco, alcohol, sustancias psicoactivas, otras), el autocuidado, y una dieta baja en sodio.

Una dieta hiposódica en personas con IC reduce el acumulo anormal de líquidos corporales, el edema periférico y central, el estrés en la pared ventricular y mejora la percepción sobre el patrón respiratorio¹⁷. Por otro lado, el ejercicio físico realizado de manera frecuente, aun cuando se realicen sesiones cortas, de ejercicio (15 minutos) contribuye a controlar factores asociados a las ECV, como la HTA, la obesidad, el sedentarismo, entre otros¹⁸.

El ejercicio físico en la IC provoca un acondicionamiento significativo de las estructuras periféricas, como cambios hemodinámicos que contribuyen a parar o revertir el progreso establecido de la IC¹⁹. Otras de las modificaciones del ejercicio en la IC es el aumento del gasto cardiaco máximo, volumen de eyección pico y velocidad llenado diastólico, además de retrasar el remodelado del ventrículo izquierdo, mejorando

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardiaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



así la tolerancia al ejercicio que por ende repercutirá en la calidad de vida de los pacientes²⁰.

El ejercicio ha demostrado ser una modalidad terapéutica segura y efectiva para la insuficiencia cardíaca. El *High Intensity Interval Training* (HIIT) consiste en la alternancia de periodos de ejercicio aeróbico intenso con periodos de recuperación pasiva o activa a intensidad media/moderada²¹. El principal interés recae en que este tipo de entrenamiento ofrece la posibilidad de mantener la intensidad alta del ejercicio durante periodos más largos que con el ejercicio continuo; es un método de entrenamiento conveniente para mejorar la capacidad aeróbica máxima²².

El HIIT es una de las herramientas terapéuticas actuales con mayor tendencia por su utilidad²³. En esta intervención se aplican estímulos de ejercicio más altos en los músculos esqueléticos a través de una mayor intensidad de ejercicio²⁴. De hecho, el HIIT está siendo cada vez más usado por los beneficios que aporta en términos de capacidad aeróbica y la posibilidad de revertir la remodelación del ventrículo izquierdo²⁵. Así, este estudio pretende revisar cuáles son los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó una revisión sistemática con análisis descriptivo y cronología retrospectiva, de artículos científicos publicados en bases de datos indexadas entre Enero del año 2015 a Enero del año 2019. Todos los estudios donde se realizaron intervenciones con seres humanos contaron con un consentimiento informado y la aprobación para que los datos fuesen usados con fines de divulgación científica.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática bajo las consideraciones de la *Colaboración Cochrane* para la elaboración de estudios de revisión y meta-análisis. Por otro lado, se accedió a los criterios de la Declaración de PRISMA²⁶ (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para la inclusión de ensayos clínicos y otros tipos de estudios en revisiones sistemáticas.

Se usaron descriptores asociados a las variables descritas en el título del estudio: HIIT & heart failure; y los operadores booleanos: AND & OR. Así, la estrategia de búsqueda fue la siguiente: (*high intensity intervalic training* OR *cardiovascular rehabilitation* OR *physical therapy* OR *physical activity* OR *exercise*) AND (*heart failure* OR *cardiac failure* OR *congestive heart failure* OR *cardiovascular disease*).

Con base a lo anterior, se evaluó de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión sistemática bajo los 11 criterios para filtrar los estudios de investigación que no cumplen con una calidad metodológica con una alta validez y confiabilidad. Estos criterios permiten determinar si,

sobre los ensayos clínicos, los sujetos fueron asignados al azar a los grupos, a asignación fue oculta, los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes y los sujetos, terapeutas y los evaluadores que midieron los resultados fueron cegados.

De la misma manera, la escala de evaluación metodológica de ensayos clínicos de PEDro²⁷ permite valorar si las medidas de los resultados fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos, si se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos fueron analizados por "intención de tratar"; los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados y si los estudios proporcionan medidas puntuales y de variabilidad de resultados. En tanto, se desarrolló la búsqueda de documentos en las bases de datos Redalyc, EMBASE, Medscape y MEDLINE, DOAJ.

Criterios de elegibilidad

Se tomaron en cuenta ensayos clínicos con asignación aleatoria en pacientes con insuficiencia cardíaca de mediana edad ≥ 50 años que hayan sido intervenidos en un programa de rehabilitación con ejercicios interválicos. Así mismo, estudios con fecha de publicación no mayor a 4 años en español o inglés.

Se excluyeron estudios no indexados en bases de datos científicas, como literatura gris (libros, tesis, trabajos de grado, otros) y estudios elaborados en animales. Artículos con pacientes que no presentan algún tipo de alteración de índole cardíaco y pacientes menores de edad. Así mismo, se eliminaron aquellos estudios que tras la evaluación del título, resumen y palabras clave se consideraron que no cumplían los criterios de aceptabilidad y estudios no concluyentes o que tras la evaluación de texto completo no respondían al objetivo de esta revisión.

Selección de estudios

La búsqueda y extracción de los diferentes documentos fue efectuado por un autor (CQ), revisados y examinados por un segundo colaborador (DP-JP) y consensado por todos los colaboradores de la investigación. Por otro lado, la evaluación del cumplimiento de los criterios de selección fue desarrollada por un tercer participante (JC); la evaluación a texto completo se realizó por un cuarto miembro (JP) y la descripción de los datos por otros (AM-DG) de manera independiente.

Evaluación de la calidad

La calidad metodológica de las investigaciones se evaluó a través de los criterios de riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane y los criterios de la Escala de PEDro para la evaluación de la calidad metodológica por el autor principal (JP). Así, se definió el sesgo en la selección de estudios frente a los criterios de selección de los estudios y pérdidas de documentos.

