



Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis

(S) Efectos del Entrenamiento por Intervalos vs Entrenamiento Continuo sobre Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo en Pacientes con Insuficiencia Cardíaca: una Revisión de Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis

Bizzozero Peroni, Bruno¹ and Díaz Goñi, Valentina²

Resumen

El objetivo de esta revisión fue comparar la influencia del entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) con el entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT) sobre la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Realizamos una revisión de revisiones sistemáticas y meta-análisis en PubMed hasta el 27 de abril de 2019. Se identificaron un total de 74 artículos, de los cuales 5 se seleccionaron finalmente para esta revisión. La calidad general de los estudios incluidos fue moderada-alta (AMSTAR-2). Esta revisión confirma que el HIIT presenta mejoras en comparación al MICT sobre FEVI en pacientes adultos con IC y FEVI reducida. La prescripción de este entrenamiento debe realizarse con precaución y supervisión.

Palabras clave: Entrenamiento por intervalos de alta intensidad; entrenamiento continuo de moderada intensidad; fracción de eyección del ventrículo izquierdo; insuficiencia cardíaca.

Abstract

The aim of this review was to compare the influence of high-intensity interval training (HIIT) with moderate-intensity continuous training (MICT) on left ventricular ejection fraction (FEVI) in patients with heart failure (IC). We conducted a review of systematic reviews and meta-analyzes in PubMed until 27 April 2019. A total of 74 articles were identified, of which 5 were finally selected for this review. The overall quality of the included studies was moderate-high (AMSTAR-2). This review confirms that HIIT presents improvements compared to MICT on FEVI in adult patients with IC and reduced FEVI. The prescription of this training should be done with caution and supervision.

Keywords: High-intensity interval training; moderate-intensity continuous training; left ventricular ejection fraction; heart failure.

Tipe: Review

Section: Physical activity and health

Author's number for correspondence: 1- Sent: 15/04/2019; Accepted: 15/05/2019

¹Departamento de Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, Universidad de la República – Uruguay – Bruno Bizzozero Peroni 1, brunobpru@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0614-5561>

²Ayudante grupo de investigación del Departamento de Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, Universidad de la República – Uruguay – Valentina Díaz Goñi 2, valediazgoni@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1724-1893>



ESHPA

(P) Efeitos do treinamento intervalado vs treinamento contínuo na fração de ejeção do ventrículo esquerdo em pacientes com insuficiência cardíaca: uma revisão de revisões sistemáticas e meta-análises

Resumo

O objetivo desta revisão foi comparar a influência do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) com o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) na fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVI) em pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Foi realizada uma revisão de revisões sistemáticas e meta-análises no PubMed até 27 de abril de 2019. Um total de 74 artigos foram identificados, dos quais 5 foram finalmente selecionados para esta revisão. A qualidade geral dos estudos incluídos foi moderada-alta (AMSTAR-2). Esta revisão confirma que o HIIT apresenta melhorias em comparação com o MICT na FEVI em pacientes adultos com IC e FEVI reduzida. A prescrição deste treinamento deve ser feita com cautela e supervisão.

Palavras-chave: Treinamento intervalado de alta intensidade; treinamento contínuo de intensidade moderada; fração de ejeção do ventrículo esquerdo; insuficiência cardíaca.

Citar así:

Bizzozero Peroni, B., & Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*, 3(2), 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>

Rol / Autor	1	2	3	4	5	6	%
1.	100						
2.	60	40					
3.	100						
4.							
5.	60	40					
6.	50	50					
7.							
8.	50	50					
9.							
10.	70	30					
11.	50	50					
12.	70	30					
13.	80	20					
14.	70	30					
Total	69,09	30,91					

[Roles según proyecto CRediT](#)

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



I. Introduction / Introducción

La insuficiencia cardíaca (IC) presenta una prevalencia mundial mayor a 37 millones de personas, con un pronóstico de aumento de estas cifras en los próximos años (Ziaieian & Fonarow, 2016). La IC es un síndrome clínico caracterizado por síntomas típicos (por ejemplo, disnea, poca tolerancia al ejercicio y fatiga) que pueden estar acompañados por signos (por ejemplo, presión venosa yugular elevada, crepitantes pulmonares y edema periférico) causados por una anomalía cardíaca estructural y/o funcional, que resulta en un gasto cardíaco reducido y/o presiones intra-cardíacas elevadas (Ponikowski et al., 2016). Los pacientes con IC encuentran afectados su bienestar psicosocial, calidad de vida, capacidad aeróbica y función cardíaca (Ponikowski et al., 2016).

La rehabilitación cardíaca (RC) es el tratamiento y prevención secundaria de enfermedades cardíacas (Montalescot et al., 2013; Ponikowski et al., 2016). La RC mejora el pronóstico de la enfermedad (Ponikowski et al., 2016). Es recomendable la inclusión de un programa de ejercicio físico (PEF) dentro de la RC como factor principal para el éxito de esta y la prevención en la recurrencia de eventos cardíacos (Anderson & Taylor, 2014; Clark et al., 2015; Ugo et al., 2010; Vanhees et al., 2012). El PEF en la RC se recomienda en todos los pacientes estables con IC en adición al tratamiento médico (Heart Failure Society of America et al., 2010; Ponikowski et al., 2016), con reducciones en la tasa de mortalidad y re-ingresos hospitalarios (O'Connor et al., 2009). La FEVI, como medida de la capacidad ventricular izquierda de generar fuerza durante la sístole, refiere al porcentaje de sangre que se expulsa con cada latido del corazón (Ponikowski et al., 2016). La remodelación del ventrículo izquierdo, siendo uno de sus componentes principales la FEVI, es un predictor preciso de mortalidad cardíaca, cardiovascular y por toda causa (Pascual-Figal et al., 2017; Perelshtein Brezinov, Klempfner, Zekry, Goldenberg, & Kuperstein, 2017; White et al., 1987). Por lo tanto, resulta fundamental saber que PEF presenta mayores mejoras sobre esta variable.

