



TRABAJO FIN DE GRADO

CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

**REHABILITACIÓN EN PACIENTES CON
INSUFICIENCIA CARDIACA**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ALUMNO

Juan José Segarra Clavel

TUTORES

José Manuel Sarabia Marín

Manuel Moya Ramón

Curso académico

2016-2017

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. MÉTODO.....	5
3. RESULTADOS.....	7
4. DISCUSIÓN.....	11
5. CONCLUSIÓN.....	13
6. PROPUESTA PRÁCTICA.....	14
7. BIBLIOGRAFÍA.....	15



1. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardiaca (IC) se trata de un síndrome grave dentro de las enfermedades cardiovasculares. Se le trata como un síndrome ya que en el que van a derivar muchas enfermedades cardiovasculares. La IC, afecta a la funcionalidad del miocardio, viéndose reducida a medida que pasa el tiempo con ese síndrome. La evolución de la IC es imprevisible y diferente en cada persona. En muchos casos, los síntomas se mantienen estables durante bastante tiempo (meses o años) antes de empeorar. En algunos casos, la intensidad y los síntomas empeoran gradualmente con el tiempo, mientras que en otros van progresando con rapidez después de, por ejemplo, un infarto de miocardio, un trastorno del ritmo cardíaco o una infección pulmonar. (Heartfailurematters.org, 2017). El corazón va perdiendo fuerza y es incapaz de bombear toda la sangre que el organismo necesita. La Sociedad Española de Cardiología lo define como un síndrome clínico caracterizado por síntomas típicos (disnea, fatiga e hinchazón de tobillos), que pueden acompañarse de signos característicos (presión venosa yugular elevada, crepitantes pulmonares y edemas periféricos) y está causado por una alteración estructural o funcional del corazón que provoca una reducción del gasto cardíaco o una elevación de las presiones intracardíacas, en reposo o durante el esfuerzo (Sociedad Española de Cardiología, 2016).

La IC no proviene de una simple causa, sino de un conjunto de ellas que se manifestarán en los individuos de una forma u otra. Entre ellas encontramos las cardiopatías isquémicas que, debido a la reducción de la luz de las arterias coronarias, disminuye el flujo sanguíneo y por tanto el oxígeno aportado. Encontramos también diferentes tipos de miocardiopatías: hipertensiva (producida por la hipertensión no controlada), diabética (causada por la diabetes mellitus), hipertrófica (por aumento excesivo del corazón), alcohólica (por abuso en el consumo de alcohol), dilatada idiopática (cuando se desconoce el origen), miocarditis (inflamación del músculo cardíaco) y miocardiopatía restrictiva. Y otras como pueden ser las valvulopatías o las arritmias. (Fácila, Fundación Española del Corazón, 2015)

Los signos y síntomas por los que se identifica la IC son muy diversos. Muchos de ellos van a depender de la edad de los sujetos, habiendo diferencias entre sujetos más jóvenes y de avanzada edad. Algunos de los síntomas son: disnea, ortopnea, disnea paroxística nocturna, tolerancia al ejercicio disminuida, fatiga crónica e inflamación en los tobillos. Por otro lado, los signos son: presión venosa yugular elevada, reflujo hepatoyugular, tercer sonido cardíaco (ritmo galopante), impulso apical desplazado lateralmente (Kelder et al., 2011; Oudejans et al. 2011; Fonseca, 2006).

A nivel general, la prevalencia es aproximadamente de un 1-2% de la población adulta en los países desarrollados, aumentando a un 10% entre las personas de 70 años de edad (Mosterd, A., & Hoes, A. W., 2007). En el intervalo entre el censo de 1991 y el 1 de enero de 2012, la población española de 65 años o más, creció de 5.370.252 a 8.029.674 habitantes, con un aumento del 50% (Sayago-Silva, García-López, Segovia-Cubero, 2013). Es por ello que el aumento en el número de pacientes con IC se debe esencialmente al progresivo envejecimiento de la población y al aumento en la esperanza de vida. Los avances en los tratamientos de enfermedades cardíacas, así como el control de la presión arterial, han propiciado que haya mayor número de supervivientes con algunas patologías cardíacas, lo que supone un aumento en la probabilidad de padecer IC. Por otro lado, la mortalidad a causa de la IC disminuyó del año 2008 siendo un 5,2% al año 2010 siendo un 4,2% (INE, 2010). En cambio, los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística plasman que la tasa de mortalidad ha aumentado ligeramente estos últimos años, pasando de un 4,2% en 2010 a un 4,3% en 2014 (INE, 2012; INE, 2016). Del 2008 al 2010 se puede decir que hay un aumento en el número de las hospitalizaciones por IC y un descenso en la mortalidad, explicándose en cierto modo por las limitaciones de los sistemas de codificación del diagnóstico (Sayago-Silva et al. 2013). Las diferencias en los criterios de admisión por IC en los diferentes hospitales, los ingresos por diferentes servicios como son cardiología, geriatría, medicina interna o urgencias, o la codificación interpretable de la enfermedad por parte de la administración hace que dificulten más la uniformidad de los diagnósticos.

Los datos europeos más recientes (estudio piloto ESC-HF) demuestran que las tasas de mortalidad a los 12 meses de los pacientes hospitalizados o estables/ambulatorios con IC son del 17% en IC aguda y el 7% para IC crónica, y las tasas de hospitalización a los 12 meses fueron del 44% para IC aguda y el 32% para IC crónica (Maggioni, Dahlström, Filippatos, Chioncel, Leiro, Drozd, ... & Urso, 2013). En pacientes con IC la mayoría de las muertes se producen a través de una muerte súbita y se deben a causas cardiovasculares, fundamentalmente por paro cardíaco y malformación congénita.

Además del impacto que tiene en la salud de los individuos, la IC hace que los sistemas sanitarios tengan que invertir muchos recursos. Históricamente, la IC ha causado del 3% al 5% de los ingresos hospitalarios en España y es la causa más alta de hospitalización en pacientes mayores de 65 años (Rodríguez-Artalejo, Banegas, & Guallar-Castillón, 2004; INE, 2011). Se estima que el 2% del gasto sanitario en el mundo desarrollado es asignado a la IC. Varios programas de manejo de enfermedades para el manejo extrahospitalario de la IC, en los que han demostrado ser eficientes en la reducción de ingresos. (Sayago-Silva et al., 2013).