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática
Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



Estrategia de búsqueda

Los estudios incluidos en esta revisión fueron evaluados de forma discriminada por dos revisores. De esta manera, se eliminaron los estudios duplicados que se obtuvieron en la búsqueda y luego se hizo una selección de los estudios de acuerdo con título y resumen. Los estudios filtrados luego de la evaluación anterior, fueron evaluados en su totalidad nuevamente de manera independiente por cada uno de los revisores, verificando los estudios que cumplieran con los criterios de elegibilidad para su revisión completa.

Recolección de datos

Se extrajeron datos sobre la población, grupos de intervención y control, tipología de la patología, intervención, período y frecuencia de intervención y resultados. Dada la heterogeneidad en el análisis de datos, se efectuó una síntesis narrativa de los resultados de los estudios analizados.

RESULTADOS

En tanto, se desarrolló la búsqueda de documentos en las bases de datos Redalyc (167653), EMBASE (10891), Medscape (4351), MEDLINE (103) y DOAJ (8). Por otro lado, también se realizó la búsqueda de ensayos clínicos en la base de datos de la Colaboración Cochrane (102) para evitar el sesgo de publicación de resultados.

En concordancia con los criterios de inclusión, se evaluaron 27760 estudios para filtrar literatura gris, estudios desarrollados en animales y estudios de tipo documental. Por otro lado, 150 estudios fueron incluidos para la revisión a título y

finalmente se evaluaron 28 ensayos clínicos a texto completo (figura 1). A partir de la revisión completa de texto y de sus conclusiones se seleccionaron 13 ensayos clínicos para ser incluidos en la revisión.

En concordancia con los criterios de inclusión, se evaluaron 27760 estudios para filtrar literatura gris, estudios desarrollados en animales y estudios de tipo documental. Por otro lado, 150 estudios fueron incluidos para la revisión a título y finalmente se evaluaron 28 ensayos clínicos a texto completo (figura 1). A partir de la revisión completa de texto y de sus conclusiones se seleccionaron 13 ensayos clínicos para ser incluidos en la revisión.

Así, se sometieron a evaluación de calidad de evidencia los estudios incluido en la revisión; esta evaluación de la calidad metodológica se basó en las consideraciones metodológicas para ensayos clínicos de la Escala de PEDro para revisiones sistemáticas y meta-análisis (Tabla 1). De esta manera los estudios seleccionados se muestran en la Tabla 2, donde se describe el diagnóstico, la intervención, frecuencia y consideraciones tras la intervención.

Así, se sometieron a evaluación de calidad de evidencia los estudios incluido en la revisión; esta evaluación de la calidad metodológica se basó en las consideraciones metodológicas para ensayos clínicos de la Escala de PEDro para revisiones sistemáticas y meta-análisis (Tabla 1). De esta manera los estudios seleccionados se muestran en la Tabla 2, donde se describe el diagnóstico, la intervención, frecuencia y consideraciones tras la intervención.

A partir de lo anterior, se identificaron 554 sujetos con falla cardiaca, con una fracción de eyección reducida entre 27±9% y 65±5%. De otra manera, se intervinieron 275 pacientes con

Tabla 1

Escala de PEDro para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión (n = 13).

Reference	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Total
Angadi, S., et al. ²⁸	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	8
Benda, N., et al. ²⁹	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Benda, N., et al. ³⁰	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	8
Cheng-Hsien, C., et al. ³¹	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	9
Chrysohou, C., et al. ³²	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Ellingsen, Ø., et al. ³³	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	9
Isaksen, K., et al. ³⁴	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Lima, B.E., et al. ³⁵	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Gayda, M., et al. ³⁶	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Safiyari-Hafizi, H., et al. ³⁷	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	9
Spee, R., et al. ³⁸	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	10
Tzani, G., et al. ³⁹	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	9
Zampier, A., et al. ⁴⁰	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11

PEDro (Physiotherapy Evidence Data+base): + Sí; - No.

P1: Criterios de elección; P2: Asignación aleatoria; P3: Ocultamiento de la asignación; P4: Grupos similares en línea de base; P5: Cegamiento de los participantes; P6: Cegamiento de los terapeutas; P7: Cegamiento del evaluador; P8: Abandonos < 15%; P9: Análisis por intención a tratar; P10: Diferencias reportadas entre grupos; P11: Punto estimado y variabilidad reportada.

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardiaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