El entrenamiento aeróbico continuo de moderada intensidad (MICT) ha sido el PEF tradicional en la RC (Haykowsky et al., 2007; Heart Failure Society of America et al., 2010; Ponikowski et al., 2016), con mejoras sobre la FEVI en pacientes con IC (Haykowsky et al., 2007; Höllriegel et al., 2016). El MICT consiste en realizar un tipo de ejercicio físico de forma continua, a una intensidad moderada (50-80% VO_{2pico}), y por un período de tiempo prolongado (30-60 minutos) (Moholdt, Madssen, Rognmo, & Aamot, 2014; Wisløff et al., 2007). El entrenamiento aeróbico por intervalos de alta intensidad (HIIT) se introdujo y adaptó a la RC en Noruega hace unos 15 años (Rognmo, Hetland, Helgerud, Hoff, & Slørdahl, 2004). Desde entonces, los estudios que comparan efectos del HIIT y MICT sobre variables relevantes en patologías cardíacas han crecido rápidamente (Pattyn, Beulque, & Cornelissen, 2018). El HIIT consiste en



períodos cortos (0.5-4 minutos) de ejercicio físico a alta intensidad (85-95% $VO_{2\text{pico}}$) de forma intermitente con períodos de pausa activa (50-70% $VO_{2\text{pico}}$) (Ballesta García, Rubio Arias, Ramos Campo, Martínez González-Moro, & Carrasco Poyatos, 2019). Estudios reportan mayores mejorías del HIIT sobre FEVI de pacientes con IC en comparación al MICT (Wisløff et al., 2007). Sin embargo, los resultados de estudios individuales son contradictorios y los estudios de revisiones sistemáticas no se han comparado (Ellingsen et al., 2017; Pattyn et al., 2018).

I.1. Aims / Objetivos:

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es comparar la eficacia del HIIT y MICT sobre la FEVI en pacientes con IC.

II. Methods / Material y métodos

II.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica de revisiones hasta el 27 de abril de 2019 en la base de datos PubMed. Se incluyeron revisiones sistemáticas y/o meta-análisis que examinaran y compararan efectos del HIIT y MICT sobre la FEVI en personas con IC.

Al realizar la búsqueda en PubMed se utilizaron los términos MeSH (Medical Subject Heading) para definir la patología cardíaca y la intervención mediante ejercicio físico. La combinación fue la siguiente: ‘heart failure’ [MeSH] AND ‘exercise’ [MeSH] OR ‘exercise therapy’ [MeSH] OR ‘cardiac rehabilitation’ [MeSH] OR ‘high-intensity interval training’ [MeSH] (ver tabla S1). Además, se seleccionaron como criterios para la búsqueda: estudios de revisiones sistemáticas y/o meta-análisis, publicados en inglés o español, a texto completo, y en población humana.

II.2. Criterios de inclusión/exclusión

Para ser seleccionados en esta revisión, los artículos debían cumplir los siguientes criterios de inclusión: (1) estudios que analicen y comparen la influencia del HIIT y MICT sobre la FEVI en pacientes con IC; (2) en inglés o español a texto completo, publicados en la base de datos seleccionada; y, (3) en modalidad de revisión sistemática y/o meta-análisis.

Además, los criterios de exclusión fueron los siguientes: (1) investigaciones sobre pacientes cardíacos que no incluyan IC; (2) revisiones que no expresen resultados específicos sobre FEVI; (3) estudios que no



analicen y comparen los efectos del HIIT y MICT sobre FEVI; (4) revisiones que sus resultados sean la combinación de IC con otra patología; y, (5) artículos que expresen resultados en base a estudios en animales.

II.3. Identificación de estudios

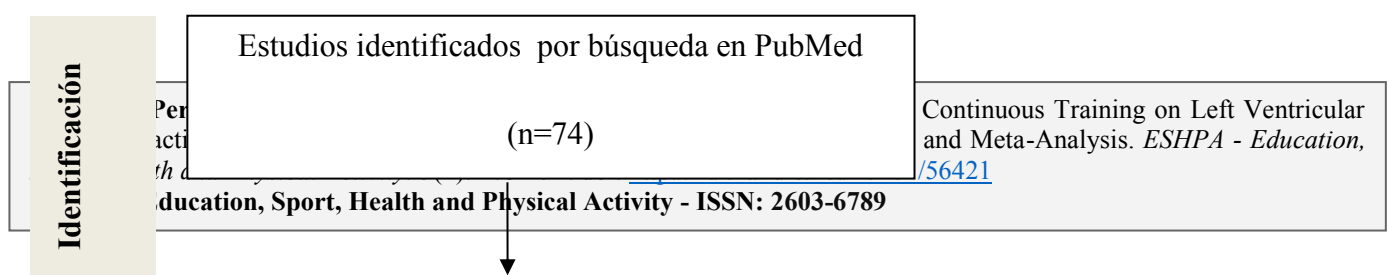
Siguiendo los procedimientos de la estrategia de búsqueda en la base de datos PubMed, se identificaron 74 artículos. La figura 1 muestra gráficamente el flujo del proceso de búsqueda según la declaración ‘Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses’ (PRISMA) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & Group, 2009). En base a los criterios de inclusión/exclusión, dos revisores (BBP y VDG) realizaron el siguiente procedimiento de selección: (1) fase de cribado aplicada a título y resumen; (2) búsqueda de texto completo y evaluación de elegibilidad de los artículos seleccionados después del paso anterior. Se buscaron manualmente las listas de referencias de los artículos incluidos para identificar otros estudios apropiados. Las diferencias en la evaluación de la elegibilidad de los estudios se resolvieron mediante discusión. Finalmente, un total de 5 artículos cumplieron con los criterios de inclusión/exclusión.

II.4. Extracción de datos

Dos revisores (BBP y VDG) recopilaron los datos que incluyeron: año y revista de publicación, nombres de los autores, título y tipo de estudio (revisión sistemática y/o meta-análisis), objetivos, criterios de inclusión, fecha de búsqueda de estudios, número de estudios incluidos, edad de los participantes, descripción de los protocolos de entrenamientos HIIT y MICT (frecuencia/duración, intensidad, tipo y tiempo), resultados y conclusiones sobre FEVI (ver tabla 2).