Los objetivos del tratamiento para los pacientes con IC son mejorar el estado clínico, la capacidad funcional y la calidad de vida, prevenir las hospitalizaciones y reducir la mortalidad (Ponikowski et al. 2015). Para ello hay diversos tratamientos con los cuales podemos conseguir esto objetivos.

En la actualidad los tratamientos farmacológicos para combatir la IC que se recomiendan con un nivel de evidencia I se basan en inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina (IECA), betabloqueantes, antagonistas de los receptores de mineralcorticoides/aldosterona, inhibidor de la neprilisina, receptor de la angiotensina, Inhibidor del canal If, antagonistas del receptor tipo 1 de la angiotensina II y combinación de hidralazina y dinitrato de isosorbida con el objetivo de mejorar los síntomas de la enfermedad y mejorar la calidad de vida, corregir la sobrecarga de volumen, aumentar la perfusión de los órganos finales y mejorar el estado hemodinámico contrarrestando la hiperactivación neurohormonal (Di Somma, & Magrini, 2015).

Por otro lado, existen una serie de medidas no farmacológicas que han demostrado mejorar el manejo crónico, la evolución y el pronóstico de los pacientes con IC. La realización de ejercicio físico, una dieta equilibrada y baja en sal, evitar hábitos tóxicos (tabaquismo, ingesta excesiva de alcohol, drogas, etc.), el autocuidado y el control de síntomas por parte del paciente, ya que una detección precoz del síndrome puede suponer reducir ampliamente las posibles consecuencias. Dentro de las no farmacológicas, se encuentran también las intervenciones quirúrgicas como la colocación de dispositivos de asistencia o el trasplante cardíaco.

El ejercicio físico, como medida no farmacológica, se trata de un pilar fundamental en este tipo de tratamientos, siendo recomendado por la American College of Cardiology y la American Heart Association (AHA). A pesar de ello, el ejercicio ha estado desaconsejado hasta los años ochenta del pasado siglo (Márquez, Suárez y Márquez, 2013). En la actualidad, gracias a la investigación, se ha desmitificado estas recomendaciones siendo fundamental el papel del ejercicio físico. En los últimos años, numerosos estudios (Collaborative, 2004; Piepoli, 2006; Piepoli et al., 2011), confirman la seguridad y los beneficios del ejercicio físico en personas con IC. Estos estudios avalan que el aumento en la condición física se debe principalmente a efectos a nivel periférico (cambios positivos en el metabolismo del músculo esquelético, función endotelial, capacidad vasodilatadora, distribución del gasto cardíaco) y, en un segundo plano, a cambios cardíacos (hemodinámica central incluyendo volúmenes, fracción de eyección y presión pulmonar en reposo y durante el esfuerzo).

Por norma general, se ha usado el entrenamiento aeróbico como método para trabajar con personas que padecen IC. Las dos grandes metodologías usadas por la comunidad científica para tratar a este tipo de pacientes han sido el entrenamiento continuo a intensidad moderada (EC) y el entrenamiento interválico (EI), mayoritariamente el entrenamiento de alta intensidad (HIT).

El EC ha sido el entrenamiento más utilizado en los estudios previos al 2013, por los beneficios que se le asocian a dicho entrenamiento y por la seguridad que aporta. Sin embargo, los estudios recientes se centran en la metodología HIT. Los beneficios del HIT y puede ser los mismos que los del EC, pero añadiendo mayores factores periféricos. En el sistema nervioso autónomo el HIT lo normaliza y con el IC no tiene efectos, ambas metodologías mejoran la presión arterial, aunque algo más el HIT, el HIT mejora el estíffnes arterial y el IC no, y los dos mejoran la funcionalidad del endotelio siendo el HIT más efectivo (Ciolac, 2012).

El HIT se basa en períodos cortos de ejercicio de alta intensidad con períodos de menor intensidad, permitiendo así una recuperación entre los intervalos, permitiendo acumular volumen a alta intensidad. Históricamente, se pensaba que el HIT sólo era aplicable a los atletas, sin embargo, cuando se realiza adecuadamente, el HIT aporta beneficios y es seguro entre los pacientes con enfermedad cardiovascular, incluidos los pacientes con IC (Kemi, 2010).

A pesar de que el ejercicio físico es beneficioso para estos pacientes, aún hay controversia tanto a la hora de elegir un método de entrenamiento u otro, como en la configuración de la carga óptima (volúmenes, intensidades, densidad, frecuencia). La tendencia de las últimas investigaciones científicas es ver cómo afecta el entrenamiento de alta intensidad en comparación con otros métodos como el entrenamiento aeróbico continuo.

Es por ello que el objetivo principal de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura científica actual con la finalidad de aclarar los principios metodológicos del entrenamiento para la población con IC.

2. MÉTODO

Para la realización de esta revisión se han utilizado las bases de datos MEDLINE, Science Direct y Scopus. La fórmula y palabras clave utilizados para la búsqueda fueron: "Coronary artery disease", "Coronary heart disease", "Heart failure", "Myocardial infarction", "Angina pectoris" "Heart disease" "Cardiac disease" "Cardiovascular disease" "Aerobic interval training" "High intensity interval training" "High intensity exercise" "Interval training" "Exercise rehabilitation" "Anaerobic interval training" "Moderate continuous training" "Continuous training" y "Aerobic training".