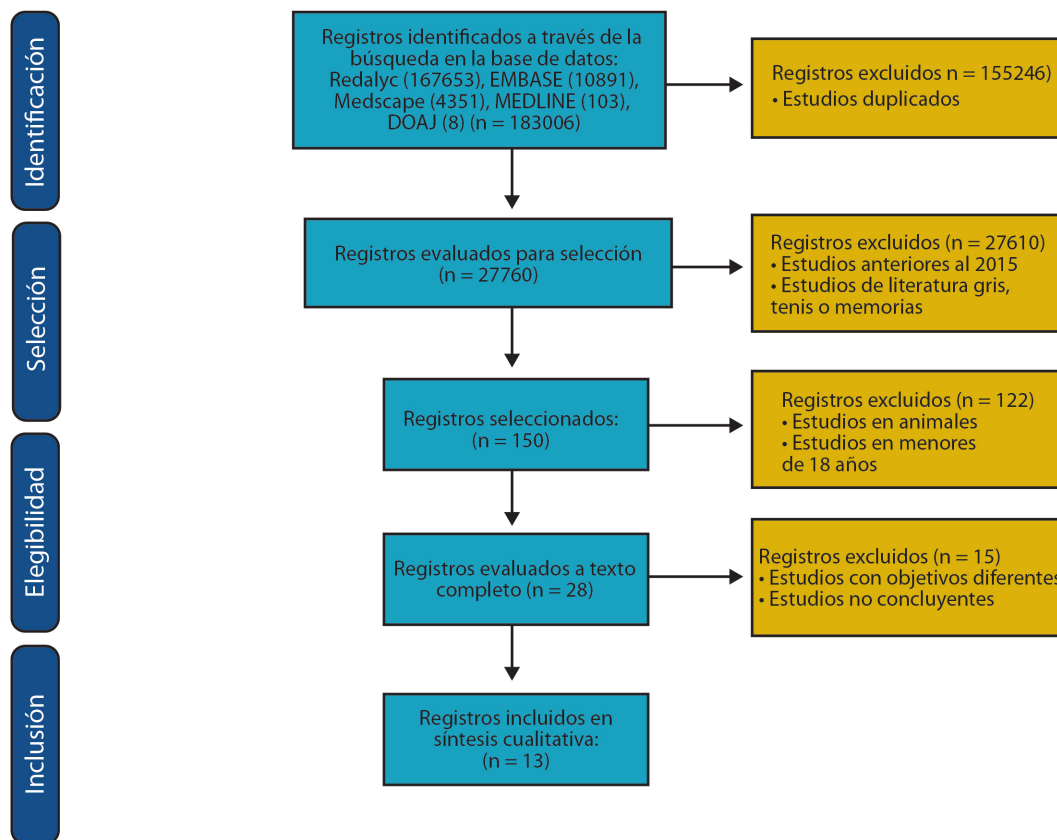


Figura 1. Diagrama de PRISMA para la selección de estudios incluidos en la revisión.

insuficiencia cardíaca a través de ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT), y se controlaron 279 sujetos que fueron intervenidos con entrenamiento moderado continuo (MTC), ejercicio regular o que recibieron recomendaciones para realizar ejercicio desde el hogar con supervisión²⁸⁻⁴⁰.

Sobre el protocolo de entrenamiento, los sujetos de los grupos de intervención fueron entrenados a partir de las directrices basado en el trabajo desarrollado por Wisloff, et al.²⁷ En 11 de los estudios identificados se intervino a los pacientes con falla cardíaca por 12 semanas con una frecuencia de 3 sesiones por semana³⁰⁻⁴⁰. Por otro lado, en los estudios restantes esta relación fue de 10 semanas (3días*semana), 4 semanas (3días*semana) y 2 sesiones²⁸⁻²⁹. El protocolo de entrenamiento consistió en tres fases: calentamiento, entrenamiento interválico de alta intensidad y relajación. El calentamiento duró entre 3 a 10 minutos a través de cicloergómetro, cinta rodante o bicicleta estática a una intensidad entre el 30% al 70% de la frecuencia cardíaca máxima.

El entrenamiento de alta intensidad fue desarrollado mediante bloques con intervalos entre 30 segundos y 4 minutos con ciclos de trabajo hasta del 100% y hasta alcanzar una FCM entre 75% y 95%. Por otro lado, el enfriamiento duró en promedio 5 minutos a partir de una intensidad moderada; algunos estudios incluyeron ejercicios de resistencia y fuerza. A pesar de un mayor estrés miocárdico en pacientes con

insuficiencia cardíaca, ni el ejercicio de resistencia ni el HIT conducen a una liberación excesiva de biomarcadores cardíacos indicativos de daño cardíaco agudo²⁷. Algunos estudios no consideran que exista diferencia entre un programa de intensidad moderada o alta. También se considera que, si bien existen mejoras significativas en los parámetros de la aptitud física, no se observan mejoras en la función cardiovascular en reposo o en la calidad de vida; sin embargo, en ningún caso estas conducen al deterioro de la función cardíaca^{28,28,30,33}.

El HIIT durante 12 semanas podría elevar la tasa de consumo de O₂ mitocondrial plaquetario a través del aumento de las actividades del Complejo I y II en pacientes con fracción de eyección reducida por falla cardíaca³¹. Además, promueve un aumento en el diámetro de la arteria braquial y una reducción en la presión arterial sistólica, pero no cambia la dilatación mediada por el flujo y la presión arterial diastólica³⁵.

Otro de los efectos descritos a partir de la intervención en estos pacientes con el entrenamiento aeróbico de alta intensidad es el aumento en la oxidación de carbohidratos y lípidos en pacientes³⁶. En caso de anomalías metabólicas musculares se recomienda los períodos de recuperación pasiva. En la misma medida, los protocolos de HIIT con recuperación activa se asociaron con un mayor gasto de energía, CHO y una menor oxidación de los lípidos. Además, se sugiere que El HIIT podría revertir la miopatía esquelética de los pacientes

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática
 Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



Tabla 2
Características generales de los estudios incluidos (n = 13)