II.5. Evaluación de la calidad de los estudios

La calidad metodológica se evaluó utilizando la herramienta ‘Assessment of Multiple Systematic Reviews 2’ (AMSTAR-2), instrumento validado para la evaluación crítica de revisiones sistemáticas que incluyan ensayos aleatorizados y no aleatorizados (B. J. Shea et al., 2017). AMSTAR-2 es un cuestionario que contiene 16 dominios con opciones de respuesta: “sí” (resultado es positivo), “sí parcial” (adherencia parcial al estándar), o “no” (no se cumplió el estándar) (B. J. Shea et al., 2017). 7 dominios



son considerados críticos dado que pueden afectar sustancialmente la validez de una revisión y sus conclusiones, y 9 dominios son considerados no críticos (ver tabla 1). De las debilidades en estos dominios surgen cuatro niveles de confianza: alta (ninguna debilidad crítica y hasta una no crítica), moderada (ninguna debilidad crítica y más de una debilidad crítica), baja (hasta una debilidad no crítica, con o sin debilidades no críticas) y críticamente baja (más de una debilidad crítica, con o sin debilidades no críticas) (B. J. Shea et al., 2017). Los autores realizaron la valoración de confianza de los estudios utilizando la lista de verificación en línea AMSTAR-2 (B. Shea et al., 2017). Cada una de las revisiones incluidas fue evaluada por dos revisores (BBP y VDG), siendo las evaluaciones discutidas y acordadas por ambos. La tabla 1 resume la evaluación de calidad de los estudios de revisiones sistemáticas y meta-análisis incluidos.

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



Tabla 1. Evaluación de la calidad metodológica (AMSTAR-2) de revisiones sistemáticas y meta-análisis incluidos.

E	Dominios / Ítems																C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Pattyn (2018)	Si	S/P	Si	S/P	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A
Tucker (2019)	Si	S/P	Si	S/P	Si	Si	S/P	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A
Xie (2017)	Si	S/P	Si	S/P	Si	Si	S/P	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	A
Cornelis (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	No	S/P	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	M
Haykowski (2013)	Si	S/P	Si	S/P	Si	Si	S/P	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	M

A: Alta; C: Confianza; E: Estudios; M: Moderada. AMSTAR-2 contiene 7 dominios críticos (ítems 2, 4, 7, 9, 11, 13, 15) y 9 dominios no críticos que pueden ser calificados como "sí", "sí parcial" (S/P), "no", o "no aplica" (N/A): 1. ¿Las preguntas de investigación y los criterios de inclusión incluyen los componentes PICO? 2. ¿El reporte contiene una declaración explícita de que los métodos fueron establecidos con anterioridad a su realización y justifica cualquier desviación significativa del protocolo? 3. ¿Los autores explicaron su decisión sobre los diseños de estudio a incluir en la revisión? 4. ¿Los autores usaron una estrategia de búsqueda bibliográfica exhaustiva? 5. ¿Los autores usaron una estrategia de búsqueda bibliográfica exhaustiva? 6. ¿Los autores realizaron la extracción de datos por duplicado? 7. ¿Los autores proporcionaron una lista de estudios excluidos y justificaron las exclusiones? 8. ¿Los autores describieron los estudios incluidos con suficiente detalle? 9. ¿Los autores usaron una técnica satisfactoria para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios individuales incluidos en la revisión? 10. ¿Los autores reportaron las fuentes de financiación de los estudios incluidos en la revisión? 11. Si se realizó meta-análisis, ¿los autores usaron métodos apropiados para la combinación estadística de resultados? 12. Si se realizó meta-análisis, ¿los autores evaluaron el impacto potencial del riesgo de sesgo en estudios individuales sobre los resultados del meta-análisis u otra síntesis de evidencia? 13. ¿Los autores consideraron el riesgo de sesgo de los estudios individuales al interpretar / discutir los resultados de la revisión? 14. ¿Los autores proporcionaron una explicación satisfactoria y discutieron cualquier heterogeneidad observada en los resultados de la revisión? 15. Si se realizó síntesis cuantitativa, ¿los autores llevaron a cabo una adecuada investigación del sesgo de publicación y discutieron su probable impacto en los resultados de la revisión? 16. ¿Los autores informaron de cualquier fuente potencial de conflicto de intereses, incluyendo cualquier financiamiento recibido para llevar a cabo la revisión?



III. Results / Resultados

III.1. Características de los estudios incluidos

Se descartaron 60 estudios al aplicar criterios de inclusión/exclusión al título y resumen. Del total de 14 estudios de texto completo evaluados para elegibilidad, se excluyeron 9 al aplicar criterios de inclusión/exclusión (Chen & Li, 2013; Davies et al., 2010; Ismail, McFarlane, Nojournian, Dieberg, & Smart, 2013; Pandey et al., 2015; Reiter & Arora, 2014; Tai, Meininger, & Frazier, 2008; Taylor et al., 2012; Taylor, Piepoli, et al., 2014; Taylor, Sagar, et al., 2014). En total se incluyeron 5 estudios identificados en la búsqueda de la base de datos (Cornelis, Beckers, Taeymans, Vrints, & Vissers, 2016; Haykowsky et al., 2013; Pattyn et al., 2018; Tucker et al., 2019; Xie, Yan, Cai, & Li, 2017). Un resumen de los estudios incluidos se presenta en la tabla 2. Todos los estudios contienen revisiones sistemáticas y meta-análisis, que incluyeron 34 ensayos controlados y clínicos aleatorios (n=1249 pacientes). Descartando los estudios repetidos de las revisiones sistemáticas, se analizaron 17 ensayos controlados y clínicos aleatorios controlados (n=762 pacientes). Todos los estudios analizaron los efectos del HIIT y MICT sobre FEVI en pacientes adultos (45-76 años) con IC y FEVI reducida (<40%). Los métodos utilizados para medir la FEVI fueron la eco-cardiografía bidimensional combinada con Doppler utilizando el método Simpson y eco-cardiografía con ultrasonido, detallándose en 1 estudio (Cornelis et al., 2016). La tabla 1 indica los niveles de confianza AMSTAR-2. La calidad general de los estudios incluidos fue moderada-alta. Del total de 5 estudios incluidos, tres estudios presentaron nivel de confianza alto (Cornelis et al., 2016; Pattyn et al., 2018; Tucker et al., 2019) y 2 presentaron nivel de confianza moderado (Haykowsky et al., 2013; Xie et al., 2017).