Un ejemplo de una fórmula de búsqueda para la base de Pubmed:

```
((("Coronary artery disease"[Title/Abstract]) OR ("Coronary heart disease"[Title/Abstract]) OR ("Heart failure"[Title/Abstract]) OR ("Myocardial infarction"[Title/Abstract]) OR ("Angina pectoris"[Title/Abstract]) OR ("Heart disease"[Title/Abstract]) OR ("Cardiac disease"[Title/Abstract]) OR ("Cardiovascular disease"[Title/Abstract])) AND (("Aerobic interval training"[Title/Abstract]) OR ("High intensity interval training"[Title/Abstract]) OR ("High intensity exercise"[Title/Abstract]) OR ("Interval training"[Title/Abstract]) OR ("Exercise rehabilitation"[Title/Abstract]) OR ("Anaerobic interval training"[Title/Abstract]) OR ("Moderate continuous training"[Title/Abstract]) OR ("Continuous training"[Title/Abstract]) OR ("Aerobic training"[Title/Abstract]))
```

Para la selección de los artículos relacionados con el objetivo de este trabajo, los criterios de exclusión fueron los siguientes:

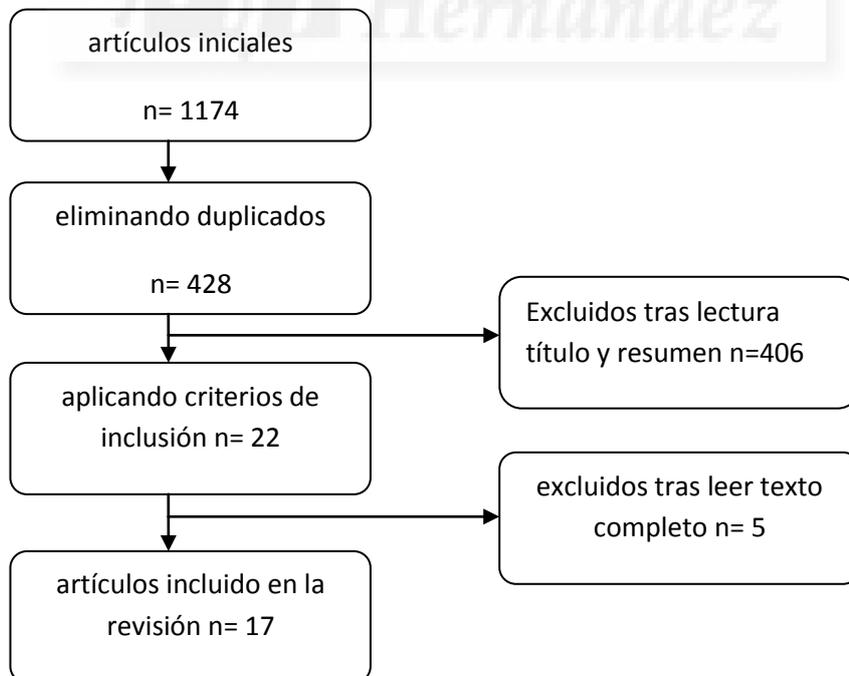
1. Estudios es los que los que no se realizara una intervención (no experimentales o cuasi-experimentales).
2. Que los participantes no fueran hombres y/o mujeres y que fueran menores de 18 años.
3. Que los participantes en los estudios no tuvieran patologías relacionadas con problemas cardíacos (CHF, HF, cardiovascular disease, coronary artery disease, myocardial infarction...).

4. Estudios que no realicen mediciones directas de la respuesta ventilatoria, cardiovascular y/o calidad de vida (al menos uno de estos aspectos).
5. Estudios en el que ninguno de los grupos realiza entrenamiento interválico o continuo (es suficiente con que alguno de los grupos realice entrenamiento interválico o continuo).
6. Estudios que no valoran el efecto del entrenamiento de resistencia, ya sea a través de entrenamiento interválico o continuo. (Variables ventilatorias, calidad de vida)
7. Estudios que no aporten medias y desviaciones típicas (necesarios para calcular el ES).
8. Los estudios publicados en otro idioma que no fuera el inglés.
9. Estudios que no estuvieran publicados en el rango temporal de 1 de enero de 2013 hasta el 9 de noviembre de 2016.

Se encontraron un total de 1174 artículos con los parámetros de búsqueda anteriormente nombrados. Tras la eliminación de los artículos que aparecían por duplicado se quedaron en 428. Una vez en este punto se leyó el título y el resumen minuciosamente, excluyendo los artículos que se encontraban en los criterios de inclusión, quedando un total de 22 artículos. Finalmente, se revisaron a texto completo aquellos artículos que fueron seleccionados o de los que había dudas sobre su idoneidad para los propósitos de esta revisión. Tras dicha revisión se eliminaron 5 artículos. Las causas de eliminación de esos artículos fueron por no medir variables que mostraran cambios en la funcionalidad de los sujetos (Nobre, 2016), por no aportar desviaciones típicas (Isaksen,2016) por no realizar ningún tipo entrenamiento, ya que sólo media el efecto agudo de una sesión (Illamo, 2016), por ser un estudio todavía en curso (Suchy, 2014) y por ser un estudio con pacientes con cáncer (Jones,2014). El total de artículos incluidos en la revisión fueron 17.

En la figura 1 se puede observar un diagrama de flujo de todo el proceso de búsqueda e inclusión, y en la tabla 1 y 2 los artículos incluidos en esta revisión sistemática de la literatura.

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda de los artículos.



3. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de artículos incluidos en esta revisión separados en dos tablas en función del entrenamiento a realizar. En la tabla 1 encontramos los estudios realizados con HIT y en la tabla 2 entrenamientos continuos.

Tabla 1. Artículos que realizan entrenamiento interválico.