Autor	n	Diagnóstico	Grupos	Intervención	Duración	Conclusiones
Angadi, S., et al. ²⁸	15 sujetos	IC NYHA clase II-III. Fracción de eyección del 65±5%.	I: 9 pacientes con IC. C: 6 pacientes con IC.	Los pacientes comenzaron con intervalos de 2 min de duración a 80-85% de FCM, separados por 2 min de recuperación a 50% de FCM para lograr un total de 16 min de ejercicio de alta intensidad. En la segunda semana de entrenamiento realizaron cuatro intervalos de 4 minutos a un 85-90% de FCM, separados por 3 minutos a un 50% de FCM. Cada sesión de entrenamiento comenzó con un calentamiento de 10 minutos al 50% de FCM y terminó con un enfriamiento de 5 minutos a la misma intensidad.	4 semanas (3días*semana)	No se ha establecido la dosis óptima de HIIT, aunque la intensidad (~ 85-90% de FC máxima), la duración del intervalo (4 min) y el número (4), y la intensidad de recuperación entre intervalos (50% de FC máxima) y la duración (3 min), son consistentes con las recomendaciones recientes y pueden ser la prescripción óptima de ejercicio para pacientes con IC. El HIIT parece ser seguro y bien tolerado en pacientes con HFrEF y se ha informado que es preferible al MI-ACT en pacientes con HFrEF.
Benda, N., et al. ²⁹	27 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección 35±8%.	I: 13 pacientes con IC. C: 14 pacientes sanos.	Ejercicios de resistencia isocalórica (30 minutos a 65% VO2max). HIT (10 * 1 minuto a 90% VO2max, alternados por 2,5 minutos a 40% VO2max) en orden aleatorio. Ambas sesiones de ejercicio incluyeron un calentamiento (10 minutos al 40% del pico de VO2) y un enfriamiento (5 minutos al 30% del pico de VO2).	2 sesiones	A pesar de un mayor estrés miocárdico en pacientes con insuficiencia cardíaca, ni el ejercicio de resistencia ni el HIT conducen a una liberación excesiva de biomarcadores cardíacos indicativos de daño cardíaco agudo.
Benda, N., et al. ³⁰	20 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección 38±6%.	I: 10 pacientes con IC. C: 10 pacientes con IC.	Períodos de ejercicio de 3,5 minutos, que consistían en intervalos de 1 minuto al 90% de la carga de trabajo máxima y de 2,5 minutos al 30% de la carga de trabajo máxima.	12 semanas (3días*semana)	El HIIT durante 12 semanas en pacientes con IC se asocia con mejoras en los parámetros de la aptitud física, mientras que no se observan mejoras en la función cardiovascular en reposo o en la calidad de vida.
Cheng-Hsien C., et al. ³¹	34 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección ≤ 40%.	I: 17 pacientes con IC. C: 17 pacientes con IC.	Ejercicios de calentamiento durante 3 minutos a 30% de VO2max y ejercicios de cinco intervalos de 3 minutos a 80% de VO2max. Cada intervalo fue seguido por un ejercicio de 3 minutos al 40% de VO2max. La sesión de ejercicios finalizó con un enfriamiento de 3 minutos al 30% de VO2peak.	12 semanas (3días*semana)	El HIIT durante 12 semanas eleva la tasa de consumo de O2 mitocondrial plaquetario a través del aumento de las actividades del Complejo I y II. Además, la capacidad aeróbica sistémica se asocia positivamente con la tasa de consumo de O2 mitocondrial plaquetaria en pacientes con insuficiencia cardíaca.
Chrysohoou, C., et al. ³²	72 sujetos	IC NYHA clase II-IV. Fracción de eyección ≤50%.	I: 33 pacientes con IC. C: 39 pacientes con IC.	Ejercicio a una intensidad equivalente a un pico de trabajo del 80% y progresivamente a un pico de trabajo del 100% durante 30s, alternados con 30s de descanso. El entrenamiento de resistencia se desarrolló a una intensidad del 30% de la repetición máxima durante las primeras 2 semanas, seguidas de 3 semanas de entrenamiento con una intensidad de 50% y al 90% durante las semanas restantes.	12 semanas (3días*semana)	El HIIT combinado con el ejercicio de fuerza, parece beneficiar la capacidad de dilatación aórtica y la presión sistólica aumentada en paralelo con la mejora de la función diastólica del ventrículo izquierdo y la calidad de vida.
Ellingsen, Ø., et al. ³³	215 sujetos	IC NYHA clase II-IV. Fracción de eyección <35%.	I: (MTC=73) (HIIT=82) pacientes con IC. C: 76 pacientes con IC.	HIIT realizó cuatro intervalos de 4 minutos con de 90-95% de la FCM separados por períodos de recuperación activa de 3 minutos de intensidad moderada. Las sesiones HIIT duraron 38 minutos, incluyendo calentamiento y enfriamiento a intensidad moderada. Las sesiones de MCT apuntaron al 60-70% de FCM y duraron 47 minutos.	12 semanas (3días*semana)	No se confirma la hipótesis de que un programa de 12 semanas de entrenamiento supervisado con HIIT es superior al MCT para reducir la remodelación del ventrículo izquierdo en pacientes con IC. Ninguna de las intervenciones condujo al deterioro de la función cardíaca, y ambos programas de ejercicio aumentaron la capacidad aeróbica,