Tabla 2. Características y resultados de los estudios incluidos.

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS (Pattyn et al., 2018): Pattyn N, Beulque R, Cornelissen V. Aerobic Interval vs. Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease or Heart Failure: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis with a Focus on Secondary Outcomes. *Sports Medicine*. 2018.

OBJETIVOS: evaluar efectos del HIIT y MICT sobre el $VO_{2\text{pico}}$ y variables relevantes para pacientes (rango edad: 50-70 años) con EAC y/o IC.

MÉTODO: búsqueda de estudios hasta marzo de 2017. **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** (1) RCTs o ensayos clínicos aleatorios que comparen HIIT con MICT; (2) con una duración de al menos 4 semanas; (3) en pacientes con EAC y/o IC; (4) informar la media (o cambio medio) y desviaciones estándar (o errores estándar) antes y después de la intervención del $VO_{2\text{pico}}$ y variables secundarias: parámetros cardio-respiratorios, factores de riesgo cardiovascular, función cardíaca, función endotelial o calidad de vida; y (5) publicados en revistas revisadas por pares hasta marzo de 2017.

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



Nº ESTUDIOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
13 ¹	El HIIT reportó mejoras significativas sobre FEVI en comparación al MICT (WMD 2.76%; I ² =0%, p=0.002).	Evidencia fuerte que el HIIT presentó mejoras en comparación al MICT sobre FEVI en pacientes adultos con IC y FEVI reducida.	
HIIT			
FRECUENCIA/DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones por semana / 4-24 semanas	Intervalos: 85-95% FC _{pico} , 75-80% FC _{res} , 70-100% PMP, 70% VO _{2pico} , 90-100 WR _m Recuperación: 50-70% FC _{pico} , 45-50% FC _{res} , 20-30% PMP, 30% WR _m , pausa sin EF	Caminar/correr (6 estudios), ciclismo (8)	Intervalos: 4-40 repeticiones x 0.5-4 minutos Recuperación: 4-40 períodos x 0.5-3 minutos
MICT			
FRECUENCIA/DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones por semana / 4-24 semanas	60-75% FC _{pico} , 45-60% FC _{res} , 70% VO _{2pico} , 50-75% WR _m	Caminar/correr (7 estudios), ciclismo (8)	30-65 minutos

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS (Tucker et al., 2019): Tucker WJ, Beaudry RI, Liang Y, Clark AM, Tomczak CR, Nelson MD, Ellingsen O, Haykowsky MJ. Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2019; 62 (2): 163-171.

OBJETIVOS: comparar los efectos del HIIT, MICT y entrenamiento de fuerza sobre la FEVI en pacientes (edad media= 63 años) con IC estables y FEVI reducida.

MÉTODO: búsqueda de estudios desde 2007 hasta 2017. **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** (1) RCTs que examinen efectos del HIIT, MICT o entrenamiento de fuerza en pacientes adultos con IC estable y FEVI reducida.

Nº ESTUDIOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
4 ²	El HIIT reportó mejoras sobre FEVI (WMD 3.17%, I ² =66.7%) en comparación al MICT, aunque no existieron diferencias significativas.	Evidencia moderada que el HIIT presentó mejoras en comparación al MICT sobre FEVI para pacientes adultos con IC y FEVI reducida.	



HIIT			
FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-3 sesiones semanales / 8-12 semanas	Intervalo: 88-94% FC _{máx} , 88% FC _{pico} , 80% VO _{2pico} Recuperación: no se especifica	No se especifica (4 estudios)	Intervalo: 3-5 repeticiones x 3- 5 minutos Recuperación: 3-5 períodos x 3-5 minutos
MICT			
FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS (Xie et al., 2017): Xie B, Yan X, Cai X, Li J. Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity in Cardiac Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis. *BioMed Research International*. 2017; 2017: 1-16.

OBJETIVOS: comparar la efectividad del HIIT vs MICT sobre capacidad aeróbica y otras variables relevantes en pacientes (rango edad= 55-74 años) cardíacos.

MÉTODO: búsqueda de estudios hasta diciembre de 2016. **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** (1) ensayos clínicos a texto completo publicados en inglés; (2) que comparen HIIT con MICT con una duración mínima de 4 semanas; y (3) reporten resultados en al menos una variable cardio-respiratoria en pacientes cardíacos.

Nº ESTUDIOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
8 ¹	El HIIT reportó mejoras sobre FEVI en comparación al MICT (MD 2.18%, I ² =73%, p=0.12), aunque sin diferencias significativas.	Evidencia limitada que el HIIT presentó mejoras en comparación al MICT sobre FEVI para pacientes adultos con IC y FEVI reducida.

HIIT			
FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-5 sesiones semanales / 3-16 semanas	Intervalos: 85-95% FC _{pico} , 75- 80% FC _{res} , 80% VO _{2pico} , 90% WR _m Recuperación: 50-70% FC _{pico} , 45-50% FC _{res} , 40% VO _{2pico} , 30% WR _m , pausa sin EF	Caminar/correr (6 estudios), ciclismo (2)	Intervalos: 4-10 repeticiones x 1-4 minutos. Recuperación: 3-10 períodos x 1-3 minutos
MICT			

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-5 sesiones semanales / 3-16 semanas	70-75% FC _{pico} , 45-60% FC _{res} , 50-75% WR _m , 40-60% VO _{2pico}	Caminar/correr (6 estudios), ciclismo (2)	30-60 minutos

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS (Cornelis et al., 2016): Cornelis J, Beckers P, Taeymans J, Vrints C, Vissers D. Comparing exercise training modalities in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. 2016; 221: 867-876.

OBJETIVOS: comparar los efectos del HIIT y MICT sobre capacidad aeróbica y otras variables relevantes en pacientes (edad media= 45-76) con IC y FEVI reducida.

MÉTODO: búsqueda de estudios hasta octubre 2015. **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** (1) RCTs que comparen efectos de 2 tipos de entrenamiento diferente sobre VO_{2pico}; (2) en pacientes adultos con IC; y (3) publicados en alemán, español, inglés, español o neerlandés.