AUTOR AÑO	EDAD SEXO	FEVI INICIAL(%)	ENTRENAMIENTO				RESULTADOS					
			Ergómetro	Series x rep. (n x min)	Intensidad (%)	Frecuencia (días x sem)	VO ₂ pico		Wpico		FEVI	
							ES	%	ES	%	ES	%
Spee, 2016	58 ± 7.8 ♂10 ♀2	32.8	cicloergómetro	4x4'	90%	3x12	0.24	7%	0.30	11%	0.08	2%
Ulbrich, 2016	53.15 ± 7 ♂12	35.4	tapiz	5x3'	95%	3x12	0.63	13%			0.65	13%
Fu, 2016	60.5 ± 2.8 ♂20 ♀10	28.1	cicloergómetro	5x3'	80%	3x12					16.03	64%
Fu, 2016	59.7 ± 2.7 ♂21 ♀9	57.6	cicloergómetro	5x3'	80%	3x12					0.10	0%
Yaylali, 2015	63.7 ± 8.8 ♂13 ♀4		cicloergómetro	5x3'	80%	3x12	0.32	13%	0.82	20%		
Benda, 2015	63 ± 8 ♂9 ♀1	32	cicloergómetro	15x 30''	86%	3x12	0.29	7%			0.52	13%
Angadi, 2015	69 ± 6.1 ♂9h ♀1	65	tapiz	10x1'	90%	2x12	0.31	9%			-0.36	-3%

Isaksen, 2015	65 ± 9 ♂21 ♀3		cicloergómetro o y tapiz	6x3'	85%	3x4	0.21	6%	0.23	7%		
Koufaki, 2014	59.8 ± 7.4 ♂14 ♀2		cicloergómetro	20x30''	100%	3x24	0.40	13%	0.49	19%		
Tzanis, 2014	56 ± 13 ♂3		cicloergómetro	4x4'	80%	3x12	0.27	11%	0.33	19%		
Chrysohoou, 2014	63 ± 9 ♂29 ♀4		cicloergómetro	45x30''	90%	3x12	0.81	31%	0.53	25%		
Iellamo, 2013	62.2 ± 8 ♂8	33.7	tapiz	4x4'	67.5%	3.5x12	0.82	23%			0.16	3%
Georgantas, 2013	53 ± 11 ♂19 ♀1		cicloergómetro	26.66x30''	100%	3x12	0.30	8%	0.51	14%		
Wang, 2013	62.7 ± 2.1 ♂14 ♀16	38.5	cicloergómetro	5x3'	80%	3x12	7.23	31%	6.17	49%	3.04	26%
Fu, 2013	67.5 ± 1.8 ♂9 ♀5	38.3	cicloergómetro	5x3'	80%	3x12	2.65	23%	3.36	29%	2.77	27%

Entrenamiento: repeticiones x tiempo al porcentaje de intensidad, días de entrenamiento x semanas entrenadas; VO_{2 pico} (ml/kg/min): consumo de oxígeno pico; Wpico: vatios pico; FEVI (%): fracción eyectada del ventrículo izquierdo; ♂hombres ♀mujeres; ES: effect size, %: porcentaje de mejora

Tabla 2. Artículos que realizan entrenamiento continuo.

AUTOR AÑO	EDAD SEXO	FEVI INICIAL (%)	ENTRENAMIENTO				RESULTADOS					
			Ergómetro	Volumen (min)	Intensidad (%)	Frecuencia (días x sem)	VO _{2pico}		W _{pico}		FEVI	
							ES	%	ES	%	ES	%
Ulbrich, 2016	54.02 ± 9.9 ♂10	32.8	tapiz	30'	75%	3x12	0.39	10%			0.34	13%
Yaylali, 2015	59.6 ± 6.8 ♂13		cicloergómetro	30'	86%	3x12	0.0	0%	0.57	22%		
Benda, 2015	64 ± 8 ♂10	36	cicloergómetro	30'	67.5%	2x12	0.03	0.5%	0.29	5%	0.0	0%
Angadi, 2015	71.5 ± 11.7 ♂4h ♀2	66	tapiz	22.5'	65%	3x4	-0.03	-0.6%			-1.05	-8%
Koufaki, 2014	59 ± 10.8 ♂13 ♀4		cicloergómetro	40'	50%	3x24	0.17	7.4%	0.33	7%		
Laoutaris, 2013	58.6 ± 8 ♂12 ♀2	30.6	cicloergómetro	50'	75%	3x12	0.5	10.8%			0.49	9
Iellamo, 2013	62.6 ± 9 ♂8	31.5	tapiz	37.5'	52.5%	3.5x12	0.85	22.2%			0.08	2%
Keyhani, 2013	61.54 ± 5.89 ♂22 ♀11	32.3	tapiz	22.5'	70%	3x8					1.42	17%
Fu, 2013	67.5 ± 2.1 ♂8 ♀5	38.6	tapiz	30'	60%	3x12	0.13	0.6%			0.88	12%

Mehani, 2013	56.4 ± 5.8 ♂15	33.09	cicloergómetro y tapiz	34.5'	67.5%	3x28	1.29	30.9%	3.14	48%
-----------------	-------------------	-------	---------------------------	-------	-------	------	------	-------	------	-----

Entrenamiento: repeticiones x tiempo al porcentaje de intensidad, días de entrenamiento x semanas entrenadas; VO_{2 pico} (ml/kg/min): consumo de oxígeno pico; W_{pico}: vatios pico; FEVI (%): fracción eyectada del ventrículo izquierdo; ♂hombres ♀mujeres; ES: effect size, %: porcentaje de mejora



4. DISCUSIÓN

Según los estudios revisados, indistintamente del tipo de entrenamiento utilizado, las variables más utilizadas para valorar la evolución de los pacientes son el consumo pico de oxígeno (VO_{2pico}), los vatios pico (W_{pico}), (13 de 17 estudios utilizaron el cicloergómetro como instrumento de entrenamiento) y la fracción eyectada del ventrículo izquierdo (FEVI). Tomaremos como referencia el VO_{2pico} y W_{pico} como indicadores de la mejora de la capacidad funcional y la FEVI como indicador de la mejora de la patología, ya que la reducción de la FEVI es una de las principales factores de riesgo de reinfarto.