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



Autor	n	Diagnóstico	Grupos	Intervención	Duración	Conclusiones
Isaksen, K., et al. ³⁴	38 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección de 37.6±10.9%.	I: 26 pacientes con IC. C: 12 pacientes con IC.	El programa de entrenamiento incluyó 15 minutos de calentamiento a 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima. Después del calentamiento, los pacientes realizaron cuatro intervalos de 4 minutos al 85% de FC máxima. Los intervalos se interrumpieron por 3 minutos de recuperación activa al 60-70% de la FC máxima. Un enfriamiento de 5 minutos. Cada sesión terminó con 15 minutos de ejercicios de fuerza, estiramiento y relajación.	12 semanas (3días*semana)	Un programa de entrenamiento aeróbico interválico es factible y parece seguro en una población con IC estable y bien tratada. Además, este protocolo durante 3 meses produce un aumento significativo de la capacidad aeróbica y la función endotelial en esta población.
Lima, B.E., et al. ³⁵	16 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección de >50%.	I: 16 pacientes con IC.	La sesión de HIIT comenzó con un calentamiento de 8 minutos a intensidad moderada seguido de cuatro bloques de 4 minutos cada uno a una frecuencia cardíaca máxima de 85-95%, alternados con 3 minutos a 60-70% de frecuencia cardíaca máxima. La sesión terminó con 3 minutos de enfriamiento a intensidad moderada, totalizando 36 minutos.	12 semanas (3días*semana)	Una sesión de HIIT promueve un aumento en el diámetro de la arteria braquial y una reducción en la presión arterial sistólica, pero no cambia la dilatación mediada por el flujo y la presión arterial diastólica.
Ribeiro, P.A., et al. ⁴²	18 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección de 27±9%.	I: 18 pacientes con IC.	Los protocolos HIIT difirieron en la duración del intervalo (30 y 90 segundos) y el tipo de recuperación (recuperación activa al 50% frente a la recuperación pasiva 0%). Cada paciente hizo ejercicio durante un tiempo máximo de 30 minutos o hasta agotamiento debido a fatiga.	1 semana (3días*semana)	El HIIT puede aumentar favorablemente la oxidación de carbohidratos y lípidos en pacientes con IC. Los episodios más cortos en HIIT con recuperación pasiva podrían ser beneficiosos en pacientes con IC con anomalías metabólicas musculares al comenzar un nuevo programa de ejercicios. Por otro lado, los protocolos HIIT con recuperación activa se asociaron con mayor gasto de energía y menor oxidación de lípidos.
Safiyari-Hafizi, H., et al. ³⁷	29 sujetos	IC NYHA clase I-III. Fracción de eyección de 27±9%.	I: 14 pacientes con IC. C: 15 pacientes con IC.	Los participantes se ejercitaron utilizando series de trabajo de alta intensidad (80-85% VO2max) seguidas de períodos de recuperación activa (40-50% VO2max). La duración de cada intervalo varió y se individualizó cuidadosamente para cada paciente en función de su capacidad funcional.	12 semanas (3días*semana)	La rehabilitación cardíaca supervisada en el hogar, combinada con ejercicios interválicos de alta intensidad y entrenamiento de resistencia, mejoran significativamente la capacidad de física, la calidad de vida y el consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio.
Spee, R., et al. ³⁸	26 sujetos	IC NYHA clase II-III. Fracción de eyección ≤40%.	I: 12 pacientes con IC. C: 14 pacientes con IC.	Período de calentamiento de 5 min. y cuatro intervalos de 4 minutos con una carga de trabajo correspondiente al 85-95% del pico de VO2máx. Los intervalos se separaron mediante pausas activas de 3 min.. Después de completar las sesiones de intervalo, hubo un enfriamiento de 5 min.	12 semanas (3días*semana)	El HIT mejoró en la capacidad máxima de ejercicio. Los efectos del HIT en la capacidad del ejercicio submáximo está mediado por una mejor compatibilidad entre el suministro de oxígeno microvascular y su utilización.
Tzani, G., et al. ³⁹	26 sujetos	IC NYHA clase <III. Fracción de eyección 37±9 %.	I: 13 pacientes con IC. C: 13 pacientes con IC.	Seis pacientes se ejercitaron con HIIT durante 3 minutos al 50% de consumo de oxígeno máximo seguidos de 4 ciclos, alternando 4 minutos de ejercicio al 80% con 3 minutos al 50% de VO2max, para un total Duración de 31 min. Siete pacientes se ejercitaron con HIIT y entrenamiento de fuerza durante 3 minutos al 50% de VO2max seguidos de 2 ciclos, alternando 4 minutos de ejercicio al 80% de VO2max con 3 minutos al 50% de VO2max, para una duración total de 17 minutos, seguidos de 14 minutos de entrenamiento de fuerza.	12 semanas (3días*semana)	El HIIT revierte la miopatía esquelética de los pacientes con insuficiencia cardíaca con las respuestas adaptativas del sistema de biorregulación IGF-1 que posiblemente contribuya a estos efectos.

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática
 Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



Autor	n	Diagnóstico	Grupos	Intervención	Duración	Conclusiones
Ulbrich, A., et al. ⁴⁰	18 sujetos	IC NYHA clase II-III. Fracción de eyección 40%.	I: 12 pacientes con IC. C: 10 pacientes con IC.	Período de calentamiento de 7 a 10 min. a una intensidad correspondiente al 70% de la frecuencia cardíaca máxima. Los pacientes caminaron con intervalos de 3 minutos a una intensidad equivalente a ~95% de la frecuencia cardíaca máxima. En promedio, los pacientes asignados al azar a HIIT realizarían 4-6 intervalos. Todas las sesiones de entrenamiento para MCT y HIIT finalizaron con un período de enfriamiento de 5 minutos al 50% del pico de VO ₂ , con un total de 60 minutos por sesión.	12 semanas (3días*semana)	Independientemente de la intensidad del ejercicio en pacientes con ICC, se obtiene una mejora significativa en la calidad de vida. La alta intensidad del ejercicio puede ser un factor importante para mejorar la capacidad aeróbica en pacientes con ICC.

IC: insuficiencia cardíaca; NYHA: escala de la New York Heart Association; VO₂: consumo máximo de oxígeno; FCM: frecuencia cardíaca máxima; HIIT: high intensity interval training; MCT: moderate continuous training; HFpEF: fracción de eyección reducida en falla cardíaca; HFpEF: heart failure with reduced ejection fraction.

con insuficiencia cardíaca con las respuestas adaptativas del sistema de biorregulación IGF-1 y con esto disminuir la tasa de morbilidad asociada a la caquexia cardíaca³⁹.