Nº ESTUDIOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
6 ²	El HIIT reportó mejoras significativas sobre FEVI en comparación al MICT (WMD 3.39 %, I ² =0%, p=0.001).	Evidencia fuerte que el HIIT presentó mejoras en comparación al MICT sobre FEVI en pacientes adultos con IC y FEVI reducida.

HIIT

FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones semanales / 3-16 semanas	Intervalo: 90-94% FC _{máx} , 90-95% FC _{pico} , 75-80% FC _{res} , 70-80% VO _{2pico} , 50% WR _m Recuperación: 50-70% FC _{pico} , 45-50% FC _{res} , 15% WR _m , pausa sin EF	No se especifica	Intervalo: 4-30 repeticiones x 0.5-4 minutos Recuperación: 4-30 períodos x 1-3 minutos

MICT

FRECUENCIA/ DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones semanales / 3-16 semanas	72-76% FC _{máx} , 70-75% FC _{pico} , 45-60% FC _{res} , 60-70% VO _{2pico}	No se especifica	15-47 minutos

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS (Haykowsky et al., 2013): Haykowsky MJ, Timmons MP, Kruger C, McNeely M, Taylor DA, Clark AM. Meta-Analysis of Aerobic Interval Training on Exercise Capacity and Systolic Function in Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fractions. *Am J Cardiol.* 2013; 111: 1466-1469.

OBJETIVOS: examinar los efectos del HIIT versus MICT sobre el VO_{2pico} y FEVI en pacientes (rango edad= 53-70 años) con IC y FEVI reducida.

MÉTODO: búsqueda de estudios hasta 2012. **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** (1) RCTs que estudien los efectos del HIIT en comparación al MICT en pacientes humanos con IC.

Nº ESTUDIOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
5 ²	El HIIT reportó mejoras sobre FEVI en comparación al MICT (WMD 3.29%; $I^2=47.1%$, $p=0.11$), aunque sin diferencias significativas	Evidencia limitada que el HIIT presentó mejoras en comparación al MICT sobre FEVI en pacientes adultos con IC y FEVI reducida.	
HIIT			
FRECUENCIA/DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones semanales / 3-16 semanas	Intervalos: 90-95% FC_{pico} , 75-80% FC_{res} , 75% PMP, 70-80% VO_{2pico} Recuperación: 50-70% FC_{pico} , 45-50% FC_{res} , 40% VO_{2pico} , pausa sin EF	Caminar/correr (2), ciclismo (5 estudios)	Intervalos: 3-14 repeticiones x 0.5-4 minutos Recuperación: 3-7 períodos x 0.5-5 minutos
MICT			
FRECUENCIA/DURACIÓN	INTENSIDAD	TIPO	TIEMPO
2-6 sesiones semanales / 3-16 semanas	70-75% FC_{pico} , 45-60% FC_{res} , 50-60% PMP; 60-70% VO_{2pico}	Caminar/correr (2), ciclismo (5 estudios)	15-60 minutos

1. Se detallan aquellas intervenciones para pacientes con IC. 2. Se detallan aquellas intervenciones con HIIT y MICT que reportan resultados sobre FEVI. EAC: enfermedad de las arterias coronarias; EF: ejercicio físico; IC: insuficiencia cardíaca; $FC_{máx}$: frecuencia cardíaca máxima; FC_{res} : frecuencia cardíaca de reserva; FC_{pico} : frecuencia cardíaca pico; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; HIIT: entrenamiento por intervalos de alta intensidad; MD: diferencia media; MICT: entrenamiento aeróbico continuo de moderada intensidad; PMP: potencia máxima pico; RCT: ensayo controlado aleatorio; VO_{2pico} : consumo de oxígeno pico; WMD: diferencia media ponderada; WR_m : carga máxima de trabajo.

Bizzozero Peroni, B. and Díaz Goñi, V. (2019). Effects of Interval Training vs Continuous Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Heart Failure: a Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity.* 3(2): 273-294. doi: <http://hdl.handle.net/10481/56421>
ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



III.2. Características de las intervenciones

Para el HIIT y MICT, la duración osciló entre 3-24 semanas, la frecuencia osciló entre 2-6 sesiones semanales, y los tipos de ejercicio físico más utilizados fueron caminar/correr y ciclismo. Para el HIIT, el rango de intensidades más utilizadas en los intervalos osciló entre 88-94% FC_{máx}, 85-95% FC_{pico}, 75-80% FC_{res}, 70-100% PMP, 70-80% VO_{2pico} y 50-100% WR_m. El rango de intensidades de los períodos de descanso entre intervalos del HIIT se detalló en 4 estudios (Cornelis et al., 2016; Haykowsky et al., 2013; Pattyn et al., 2018; Xie et al., 2017). La recuperación entre intervalos se realizó activamente a una intensidad moderada (50-70% FC_{pico}, 45-50% FC_{res}, 20-30% PMP, 40% VO_{2pico}, 15-30% WR_m) o pasivamente sin ejercicio físico. Para el MICT, el rango de intensidades más utilizadas osciló entre 72-82% FC_{máx}, 50-75% FC_{pico}, 45-60% FC_{res}, 50-60% PMP, 60-70% VO_{2pico} y 50-75% WR_m. El tiempo de las sesiones del HIIT osciló entre 3-40 intervalos de 0.5-5 minutos con 3-40 períodos de recuperación de 0.5-5 minutos. El tiempo de las sesiones del MICT osciló entre 30-65 minutos. Dos estudios no especificaron el tipo de ejercicio físico de las intervenciones para ambos entrenamientos (Cornelis et al., 2016; Tucker et al., 2019). Todas estas características vienen incluidas en la tabla 2.

III.3. Efectos del HIIT vs MICT sobre FEVI

En 1 estudio de alta calidad (Pattyn et al., 2018) y 1 estudio de moderada calidad (Cornelis et al., 2016) el HIIT se asoció a mejoras significativas en comparación al MICT sobre FEVI (+2.76-3.39%). En 2 estudios de alta calidad (Tucker et al., 2019; Xie et al., 2017) y 1 estudio de moderada calidad (Haykowsky et al., 2013) el HIIT se asoció a mejoras no significativas en comparación al MICT sobre FEVI (+2.18-3.29%). La poca cantidad de intervenciones y la alta heterogeneidad de calidad metodológica, participantes, prescripción del PEF y resultados, no permitieron llegar a conclusiones consistentes en estos estudios (Haykowsky et al., 2013; Tucker et al., 2019; Xie et al., 2017).