Como idea principal podemos decir que ambos métodos de entrenamiento, tanto continuo como interválico son válidos como tratamiento para pacientes con IC, mejorando tanto la capacidad aeróbica como la patología. A pesar de ello, indicar que existe cierta heterogeneidad a la hora de realizar los protocolos de entrenamiento en ambos métodos. Si nos centramos en el entrenamiento interválico, podemos dividirlos entre series largas, aquellos estudios en los que realizan pocas series (4-6) con una duración de entre 3 y 4 min (Spee, 2016; Ulbrich, 2016; Fu, 2016; Yaylali, 2015; Benda, 2015; Angadi, 2015; Isaksen, 2015; Koufaki, 2014; Tzanis, 2014; Chrysohoou, 2014; Iellamo, 2013; Wang, 2013; Fu, 2013) y series cortas, que realizan entre 15 y 45 series de 30 s (Yaylali, 2015; Benda, 2015; Koufaki, 2014; Chrysohoou, 2014; Iellamo, 2013; Georgantas, 2013). Ambas metodologías, tanto series largas como series cortas, tienen un porcentaje de mejora igual, de un 15 % en el VO_{2pico} .

Respecto al entrenamiento continuo, también hay diferencias en el volumen por sesión siendo el tiempo de entrenamiento por sesión más común de 30 min (Ulbrich, 2016; Yaylali, 2015; Benda, 2015; Fu, 2013). Se encontró un aumento del 9% en el VO_{2pico} , y abarcando desde los 22,5 min (Angadi, 2015; Keyhani, 2013) hasta los 50 min (Laoutaris, 2013).

En los entrenamientos de corto volumen se ha encontrado un decremento de 0.6% del VO_{2pico} . Esto podría indicar que entrenamientos muy cortos no llegan a estimular lo suficientes como para producir mejoras. Sin embargo, estos datos hay que tomarlo con cautela, ya que concretamente el grupo de intervención en el que se reduce el VO_{2pico} , se trata de un grupo en el que tiene la FEVI preservada. Por tanto, el pacientes con una FEVI normal, un estímulo de menos de 30 min de entrenamiento parece ser insuficiente.

La mayor homogeneidad de los programas de intervención la encontramos en la frecuencia de entrenamiento semanal en los estudios que realizan entrenamiento interválico, siendo 13 de 15 estudios los que hacen 3 días, y en la duración de la intervención, que son 12 semanas también en 13 de 15 estudios. Por el contrario, en los estudios que hacen entrenamiento continuo, la duración de la intervención más común tan solo se encuentra en la mitad de los estudios, siendo esta 12 semanas de entrenamiento. En cuanto a la frecuencia sí hay cierta homogeneidad siendo 8 de 10 estudios los que entrenan 3 días a la semana.

Si comparamos una metodología de entrenamiento con otra podemos decir que en líneas generales el entrenamiento interválico mejora más tanto la capacidad funcional como la patología. La mayor diferencia la encontramos en W_{pico} , mostrando un 12% más de mejora en el EI respecto a EC. Esto quizás pueda ser debido al menor número de estudios analizados de EC y que dentro de los analizados, tan sólo 3 estudios medían esta variable.

Ocurre lo mismo al analizar el VO_{2pico} , encontramos que el EI consiguió una media de un 15% de mejora mientras el EC un 9.1%, lo que supone una diferencia del 6% a favor del EI. Estos incrementos mayores en el VO_{2pico} en EI en comparación con el EC puede explicarse mediante el aumento del gasto cardíaco máximo. El gasto cardíaco es el producto de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico. El volumen sistólico va estar influenciado por la contractilidad, la precarga y la postcarga. A su vez al aumentar el retorno venoso y el volumen sanguíneo, se incrementa el

gasto cardíaco y como consecuencia final el VO_{2pico} . (Lundly, 2016; Tai, 2008). A su vez, también puede ser por la diferencia de intensidades a la que se trabaja. Mientras con el EC se trabaja una intensidad media del 66% de la intensidad máxima, por el contrario en EI se entrena a una intensidad media del 86%. Esto quiere decir que se aprovechan todos los beneficios del entrenamiento a alta intensidad (HIT) puesto que 9 artículos de 15 analizados utilizan esa metodología para sus intervenciones, siendo la intensidad aeróbica alta un factor clave para la mejora de la capacidad funcional de los sujetos. Algunos de los beneficios del HIT en comparación con el EC son mayor aumento del VO_{2pico} , mayor descenso en la presión arterial, mayor aumento de la lipoproteínas de alta intensidad, mayor disminución de triglicéridos y glucosa en ayunas, mayor disminución del estrés oxidativo e inflamación (Weston, 2013)

Sin embargo, respecto a la FEVI tenemos que tener en cuenta que no todos mejoran de la misma manera independientemente del entrenamiento que realicen. Los sujetos que empiezan a entrenar con la FEVI preservada, es decir, teniendo un riesgo bajo (FEVI > 50%), no la mejoran con el entrenamiento (Fu, 2016), incluso en algunos estudios llegando a disminuir (Angadi, 2015). Por el contrario, cuando la FEVI está muy deprimida y tienen riesgo alto (FEVI < 40%) los porcentajes de mejora se incrementan tanto en entrenamiento interválico como en entrenamiento continuo en un 16% y un 10% en VO_{2pico} . Estos cambios tan drásticos de mejora se deben a que los pacientes con la función deprimida recuperan la contractilidad del miocardio, aumentando la FEVI, aportando así mayor cantidad de sangre, y por tanto de oxígeno, a los órganos del cuerpo.

Cabe destacar que 13 de los 15 estudios de entrenamiento interválico han utilizado un tiempo de intervención de 12 semanas, exceptuando el estudio de Koufaki et al., 2014 que realizaron una intervención de 24 semanas, e Isaksen 2015 que intervinieron 4 semanas. A pesar de haber utilizado el doble de semanas en el estudio de Koufaki 2014, no hubo diferencias respecto al resto de estudios en cuanto la mejora del VO_{2pico} y los W_{pico} . Es a partir de las 12 semanas cuando se produce un mantenimiento de las dos variables. Parece ser que intervenciones de 12 semanas de entrenamiento son lo suficientemente efectivas para producir mejoras en ambas variables. Al haber tan sólo un estudio hay que ser prudentes con los resultados y esperar a ver si nuevas investigaciones pueden corroborar esos datos.