Por otro lado, se ha descrito que el entrenamiento interválico de alta intensidad combinado con entrenamiento de resistencia mejora significativamente la capacidad de física, la calidad de vida y el consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio³⁷. Del mismo modo, el HIIT asistido por ejercicio de fuerza aumentan la capacidad de dilatación aórtica y la presión sistólica aumentada en paralelo con la mejora de la función diastólica del ventrículo izquierdo y la calidad de vida³²; de esta manera, ejercicio aeróbico interválico de alta intensidad es seguro y bien tolerado en pacientes con fracción de eyección reducida en falla cardíaca.

A pesar de lo anterior, no se ha establecido la dosis óptima, no obstante, se recomienda intensidades entre 85-90% de FC máxima, duración de intervalo de 4 min e intensidad de recuperación entre intervalos al 50% de FC máxima por 3 min^{28,35,38}. Así, el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en pacientes con falla cardíaca en intervalos entre 30 segundos y 4 minutos con ciclos de trabajo hasta del 100% y FCM entre 75% y 95% no conllevaría a una liberación excesiva de biomarcadores cardíacos indicativos de daño cardíaco agudo y es seguro³².

El HIIT mejora la capacidad aeróbica en insuficiencia cardíaca y se sugiere que existe un aumento en el consumo máximo de oxígeno, reduce la presión arterial sistólica y mejora la función endotelial^{31,34,38,40}. Por otro lado, se considera que en presencia de trastornos metabólicos es mejor los períodos de recuperación^{36,39}. Además, se considera que no existe diferencia significativa entre el HIIT y el MCT.

Algunos de los estudios sugieren que el HIIT, aunque no aumenta el riesgo de mortalidad en pacientes con falla cardíaca, tampoco mejora significativamente el pronóstico, sin embargo, combinado con ejercicios de resistencia y fuerza tiene mayor impacto sobre el sistema cardiovascular, metabólico y musculoesquelético^{32,37,39}.

Lo anterior, aunque se ha descrito en algunos estudios, no puede aseverarse pues no existe evidencia actual que

confirme este pre-dicho. Además de esto, solo se han descrito los efectos reportados actualmente del HIIT para el caso de pacientes con IC, sin embargo, otros estudios han descrito diferentes efectos en pacientes con enfermedad coronaria, revascularización miocárdica e implante cardíaco, entre otros⁴¹⁻⁴⁴.

En un estudio de revisión desarrollado por Pinkstaff, et al.⁴⁵ donde se describen y discuten los efectos del entrenamiento de alta intensidad en pacientes con insuficiencia cardíaca, se establece que, aunque el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MITC) ha sido el estándar clínico para los pacientes con insuficiencia cardíaca, la evidencia de la eficacia del HIIT en estos pacientes es cada vez mayor. Este estudio sugiere que, en el caso del MITC, aunque no se haya asociado su práctica en pacientes IC con eventos adversos, los estudios realizados hasta la fecha son pocos y desactualizados, lo que sucede aún con el HIIT. De esta manera, se sugiere que se desarrollen investigaciones actualizadas que permitan definir un protocolo de intervención antes de considerarse en el estándar clínico para pacientes con insuficiencia cardíaca.

Por otro lado, Gomes, et al.⁴⁶ en un meta-análisis incluyeron 13 ensayos clínicos con una población total de 411 pacientes con ICC. Este estudio comparó los efectos del MITC con el HIIT y demostró que, si bien el entrenamiento interválico de alta intensidad mejora el pico del VO₂máx en pacientes con falla cardíaca y fracción de eyección reducida, no existe diferencia significativa con respecto al MICT en el entrenamiento de la capacidad aeróbica.

De la misma manera, Ballesta, et al.⁴⁷ desarrollaron una revisión sistemática y meta-análisis con 19 ensayos clínicos para demostrar los efectos del HIIT en pacientes con falla cardíaca y en enfermedad coronaria (EC). Así este estudio demostró que el entrenamiento interválico de alta intensidad mejora significativamente el pico de VO₂ en pacientes con IC y EC. No obstante, cuando el programa tenía una duración menor a 12 semanas no existieron diferencias significativas para los pacientes con falla cardíaca, pero sí en enfermedad

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardíaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



coronaria. Además, no hubo cambios mejorías cuando la intensidad del HIIT fue del 40% del VO₂max o menos.

De esta manera, estos datos sugieren que un es necesario que se desarrollen más ensayos clínicos con una muestra significativa que demuestren los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con insuficiencia cardiaca antes de establecerse como guía de intervención en pacientes con falla cardiaca. Es necesario que aún se aborde a los pacientes con enfermedad cardiaca a través del método individualizado de prescripción de entrenamiento de ejercicio de acuerdo a las necesidades y preferencias de los pacientes.