IV. Discussion / Discusión

El presente estudio comparó la eficacia del HIIT y MICT sobre la FEVI en pacientes con IC. El principal hallazgo fue que el HIIT reportó mayores mejorías en comparación al MICT sobre FEVI en pacientes adultos con IC y FEVI reducida (Cornelis et al., 2016; Haykowsky et al., 2013; Pattyn et al., 2018; Tucker et al., 2019; Xie et al., 2017). El rango medio de mejoras osciló entre 2.18-3.39% de la FEVI. Junto al tratamiento médico adecuado, la magnitud de estas mejoras resulta importante para la recuperación de la FEVI a un porcentaje normal (>50%) y para el pronóstico de la IC (Desta, Jernberg, Spaak, Hofman-Bang, & Persson, 2016; Pascual-Figal et al., 2017; Perelshtein Brezinov et al., 2017; Wisløff et al., 2007). Aunque



los mecanismos por los cuales el PEF conduce a la remodelación del ventrículo izquierdo aún están bajo investigación, la explicación más común es una disminución inducida por el ejercicio en la post-carga del ventrículo (Höllriegel et al., 2016). Las mejoras dependen de diversas variables como los estadios de la enfermedad, características de los pacientes o características del PEF, entre otras (Höllriegel et al., 2016). En cuanto al HIIT, se observaron niveles bajos del valor plasmático de la fracción amino-terminal del BNP (NT-proBNP) en comparación al MICT, lo cual redujo los volúmenes ventriculares finales y mejoró la función sistólica (Wisløff et al., 2007). Los valores plasmáticos de NT-proBNP permiten reconocer pacientes con elementos de inestabilidad clínica y mayor riesgo de sufrir eventos cardíacos adversos (Verdú et al., 2012).

Sin embargo, en las intervenciones de los estudios incluidos se establecen diferentes protocolos del HIIT. Continua siendo difícil establecer un consenso del HIIT, lo que también dificulta su comparación con otros PEF (Cornish, Broadbent, & Cheema, 2011; Ribeiro, Boidin, Juneau, Nigam, & Gayda, 2017). Un estudio de alta calidad encontró que los efectos del HIIT son diferentes al analizar según distintas intensidades del intervalo, sin embargo se evaluaron los efectos sobre el consumo de oxígeno pico y no sobre FEVI (Pattyn et al., 2018). Son necesarios más estudios con una correcta metodología que analicen y comparen diferentes protocolos del HIIT para establecer la prescripción más eficiente en la RC de pacientes con IC. La prescripción del HIIT puede tener muchas variantes que modifiquen los resultados sobre la FEVI en estos pacientes: intensidad del intervalo, intensidad del período de recuperación, duración de los intervalos o tipo de ejercicio físico, entre otros (Ballesta García et al., 2019). Además, es imprescindible la supervisión, prescripción y progresión del HIIT de forma individual según las características clínicas y personales de cada persona (Conraads et al., 2013; Ribeiro et al., 2017), ya que no todos los pacientes con IC y FEVI reducida toleran entrenar a intensidades altas (Arena, Myers, Forman, Lavie, & Guazzi, 2013). Se ha asociado el entrenamiento de altas intensidades con eventos cardíacos adversos y muertes súbitas en pacientes con enfermedades cardíacas (Thompson et al., 2007). Antes de comenzar el HIIT, todos los pacientes con IC deben realizar una prueba de ejercicio cardiopulmonar para una evaluación cuidadosa y monitoreada del riesgo del paciente, con su posterior planificación del PEF en un entorno individualizado y supervisado (Ribeiro et al., 2017; Thompson et al., 2007). Si bien el HIIT demostró una tasa relativamente baja de eventos cardiovasculares adversos en pacientes con IC (Wewege, Ahn, Yu, Liou, & Keech, 2018), la posibilidad de introducir el HIIT como alternativa al MICT en esta población debe ser realizada con cautela una vez que los pacientes muestren respuestas estables y asintomáticas al entrenamiento de alta intensidad (Quindry, Franklin, Chapman, Humphrey, & Mathis, 2019).



IV.1. Limitaciones

Encontramos como limitantes la búsqueda de estudios publicados en dos idiomas en una sola base de datos y el número reducido de estudios que cumplieron los criterios de inclusión. En cuanto a la información que presentan las revisiones sistemáticas y meta-análisis incluidos, se encuentra una gran variedad en los parámetros de los protocolos de los entrenamientos y heterogeneidad en la calidad de las intervenciones de las revisiones y meta-análisis, por lo que las conclusiones que se puedan sacar a partir de este tipo de investigaciones en estos apartados deben ser tenidas con cautela.

V. Conclusions / Conclusiones

El HIIT resultó más beneficioso en comparación al MICT sobre la FEVI de pacientes adultos con IC y FEVI reducida. Son necesarios más estudios con una correcta metodología que analicen los efectos de diferentes protocolos del HIIT, evaluando la seguridad, progresión y sostenibilidad de este PEF en la RC para personas con IC.

VI. Acknowledgements / Agradecimientos

VII. Conflict of interests / Conflicto de intereses

Los autores declaran no estar en posesión de conflictos de interés.

VIII. References / Referencias

- Anderson, L., & Taylor, R. S. (2014). Cardiac rehabilitation for people with heart disease: an overview of Cochrane systematic reviews. In R. S. Taylor (Ed.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011273.pub2>
- Arena, R., Myers, J., Forman, D. E., Lavie, C. J., & Guazzi, M. (2013). Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure? *Heart Failure Reviews*, 18(1), 95–105. <https://doi.org/10.1007/s10741-012-9333-z>
- Ballesta García, I., Rubio Arias, J. Á., Ramos Campo, D. J., Martínez González-Moro, I., & Carrasco