Por el contrario, en entrenamiento continuo, aunque la creencia popular es que a mayor tiempo de entrenamiento se van a producir mayores resultados positivos en el individuo con IC, no es lo que se encuentra en estudios como el de Koufaki et al., 2014. Tras una evaluación a las 12 semanas de entrenamiento del VO_{2pico} hubo una mejora de $17,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ a $19,8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Pero tras seguir la intervención hasta las 24 semanas se produjo un descenso del VO_{2pico} a $18,9 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Estos datos nos indican que, si se va a realizar un entrenamiento continuo, es mejor realizarlo de 12 semanas que 24 semanas. Esto se puede deber a una falta de progresión en la carga, no llegando a estímulo suficiente. Como se ha comentado anteriormente, estos datos hay que tomarlos con cautela ya que solo disponemos de un estudio que realice intervención de 24 semanas.

Si comparamos los EI por encima del 85% de intensidad o por debajo de 85%, la intensidad media de los entrenamientos del método interválico fue de 85,9%, habiendo 8 artículos que realizaron la intervención a una intensidad del 85% en adelante (Benda, 2015; Ulbrich, 2016; Spee, 2016; Angadi, 2015; Isaksen, 2015; Koufaki, 2014; Chrysohoou, 2014; Georgantas, 2013) y 7 artículos en las que la intensidad fue menor del 85%. Analizando los datos obtenidos vemos que la media de porcentaje de mejora para los EI por debajo del 85% es de un 20% en el VO_{2pico} , mientras que los EI del 85% en adelante tienen una media del 12% de mejora. Esto nos indica que a la hora de prescribir entrenamiento interválico una buena opción sería trabajar a intensidades comprendidas entre el 75%-85%.

Al igual que en el EI, en el EC también hay un rango amplio de intensidades de trabajo desde el 50% hasta 86%. Si dividimos las intensidades en dos grupos, tenemos 5 estudios en los que la intensidad es mayor del 65% (Ulbrich, 2016; Yaylali, 2015; Benda, 2015; Laoutaris, 2013; Keyhani, 2013; Mehani, 2013) con un porcentaje de mejora en el VO_{2pico} del 10,4% y 4 estudios con una intensidad menor que el 65% con un porcentaje de mejora en el VO_{2pico} de 7,4% (Angadi, 2015; Koufaki, 2014; Iellamo, 2013 y Fu, 2013). Intensidades más altas en el IC van a contribuir a mejorar los efectos positivos del entrenamiento consiguiendo mayores mejoras en el VO_{2pico} .

Como limitaciones de este trabajo y posibles líneas futuras, indicar que solo se ha centrado en el entrenamiento de carácter aeróbico y quizás el entrenamiento de fuerza y/o combinado con el aeróbico puede aportar mayores beneficios.

5. CONCLUSIÓN

Tras la revisión de los artículos, tanto EI y EC han demostrado ser metodologías eficaces para utilizar como tratamiento para mejorar la capacidad funcional y la patología en personas que padezcan IC. Sin embargo, parece ser que con el EI las mejoras son más acentuadas en todas las variables incluidas en la revisión.

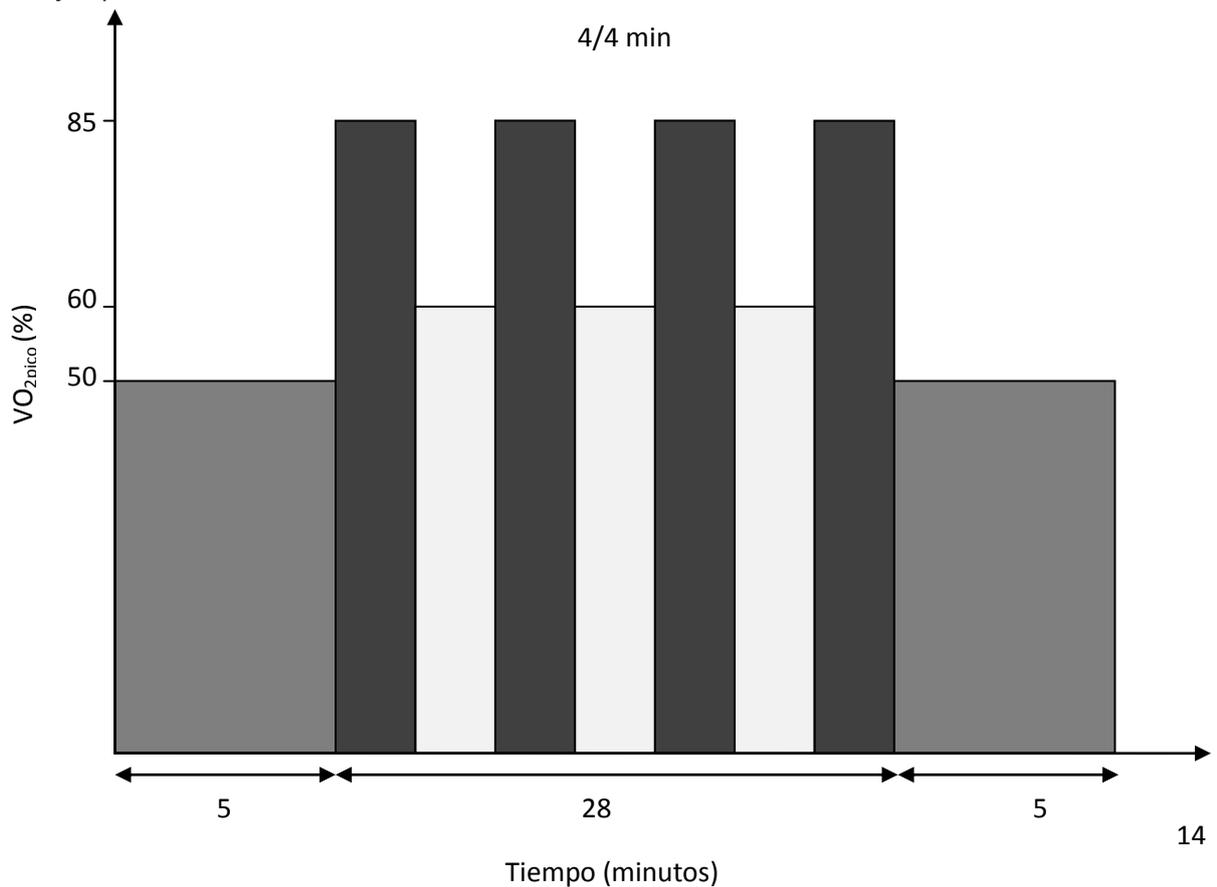
Por último y con la finalidad de esclarecer los objetivos metodológicos para el tratamiento de personas con IC, parece ser la mejor opción la utilización del EI. En cuanto a la realización de las series es indiferente la realización de series cortas o largas pudiendo elegir cualquier de los dos métodos, y optando por el descanso activo si son series largas (>3 min) y por el descanso pasivo si son series muy cortas. En la intensidad, se ha observado que no hace falta llegar a intensidades máximas, por lo que la intensidad óptima puede ser entre el 80-85% VO_{2pico} . Respecto a la frecuencia y duración del entrenamiento, lo ideal sería realizar una progresión empezando con 2 días de entrenamiento a la semana entre las 2-4 primeras semanas, para terminar el resto de semanas realizando 3 días a la semana. La duración óptima serían 12 semanas de entrenamiento, aunque hay estudios en los que, con menor tiempo, 4 y 8 semanas, también se producen cambios fisiológicos positivos. Quizás en un futuro las investigaciones deberían ir encaminadas en realizar los estudios con menores tiempos de intervención para comprobar en un menor tiempo de entrenamiento se consiguen las mismas mejoras fisiológicas.

