

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**Heart Rate Variability, Ejercicio Terapéutico y
Enfermedades Cardíacas. Revisión bibliográfica.**

AUTOR: Martínez Esteban, David

Departamento: Patología y

TUTOR: Moreno Carmona, Olga

Cirugía

Curso académico 2023-2024.

Convocatoria de junio

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIÓN	23
ANEXOS	24
BIBLIOGRAFÍA	44



RESUMEN

Introducción: Las patologías cardiovasculares son actualmente la principal causa de morbilidad y mortalidad en hombres y mujeres. La rehabilitación cardíaca es una herramienta que ha demostrado su efectividad para mejorar esta estadística. Actualmente se está comenzando a trabajar con la Heart Rate Variability (HRV) para mejorar la salud cardíaca de nuestra población.

Objetivo: Analizar la evidencia científica disponible sobre el impacto que pueden tener los diferentes tipos de intervención de rehabilitación cardíaca sobre la HRV en pacientes cardíopatas.

Material y Métodos: Hemos revisado la literatura científica en las bases de datos Embase, Pubmed, Scielo, Scopus, BVS y PEDro sobre cómo evoluciona la HRV en pacientes cardiovasculares mediante el uso de intervenciones de fisioterapia cardíaca. Obtenemos un total de 200 artículos de los cuales 16 han sido incluidos a estudio tras cumplir los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados: Obtenemos resultados heterogéneos debido al tipo de muestra que encontramos en los diferentes artículos. Podemos apreciar que usando de base la HRV para la dosificación de la intervención encontramos mejoras en sus parámetros. También hemos encontrado que las mediciones intervenciones individuales reflejan una disminución en la HRV.

Conclusiones: Requerimos de una mayor investigación con una muestra más homogénea a nivel de patología y duración de las intervenciones estudiadas. Hemos recopilado resultados muy heterogéneos y se debería estudiar más a fondo la aplicación de la HRV como parámetro principal de dosificación en pacientes cardíopatas.

Palabras clave: “HRV/Heart Rate Variability”, “Exercise”, “Cardiac Rehabilitation”, “Cardiovascular Diseases”, “Heart Diseases”.

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular pathologies are currently the main cause of morbidity and mortality in men and women. Cardiac rehabilitation is a tool that has proven effective in improving this statistic. Currently, work is beginning with Heart Rate Variability (HRV) to improve the cardiac health of our population.

Objective: The general objective is to analyze the available scientific evidence on the impact that different types of cardiac rehabilitation intervention can have on HRV in heart patients.

Material and Methods: We have reviewed the scientific literature in the Embae, Pubmed, Scielo, Scopus, BVS and PEDro databases on how HRV evolves in cardiovascular patients through the use of interventions that belong to cardiac physiotherapy. We have obtained a total of 200 articles, of which 16 have been included in the study after meeting the inclusion and exclusion criteria.

Results: We obtain heterogeneous results due to the type of sample found in the different articles. We can see that using HRV as a basis for the dosage of the intervention we found improvements in its parameters. We have also found that individual intervention measurements reflect a decrease in HRV.

Conclusion: We require further research with a more homogeneous sample at the level of pathology and duration of the interventions studied. We have collected very heterogeneous results and the application of HRV as the main dosing parameter in cardiac patients should be further studied.

Key Words: “HRV/Heart Rate Variability”, “Exercise”, “Cardiac Rehabilitation”, “Cardiovascular Diseases”, “Heart Diseases”

1. INTRODUCCIÓN

¿Qué es la Heart Rate Variability (HRV)?

Conocemos que la Heart Rate (HR) o frecuencia cardíaca es la cantidad de latidos que desarrolla nuestro corazón en un determinado intervalo de tiempo. La Heart Rate Variability (HRV), también conocida como variabilidad en el período cardíaco de latido a latido, es un parámetro totalmente diferente, ya que mide la diferencia de tiempo que puede haber entre los latidos de nuestro corazón (1). Vamos a imaginar que un humano tiene un total de 60 latidos por minuto. Lo que mide la HRV es que la duración de todos los latidos es diferente, ya que puede haber algunos latidos que duren 0,9 segundos, mientras que otros pueden durar 1,2 segundos. Estas diferencias son totalmente normales y demuestran que el corazón tiene buena salud. (2)

Hay diferentes parámetros que se miden para evaluar la HRV, pero se ha descubierto que la población adulta sana tiene un valor medio en su HRV de 42 milisegundos (abarcando un rango de entre 19 y 75 milisegundos) que podría ser de 120 milisegundos en atletas. (2)

La HRV está relacionada de manera directa con la capacidad que tiene el corazón de adaptarse a los diferentes estímulos. A mayor HRV mayor capacidad tiene nuestro corazón para modificar su frecuencia cardíaca. Se ha observado que la frecuencia cardíaca puede ser alta o baja en función de actividad física, estrés y emociones. Por lo tanto, la HRV podríamos decir que es la capacidad de respuesta de nuestro corazón ante cualquier tipo de estímulo (tanto interno como externo) para que nuestro cuerpo pueda adaptarse ante diferentes situaciones. (3)

El output cardíaco (cantidad de sangre que bombea el corazón) es regulado por el Sistema Nervioso Central (SNC), por lo que la HRV es una medida fisiológica que podemos usar para evaluar el control autonómico del nodo sinusal (marcapasos natural). (4) Una HRV más elevada representa una mayor modulación por parte del Sistema Nervioso Parasimpático (PNS), mientras que una HRV menor representa una mayor modulación del Sistema Nervioso Simpático (SNS). Se ha investigado que cuando el componente simpático es más predominante, evaluado por la HRV, podemos relacionarlo con un mayor riesgo cardiovascular en la población general. (5-8)

¿Cómo cuantificamos la HRV?