- Poyatos, M. (2019). High-intensity Interval Training Dosage for Heart Failure and Coronary Artery Disease Cardiac Rehabilitation. A Systematic Review and Meta-analysis. *Revista Espanola de Cardiologia (English Ed.)*, 72(3), 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2018.02.015>
- Chen, Y. M., & Li, Y. (2013). Safety and efficacy of exercise training in elderly heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Clinical Practice*, 67(11), 1192–1198. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12210>
- Clark, R. A., Conway, A., Poulsen, V., Keech, W., Tirimacco, R., & Tideman, P. (2015). Alternative models of cardiac rehabilitation: a systematic review. *European Journal of Preventive Cardiology*, 22(1), 35–74. <https://doi.org/10.1177/2047487313501093>
- Conraads, V. M., Van Craenenbroeck, E. M., De Maeyer, C., Van Berendoncks, A. M., Beckers, P. J., & Vrints, C. J. (2013). Unraveling new mechanisms of exercise intolerance in chronic heart failure: role of exercise training. *Heart Failure Reviews*, 18(1), 65–77. <https://doi.org/10.1007/s10741-012-9324-0>
- Cornelis, J., Beckers, P., Taeymans, J., Vrints, C., & Vissers, D. (2016). Comparing exercise training modalities in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 221, 867–876. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.105>
- Cornish, A. K., Broadbent, S., & Cheema, B. S. (2011). Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *European Journal of Applied Physiology*, 111(4), 579–589. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1682-5>
- Davies, E. J., Moxham, T., Rees, K., Singh, S., Coats, A. J., Ebrahim, S., ... Taylor, R. S. (2010). Exercise based rehabilitation for heart failure. In R. S. Taylor (Ed.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub3>
- Desta, L., Jernberg, T., Spaak, J., Hofman-Bang, C., & Persson, H. (2016). Heart failure with normal ejection fraction is uncommon in acute myocardial infarction settings but associated with poor outcomes: a study of 91 360 patients admitted with index myocardial infarction between 1998 and 2010. *European Journal of Heart Failure*, 18(1), 46–53. <https://doi.org/10.1002/ejhf.416>
- Ellingsen, Ø., Halle, M., Conraads, V., Støylen, A., Dalen, H., Delagardelle, C., ... SMARTEX Heart Failure Study (Study of Myocardial Recovery After Exercise Training in Heart Failure) Group. (2017). High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*, 135(9), 839–849. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022924>
- Haykowsky, M. J., Liang, Y., Pechter, D., Jones, L. W., McAlister, F. A., & Clark, A. M. (2007). A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure



- patients: the benefit depends on the type of training performed. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(24), 2329–2336. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.02.055>
- Haykowsky, M. J., Timmons, M. P., Kruger, C., McNeely, M., Taylor, D. A., & Clark, A. M. (2013). Meta-Analysis of Aerobic Interval Training on Exercise Capacity and Systolic Function in Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fractions. *The American Journal of Cardiology*, 111(10), 1466–1469. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.01.303>
- Heart Failure Society of America, Lindenfeld, J., Albert, N. M., Boehmer, J. P., Collins, S. P., Ezekowitz, J. A., ... Walsh, M. N. (2010). HFSA 2010 Comprehensive Heart Failure Practice Guideline. *Journal of Cardiac Failure*, 16(6), e1-194. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2010.04.004>
- Höllriegel, R., Winzer, E. B., Linke, A., Adams, V., Mangner, N., Sandri, M., ... Erbs, S. (2016). Long-Term Exercise Training in Patients With Advanced Chronic Heart Failure: SUSTAINED BENEFITS ON LEFT VENTRICULAR PERFORMANCE AND EXERCISE CAPACITY. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 36(2), 117–124. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000165>
- Ismail, H., McFarlane, J. R., Nojournian, A. H., Dieberg, G., & Smart, N. A. (2013). Clinical Outcomes and Cardiovascular Responses to Different Exercise Training Intensities in Patients With Heart Failure. *JACC: Heart Failure*, 1(6), 514–522. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2013.08.006>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moholdt, T., Madsen, E., Rognum, Ø., & Aamot, I. L. (2014). The higher the better? Interval training intensity in coronary heart disease. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(5), 506–510. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.07.007>
- Montalescot, G., Sechtem, U., Achenbach, S., Andreotti, F., Arden, C., Budaj, A., ... Yildirir, A. (2013). 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *European Heart Journal*, 34(38), 2949–3003. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehd296>
- O'Connor, C. M., Whellan, D. J., Lee, K. L., Keteyian, S. J., Cooper, L. S., Ellis, S. J., ... HF-ACTION Investigators, for the. (2009). Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*, 301(14), 1439–1450. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.454>
- Pandey, A., Parashar, A., Kumbhani, D. J., Agarwal, S., Garg, J., Kitzman, D., ... Berry, J. D. (2015). Exercise Training in Patients With Heart Failure and Preserved Ejection Fraction. *Circulation: Heart Failure*, 8(1), 33–40. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001615>



- Pascual-Figal, D. A., Ferrero-Gregori, A., Gomez-Otero, I., Vazquez, R., Delgado-Jimenez, J., Alvarez-Garcia, J., ... Cinca, J. (2017). Mid-range left ventricular ejection fraction: Clinical profile and cause of death in ambulatory patients with chronic heart failure. *International Journal of Cardiology*, 240, 265–270. <https://doi.org/10.1016/J.IJCARD.2017.03.032>
- Pattyn, N., Beulque, R., & Cornelissen, V. (2018). Aerobic Interval vs. Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease or Heart Failure: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis with a Focus on Secondary Outcomes. *Sports Medicine*, 48(5), 1189–1205. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0885-5>
- Perelshtein Brezinov, O., Klempfner, R., Zekry, S. Ben, Goldenberg, I., & Kuperstein, R. (2017). Prognostic value of ejection fraction in patients admitted with acute coronary syndrome: A real world study. *Medicine*, 96(9), e6226. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000006226>
- Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G. F., Coats, A. J. S., ... Van Der Meer, P. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, 37(27), 2129-2200m. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
- Quindry, J. C., Franklin, B. A., Chapman, M., Humphrey, R., & Mathis, S. (2019). Benefits and Risks of High-Intensity Interval Training in Patients With Coronary Artery Disease. *The American Journal of Cardiology*, 123(8), 1370–1377. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.01.008>
- Reiter, B. D., & Arora, R. R. (2014). The Role of Exercise in Heart Failure. *American Journal of Therapeutics*, 21(5), 403–411. <https://doi.org/10.1097/MJT.0b013e3182456d74>
- Ribeiro, P. A. B., Boidin, M., Juneau, M., Nigam, A., & Gayda, M. (2017). High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(1), 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.04.004>
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation : Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 11(3), 216–222. <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000131677.96762.0c>
- Shea, B. J., Reeves, B. C., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., ... Henry, D. A. (2017). AMSTAR 2 : a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions , or both. *BMJ*, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
- Shea, B., Reeves, B., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., ... Henry, D. (2017). AMSTAR



Checklist.