6. PROPUESTA PRÁCTICA

A raíz de lo expuesto anteriormente a continuación se expone una periodización del entrenamiento para doce semanas. Para el entrenamiento se necesitará un cicloergómetro o tapiz y un pulsómetro para controlar la intensidad.

	Mesociclo 1	Mesociclo 2	Mesociclo 3
Calentamiento	5 minutos 50% VO_{2pico}		
Series	4	4	5
Tiempo x Repetición	3 min	4 min	4 min
Intensidad	85% VO_{2pico}	85% VO_{2pico}	85% VO_{2pico}
Descanso	3 min 60 % VO_{2pico}	3 min 60 % VO_{2pico}	3 min 60 % VO_{2pico}
Vuelta a la calma	5 minutos 50% VO_{2pico}		
Frecuencia	2 sesiones por semana	3 sesiones por semana	3 sesiones por semana
Volumen total en HIT por sesión	12 min	16 min	20 min
Volumen total en HIT semanal	24 min	48 min	60 min
Volumen total en HIT por mesociclo	96 min	192 min	240 min

Figura 2. Ejemplo de sesión del mesociclo 2.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., & Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 753-758.
- Benda, N. M., Seeger, J. P., Stevens, G. G., Hijmans-Kersten, B. T., van Dijk, A. P., Bellersen, L., ... & Thijssen, D. H. (2015). Effects of high-intensity interval training versus continuous training on physical fitness, cardiovascular function and quality of life in heart failure patients. *PloS One*, 10(10), e0141256.
- Chrysohoou, C., Tsitsinakis, G., Vogiatzis, I., Cherouveim, E., Antoniou, C., Tsiantilas, A., ... & Koulouris, N. G. (2014). High intensity, interval exercise improves quality of life of patients with chronic heart failure: a randomized controlled trial. *QJM*, 107(1), 25-32.
- Ciolac, E. G. (2012). High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise. *Am J Cardiovasc Dis*, 2(2), 102-10.
- Collaborative, E. (2004). Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *Bmj*, 328(7433), 189.
- Cubero, J. S., Rivera, L. A. P., Moral, R. P., & Melchor, L. S. (2004). Etiología y evaluación diagnóstica en la insuficiencia cardiaca. *Revista Española de Cardiología*, 57(3), 250-259.
- Di Somma, S., & Magrini, L. (2015). Tratamiento farmacológico en la insuficiencia cardiaca aguda. *Revista Española de Cardiología*, 68(8), 706-713.
- Fonseca, C. (2006). Diagnosis of heart failure in primary care. *Heart failure reviews*, 11(2), 95-107.
- Fu, T. C., Wang, C. H., Lin, P. S., Hsu, C. C., Cherng, W. J., Huang, S. C., ... & Wang, J. S. (2013). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International journal of cardiology*, 167(1), 41-50.
- Fu, T. C., Yang, N. I., Wang, C. H., Cherng, W. J., Chou, S. L., Pan, T. L., & Wang, J. S. (2016). Aerobic interval training elicits different hemodynamic adaptations between heart failure patients with preserved and reduced ejection fraction. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 95(1), 15-27.
- Fundaciondelcorazon.com. (2015). Insuficiencia cardiaca. [online] Available at: <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/insuficiencia-cardiaca.html> [Accessed 4 Apr. 2017].
- Georgantas, A., Dimopoulos, S., Tasoulis, A., Karatzanos, E., Pantsios, C., Agapitou, V., ... & Nanas, S. (2014). Beneficial effects of combined exercise training on early recovery cardiopulmonary exercise testing indices in patients with chronic heart failure. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 34(6), 378-385.
- Heartfailurematters.org. (2017). ¿Cómo evoluciona la Insuficiencia cardiaca lo largo del tiempo? [online] Available at: http://www.heartfailurematters.org/es_ES/%C2%BFQu%C3%A9-es-la-Insuficiencia-Cardiaca%3F/Como-evoluciona-la-insuficiencia-cardiaca-a-lo-largo-del-tiempo [Accessed 4 Apr. 2017].
- Iellamo, F., Caminiti, G., Sposato, B., Vitale, C., Massaro, M., Rosano, G., & Volterrani, M. (2014). Effect of High-Intensity interval training versus moderate continuous training on 24-h blood pressure profile and insulin resistance in patients with chronic heart failure. *Internal and emergency medicine*, 9(5), 547-552.