CONCLUSIONES

El entrenamiento interválico de alta intensidad durante 12 semanas podría elevar el consumo de oxígeno pico en pacientes con fracción de eyección reducida por falla cardiaca. Sin embargo, tiene mayores efectos si se acompaña de ejercicios de fuerza o resistencia. Se sugiere que se realicen nuevos ensayos clínicos con una muestra más representativa para poder considerar el HIIT como guía estándar en la intervención del paciente con falla cardiaca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. «Enfermedades cardiovasculares (ECV)». Consultado 4 de abril de 2020. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>
2. Agra R, Cordero A, García-Acuña JM, Gómez-Otero I, Varela-Román A, Martínez A et al. Determinantes e impacto pronóstico de la insuficiencia cardiaca y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en el síndrome coronario agudo. *Rev Esp Cardiol* 2018; 71: 820-28. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.10.047>
3. Ponikowski P, Jankowska EA. Patogenia y presentación clínica de la insuficiencia cardiaca aguda. *Rev Esp Cardiol* 2015; 68: 331-37. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2015.01.003>
4. Guía ESC 2016 sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica. *Rev Esp Cardiol* 2016; 69: 1167.e1-1167.e85. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2016.10.014>
5. Sokolska, JM, Sokolski M, Zymlinski R, Biegus J, Siwołowski P, Nawrocka-Millward S et al. Patterns of Dyspnoea Onset in Patients with Acute Heart Failure: Clinical and Prognostic Implications: Patterns of Dyspnoea Onset in Acute Heart Failure. *ESC* 2019; 6: 16-26. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12371>
6. Veli-Pekka H, Mullens W, Banaszewski M, Bauersachs J, Brunner-La HP, Chioncel O et al. Organ Dysfunction, Injury and Failure in Acute Heart Failure: From Pathophysiology to Diagnosis and Management. A Review on Behalf of the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC): Organ Dysfunction and Failure in AHF. *EJHF* 2017; 19: 821-36. <https://doi.org/10.1002/ejhf.872>
7. Sánchez-Martel M, Rubio J, Giménez I. Fisiopatología de la insuficiencia cardiaca aguda: un mundo por conocer. *Rev Clin Esp* 2016; 216: 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2015.09.010>
8. Guha S, Harikrishnan S, Ray S, Sethi R, Ramakrishnan S, Banerjee S et al. CSI Position Statement on Management of Heart Failure in India. *Indian Heart J* 2018; 70: 51-72. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.05.003>
9. 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* 2018; 14: 890-909. <https://doi.org/10.5114/aoms.2018.76279>
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* 2017; 14: 238-50. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.203>
11. AlHabeeb W, Al-Ayoubi F, AlGhalayini K, Ghofaili FA, Hebaishi YA, Al-Jazairi A et al. Saudi Heart Association (SHA) Guidelines for the Management of Heart Failure. *J Saudi Heart Assoc* 2019; 31: 204-53. <https://doi.org/10.1016/j.jsha.2019.06.004>
12. Ames MK, Atkins CE, Pitt B. The Renin-angiotensin-aldosterone System and Its Suppression. *J Vet Intern Med* 2019; 33: 363-82. <https://doi.org/10.1111/jvim.15454>
13. 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 Esp Cardiol* 2016; 216: 313-22. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2016.02.008>
14. Figueroa C, Alcocer L, Ramos B, Hernández T, Gaona B. Factores de riesgo psicosociales asociados a la insuficiencia cardiaca. *Rev Mex Cardiol* 2010; 21: 70-74
15. Chung ML, Park L, Frazier SK, Lennie TA. Long-Term Adherence to Low-Sodium Diet in Patients with Heart Failure. *West J Nurs Res* 2017; 39: 553-67. <https://doi.org/10.1177/0193945916681003>
16. Ramón, J. Tratamiento no farmacológico de la hipertensión arterial. *Rev. méd. Clín. Las Condes* 2018; 29: 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.01.001>
17. Rivas-Estany E. El ejercicio físico en la prevención la rehabilitación cardiovascular. *Rev Esp Cardiol* 2011; 11: 18-22. [https://doi.org/10.1016/S1131-3587\(11\)15004-9](https://doi.org/10.1016/S1131-3587(11)15004-9)
18. Cofre-Bolados C, Zafra-Santos E, Sanchez-Aguilera P, Espinoza-Salinas A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Salud UIS* 2016; 48. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>
19. Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, Coats AJS et al. Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Adults with Heart Failure. Editado por Cochrane Heart Group. *Cochrane Database Syst Rev* 2019; 29. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub5>
20. Tzanis 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* 2017; 23: 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2016.06.007>
21. Ito, S. High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World J Cardiol* 2019; 11: 171-88. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171>
22. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA et al. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *J Clin Epidemiol* 2009; 62: e1-34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
23. Winett RA, Ogletree AM. Evidence-Based, High-Intensity Exercise and Physical Activity for Compressing Morbidity in Older Adults: A

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardiaca: revisión sistemática
Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez



- Narrative Review. *Innov Aging* 2019; 3: igz020. <https://doi.org/10.1093/geroni/igz020>
24. Pugh JK, Faulkner SH, Turner MC, Nimmo MA. Satellite Cell Response to Concurrent Resistance Exercise and High-Intensity Interval Training in Sedentary, Overweight/Obese, Middle-Aged Individuals. *Eur J Appl Physiol* 2018; 118: 225-38. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3721-y>
 25. Anderson L, Dall CH, Nguyen TT, Burgess L, Taylor. RS Exercise-Based Cardiac Rehabilitation in Heart Transplant Recipients. *En Cochrane Database of Systematic Reviews*, editado por The Cochrane Collaboration, CD012264. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2016. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012264>
 26. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther* 2003; 83: 713-21. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>
 27. Wisløff U, Asbjørn S, Bruvold LJP, Øivind R, Magnus HP, Arnt T et al. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients. *Circulation* 2007; 115: 3086-94. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>
 28. 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* 2014; 119: 753-58. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00518.2014> *
 29. Benda NMM., Eijsvogels TMH, Van APJ, Hopman MTE, Thijssen DHJ. Changes in BNP and Cardiac Troponin I after High-Intensity Interval and Endurance Exercise in Heart Failure Patients and Healthy Controls. *Int J Cardiol* 2105; 184: 426-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.02.083> *
 30. Benda NMM, Seeger JPH, Stevens GGCF, Hijmans-Kersten BTP, van Dijk APJ, Bellersen L et al. Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. *PLoS One* 2015; 10: e0141256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141256> *
 31. Wang JS. High-intensity Interval Training Enhanced Platelet Mitochondrial Bioenergetics in Patients with Heart Failure. *FASEB J* 2018; 32: 855.5-855.5. https://doi.org/10.1096/fasebj.2018.32.1_supplement.855.5 *
 32. Chrysohoou C, Angelis A, Tsitsinakis G, Spetsioti S, Nasis I, Tsiachris D et al. Cardiovascular Effects of High-Intensity Interval Aerobic Training Combined with Strength Exercise in Patients with Chronic Heart Failure. A Randomized Phase III Clinical Trial. *Int J Cardiol* 2015; 179: 269-74. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.11.067> *
 33. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C et al. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation* 2017; 135: 839-49. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022924> *
 34. Isaksen K, Munk PS, Valborgland T, Larsen AI. Aerobic Interval Training in Patients with Heart Failure and an Implantable Cardioverter Defibrillator: A Controlled Study Evaluating Feasibility and Effect. *Eur J Prev Cardiol* 2015; 296-303. <https://doi.org/10.1177/2047487313519345> *
 35. Lima JB, da Silveira AD, Lumertz MA, Garcia M, Piardi DS, Cardoso LD et al. Vasodilation and Reduction of Systolic Blood Pressure after One Session of High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Arq Bras Cardiol* 2018; 111: 699-707. <https://doi.org/10.5935/abc.20180202> *
 36. Gayda M, Normandin E, Meyer P, Juneau M, Nigam A. Comparison of Carbohydrate and Lipid Oxidation During Continuous and Intermittent Exercise in Patients With Chronic Heart Failure. *Can J Cardiol* 2013; 29: 990-92. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2012.11.005> *
 37. Safiyari-Hafizi H, Taunton J, Ignaszewski A, Warburton DER. The Health Benefits of a 12-Week Home-Based Interval Training Cardiac Rehabilitation Program in Patients With Heart Failure. *Can J Cardiol* 2016; 32: 561-67. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.01.031> *
 38. Spee RF, Niemeijer VM, Wijn PM, Doevendans PA, Kemps HM. Effects of High-Intensity Interval Training on Central Haemodynamics and Skeletal Muscle Oxygenation during Exercise in Patients with Chronic Heart Failure. *Eur J Prev Cardiol* 2016; 23: 1943-52. <https://doi.org/10.1177/2047487316661615> *
 39. Tzani G, Philippou A, Karatzanos E, Dimopoulos S, Kaldara S, Nana E et al. Effects of High-Intensity Interval Exercise Training on Skeletal Myopathy of Chronic Heart Failure. *J Card Fail* 2017; 23: 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2016.06.007> *
 40. Ulbrich AZ, Angarten VG, Netto AS, Sties SW, Bündchen DC, de Mara LS et al. Comparative Effects of High Intensity Interval Training versus Moderate Intensity Continuous Training on Quality of Life in Patients with Heart Failure: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Clin Trials Regul Sci Cardiol* 2016; 13: 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.ctrcs.2015.11.005> *
 41. Liou K, Ho S, Fildes J, Sze-Yuan Y. High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-Analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Heart Lung Circ* 2016; 25: 166-74. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2015.06.828>
 42. Ribeiro PAB, Boidin M, Juneau M, Nigam A, Gayda M. High-Intensity Interval Training in Patients with Coronary Heart Disease: Prescription Models and Perspectives. *Ann Phys Rehabil Med* 2017; 60: 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.04.004>
 43. Wewege MA, Ahn D, Yu J, Liou K, Keech A. High-Intensity Interval Training for Patients with Cardiovascular Disease—Is It Safe? A Systematic Review. *J Am Heart Assoc* 2018; 7. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009305>
 44. Cornelissen VA, Buys R, Pattyn N. High Intensity Interval Training in Coronary Artery Disease Patients, Is It Worth the Effort? *Eur J Prev Cardiol* 2017; 24: 1692-95. <https://doi.org/10.1177/2047487317734051>
 45. Pinkstaff SO. Much Potential but Many Unanswered Questions for High-Intensity Intermittent Exercise Training for Patients with Heart Failure. *Heart Fail Clin* 2015; 11: 133-48. <https://doi.org/10.1016/j.hfc.2014.08.008>
 46. Gomes M, Rodrigues A, Rocha LS, Bernardone M, Ellingsen Ø, Carvalho VO. High Intensity Interval Training versus Moderate Intensity Continuous Training on Exercise Capacity and Quality of Life in Patients with Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Cardiol* 2018; 261: 134-41. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.02.076>
 47. Ballesta I, Rubio JA, Ramos DJ, González-Moro IM, Carrasco M. High-Intensity Interval Training Dosage for Heart Failure and Coronary Artery Disease Cardiac Rehabilitation. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Rev Esp Cardiol* 2019; 72: 233-43. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2018.02.015>

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes adultos con falla cardiaca: revisión sistemática

Ft. Esp. Mg. Javier Eliécer Pereira-Rodríguez, Ft. Esp. Mg. Devi Geesel Peñaranda-Florez, MD. Ricardo Pereira-Rodríguez, MD. Pedro Pereira-Rodríguez, Juan Camilo Quintero-Gómez, Adrián Díaz-Maldonado, Jesús Emmanuel Camacho-Pelayo & Dora Emelia García-Rodríguez