- Tai, M.-K., Meininger, J. C., & Frazier, L. Q. (2008). A Systematic Review of Exercise Interventions in Patients With Heart Failure. *Biological Research For Nursing*, *10*(2), 156–182.
<https://doi.org/10.1177/1099800408323217>
- Taylor, R. S., Davies, E. J., Dalal, H. M., Davis, R., Doherty, P., Cooper, C., ... Smart, N. A. (2012). Effects of exercise training for heart failure with preserved ejection fraction: A systematic review and meta-analysis of comparative studies. *International Journal of Cardiology*, *162*(1), 6–13.
<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.05.070>
- Taylor, R. S., Piepoli, M. F., Smart, N., Coats, A. J. S., Ellis, S., Dalal, H., ... Ciani, O. (2014). Exercise training for chronic heart failure (ExTraMATCH II): Protocol for an individual participant data meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, *174*(3), 683–687.
<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.04.203>
- Taylor, R. S., Sagar, V. A., Davies, E. J., Briscoe, S., Coats, A. J., Dalal, H., ... Mordi, I. R. (2014). Exercise-based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub4>
- Thompson, P. D., Franklin, B. A., Balady, G. J., Blair, S. N., Corrado, D., Estes, N. A. M., ... American College of Sports Medicine. (2007). Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, *115*(17), 2358–2368. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181485>
- Tucker, W. J., Beaudry, R. I., Liang, Y., Clark, A. M., Tomczak, C. R., Nelson, M. D., ... Haykowsky, M. J. (2019). Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. *Progress in Cardiovascular Diseases*, *62*(2), 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.08.006>
- Ugo, Piepoli, M. F., Carré, F., Heuschmann, P., Hoffmann, U., Verschuren, M., ... Schmid, J.-P. (2010). Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Heart Journal*, *31*(16), 1967–1974. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq236>
- Vanhees, L., Geladas, N., Hansen, D., Kouidi, E., Niebauer, J., Reiner, Ž., ... Vanuzzo, D. (2012). Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR (Part II). *European Journal of Preventive Cardiology*, *19*(5), 1005–1033.



<https://doi.org/10.1177/1741826711430926>

- Verdú, J. M., Comín-Colet, J., Domingo, M., Lupón, J., Gómez, M., Molina, L., ... Bruguera-Cortada, J. (2012). Punto de corte óptimo de NT-proBNP para el diagnóstico de insuficiencia cardiaca mediante un test de determinación rápida en atención primaria. *Revista Española de Cardiología*, 65(7), 613–619. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2012.01.019>
- Wewege, M. A., Ahn, D., Yu, J., Liou, K., & Keech, A. (2018). High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease—Is It Safe? A Systematic Review. *Journal of the American Heart Association*, 7(21). <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009305>
- White, H. D., Norris, R. M., Brown, M. A., Brandt, P. W., Whitlock, R. M., & Wild, C. J. (1987). Left ventricular end-systolic volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation*, 76(1), 44–51.
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., ... Skjærpe, T. (2007). Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients. *Circulation*, 115(24), 3086–3094. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>
- Xie, B., Yan, X., Cai, X., & Li, J. (2017). Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity in Cardiac Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis. *BioMed Research International*, 2017, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2017/5420840>
- Ziaieian, B., & Fonarow, G. C. (2016). Epidemiology and aetiology of heart failure. *Nature Reviews. Cardiology*, 13(6), 368–378. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.25>



IX. Supplementary Information / Información Suplementaria

Tabla S1. Estrategia de búsqueda establecida para la base de datos PubMed.

criterio 1	Términos MeSH asociados	criterio 2	Términos MeSH asociados		
1.1	Cardiac Failure	2.1	Exercises	Exercise, Isometric	Aerobic Exercises
Heart Failure (MeSH)	Heart Decompensation, Heart	Exercise (MeSH)	Physical Activity Activities, Physical Activity, Physical Physical Activities Exercise, Physical Exercises, Physical Physical Exercise Physical Exercises	Exercises, Isometric Isometric Exercises Isometric Exercise Exercise, Aerobic Aerobic Exercise Exercise, Acute Exercises, Acute	Exercises, Aerobic Exercise Training Exercise Trainings Training, Exercise Trainings, Exercise Acute Exercise Acute Exercises
	Right-Sided Heart Failure	2.2			
	Right Sided Heart Failure	Exercise	Therapy, Exercise	Remedial Exercise	Exercises, Remedial
	Myocardial Failure	Therapy (MeSH)	Exercise Therapies Therapies, Exercise	Exercise, Remedial	Remedial Exercises
	Congestive Heart Failure	2.3			
	Heart Failure, Congestive	Cardiac	Rehabilitation Exercises	Rehabilitation Exercise	Exercises, Rehabilitation
	Heart Failure, Left-Sided	Rehabilitation (MeSH)	Rehabilitations, Cardiac Cardiovascular Rehabilitation	Exercise, Rehabilitation Cardiovascular Rehabilitations	Cardiac Rehabilitations Rehabilitation, Cardiac
	Heart Failure, Left Sided		Rehabilitations, Cardiovascular	Rehabilitation, Cardiovascular	
	Left-Sided Heart Failure				

Left Sided Heart
Failure

2.4

High-
Intensity
Interval
Training

(MeSH)

High Intensity
Interval Training

Exercise, High-
Intensity
Intermittent

Exercises, High-
Intensity
Intermittent

High-Intensity
Intermittent
Exercises

Training, High-
Intensity Interval

Trainings, High-
Intensity Interval

Interval Training,
High-Intensity

Interval Trainings,
High-Intensity

High-Intensity
Interval Trainings

Sprint Interval
Training

Sprint Interval
Trainings

High-Intensity
Intermittent Exerci
se