- Iellamo, F., Manzi, V., Caminiti, G., Vitale, C., Castagna, C., Massaro, M., ... & Volterrani, M. (2013). Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *International journal of cardiology*, 167(6), 2561-2565.
- Isaksen, K., Munk, P. S., Valborgland, T., & Larsen, A. I. (2015). Aerobic interval training in patients with heart failure and an implantable cardioverter defibrillator: a controlled study evaluating feasibility and effect. *European journal of preventive cardiology*, 22(3), 296-303.
- Kelder, J. C., Cramer, M. J., van Wijngaarden, J., van Tooren, R., Mosterd, A., Moons, K. G., ... & Hoes, A. W. (2011). The Diagnostic Value of Physical Examination and Additional Testing in Primary Care Patients With Suspected Heart Failure Clinical Perspective. *Circulation*, 124(25), 2865-2873.
- Kemi OJ, Wisloff U (2010) High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 30:2–11
- Keyhani, D., Kargarfard, M., Sarrafzadegan, N., & Sadeghi, M. (2013). Autonomic function change following a supervised exercise program in patients with congestive heart failure. *ARYA atherosclerosis*, 9(2), 150.
- Koufaki, P., Mercer, T. H., George, K. P., & Nolan, J. (2014). Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: a pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *Journal of rehabilitation medicine*, 46(4), 348-356.
- Laoutaris, I. D., Adamopoulos, S., Manginas, A., Panagiotakos, D. B., Kallistratos, M. S., Doulaptsis, C., ... & Dritsas, A. (2013). Benefits of combined aerobic/resistance/inspiratory training in patients with chronic heart failure. A complete exercise model? A prospective randomised study. *International journal of cardiology*, 167(5), 1967-1972.
- Lundby, C., Montero, D., & Joyner, M. (2016). Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*.
- Maggioni, A. P., Dahlström, U., Filippatos, G., Chioncel, O., Leiro, M. C., Drozd, J., ... & Urso, R. (2013). EURObservational Research Programme: regional differences and 1-year follow-up results of the Heart Failure Pilot Survey (ESC-HF Pilot). *European journal of heart failure*, 15(7), 808-817.
- Maroto, J. M^a. (2009) Rehabilitación cardiaca. Sociedad *Española de Cardiología*.
- Mehani, S. H. (2013). Correlation between changes in diastolic dysfunction and health-related quality of life after cardiac rehabilitation program in dilated cardiomyopathy. *Journal of advanced research*, 4(2), 189-200.
- Mosterd, A., & Hoes, A. W. (2007). Clinical epidemiology of heart failure. *Heart*, 93(9), 1137-1146.
- Nobre, T. S., Groehs, R. V., Azevedo, L. F., Antunes-Correa, L. M., Martinez, D. G., Alves, M. J. N. N., & Negrao, C. E. (2016). Post-Exercise Neurovascular Control in Chronic Heart Failure Patients. *International Journal of Sports Medicine*, 37(13), 1073-1079.
- Oudejans, I., Mosterd, A., Bloemen, J. A., Valk, M. J., Velzen, E., Wielders, J. P., ... & Hoes, A. W. (2011). Clinical evaluation of geriatric outpatients with suspected heart failure: value of symptoms, signs, and additional tests. *European journal of heart failure*, 13(5), 518-527.

- Piepoli, M. F. (2006). Exercise training in heart failure. *Current heart failure reports*, 3(4), 189-196.
- Piepoli, M. F., Conraads, V., Corra, U., Dickstein, K., Francis, D. P., Jaarsma, T., ... & Anker, S. D. (2011). Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European journal of heart failure*, 13(4), 347-357.
- Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G., Coats, A. J., ... & Jessup, M. (2015). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European heart journal*, ehw128.
- Rodríguez-Artalejo, F., Banegas, J. R. B., & Guallar-Castillón, P. (2004). Epidemiología de la insuficiencia cardiaca. *Revista española de cardiología*, 57(2), 163-170.
- Sayago-Silva, I., García-López, F., & Segovia-Cubero, J. (2013). Epidemiología de la insuficiencia cardiaca en España en los últimos 20 años. *Revista Española de Cardiología*, 66(8), 649-656.
- Spee, R. F., Niemeijer, V. M., Wijn, P. F., Doevendans, P. A., & Kemps, H. M. (2016). Effects of high-intensity interval training on central haemodynamics and skeletal muscle oxygenation during exercise in patients with chronic heart failure. *European journal of preventive cardiology*, 2047487316661615.
- Suchy, C., Massen, L., Rognmo, Ø., Van Craenenbroeck, E. M., Beckers, P., Kraigher-Krainer, E., ... & Halle, M. (2014). Optimising exercise training in prevention and treatment of diastolic heart failure (OptimEx-CLIN): rationale and design of a prospective, randomised, controlled trial. *European journal of preventive cardiology*, 21(2 suppl), 18-25.
- 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.
- Taylor, R. S., Sagar, V. A., Davies, E. J., Briscoe, S., Coats, A. J., Dalal, H., ... & Singh, S. (2014). Exercise-based rehabilitation for heart failure. *The Cochrane Library*.
- Tzani, G., Dimopoulos, S., Karatzanos, E., Tasoulis, A., Terrovitis, J., Rontogianni, D., & Nanas, S. (2014). Effects of exercise training on skeletal muscle fiber type distribution in chronic heart failure patients. *Health Sci J*, 8(1), 116-125.
- Ulbrich, A. Z., Angarten, V. G., Netto, A. S., Sties, S. W., Bündchen, D. C., de Mara, L. S., ... & de Carvalho, T. (2016). 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. *Clinical Trials and Regulatory Science in Cardiology*, 13, 21-28.
- Wang, J. S., Fu, T. C., Lien, H. Y., Wang, C. H., Hsu, C. C., Wu, W. C., ... & Cherg, W. J. (2013). Effect of aerobic interval training on erythrocyte rheological and hemodynamic functions in heart failure patients with anemia. *International journal of cardiology*, 168(2), 1243-1250.
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 48(16), 1227-1234.
- Yaylali, Y. T., Fındıkoglu, G., Yurtdas, M., Konukçu, S., & Senol, H. (2015). The effects of baseline heart rate recovery normality and exercise training protocol on heart rate recovery in patients with heart failure. *The Anatolian Journal of Cardiology*, 15(9), 727-734.