Hay varios parámetros que podemos usar para cuantificar la HRV, pero a nivel estadístico los más relevantes son la desviación estándar del intervalo NN (SDNN) y la raíz cuadrada de la media de las diferencias sucesivas (RMSSD). (6) Con ellos podemos evaluar las diferencias entre los intervalos de tiempo entre latidos cardíacos sucesivos (NN o RR intervals) a corto plazo (RMSSD) y la variabilidad total de los intervalos de tiempo entre latidos durante un período más amplio, generalmente durante todo el registro de HRV (SDNN).

Un aumento de la rMSSD suele indicar una mejora en la actividad parasimpática, lo cual es un signo de una mejor recuperación y relajación del corazón (9). Asimismo, también sugiere que el paciente tiene un mayor tono vagal y una capacidad mejorada para reducir la frecuencia cardíaca después del ejercicio o el estrés (10).

Por otro lado, un aumento de la SDNN indica una mejora en la variabilidad total de la frecuencia cardíaca, lo cual indica un sistema autónomo más equilibrado y adaptable (10), por lo que el paciente tiene una mayor capacidad para adaptarse a diferentes condiciones fisiológicas y de estrés (9).

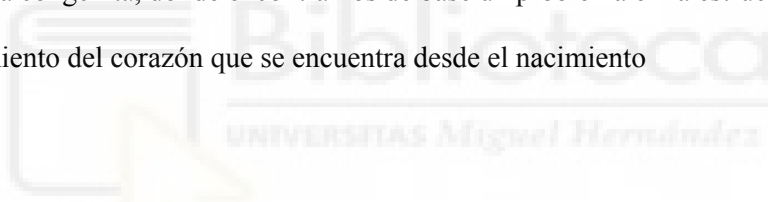
Patología cardíaca

Las enfermedades cardiovasculares (CVDs) son un grupo de trastornos que afectan al corazón y a los diferentes vasos sanguíneos. (11) Son la principal causa de mortalidad y morbilidad tanto en hombres como en mujeres (sobre todo en los países desarrollados). (12, 13).

Podemos encontrar diferentes tipos de enfermedades cardiovasculares: (14-17)

- La cardiopatía coronaria (CHD) es la más común de ellas. Deriva de la acumulación de placa en las arterias que conducen al corazón, por lo que este no puede recibir suficiente sangre y oxígeno. También se conoce como arteriopatía coronaria (CAD), puede generar un ataque cardíaco debido a la estrechez de las arterias. Con el tiempo la CHD puede debilitar el miocardio. La insuficiencia cardíaca deriva de un miocardio rígido o débil, por lo que no puede bombear la suficiente sangre oxigenada. La causa más común es la presión arterial alta y la CAD.

- Las arritmias son alteraciones de la frecuencia o ritmo cardíaco. Esto ocurre cuando el sistema eléctrico del corazón no funciona correctamente.
- Las enfermedades de las válvulas cardíacas aparecen cuando una de las 4 válvulas del corazón no funciona correctamente. Podemos encontrar la regurgitación (la sangre se escapa a través de la válvula en la dirección equivocada) o la estenosis (que la válvula no se abra suficientemente).
- La arteriopatía periférica es resultado de una acumulación de placa a nivel distal. Cuando la sangre y el oxígeno no pueden llegar a las piernas pueden aparecer lesiones nerviosas y de tejido.
- La hipertensión arterial
- Accidente cerebrovascular (ACV) dañando el cerebro debido a una falta de riego sanguíneo. Puede aparecer por un sangrado en el cerebro o por un coágulo en alguno de los vasos.
- Cardiopatía congénita, donde encontramos de base un problema en la estructura o funcionamiento del corazón que se encuentra desde el nacimiento



Fisioterapia y patología cardiovascular

Como prevención y tratamiento de las CVDs la efectividad tanto de los cambios en el estilo de vida del paciente como de la fisioterapia cardíaca está evidenciada (18, 19). El objetivo de la fisioterapia cardíaca es reducir la recurrencia de los eventos cardíacos, mejorar la calidad de vida, la capacidad funcional, el manejo del estrés, las técnicas de autocuidado de los pacientes y promover un estilo de vida saludable (20).

Justificación

Como hemos comentado antes, las CVDs son la principal causa de mortalidad y morbilidad actualmente. Por ello, debemos buscar la manera más efectiva de abordar estas patologías desde nuestra profesión. La HRV es un gran aliado a la hora de valorar el riesgo de los pacientes cardiovasculares de desarrollar o sufrir una crisis aguda relativa a estas CVDs. Cuanta menor es la HRV hay un mayor riesgo cardiovascular. Por lo tanto, queremos revisar la literatura científica de los últimos años e intentar discernir los mejores tratamientos de fisioterapia para mejorar el parámetro de la HRV.



1. **OBJETIVOS**

Para plantear la pregunta de investigación y el objetivo de este trabajo de fin de grado he empleado la metodología PICO.

Mejora de la Heart Rate Variability en pacientes con enfermedades cardiovasculares mediante el uso de ejercicio terapéutico.

- **Paciente (P):** Pacientes con enfermedades cardiovasculares
- **Intervención (I):** Ejercicio terapéutico
- Comparación (C): -
- **Resultado (O):** Mejora de la HRV

Objetivo general

- Analizar la evidencia científica disponible sobre el impacto que pueden tener los diferentes tipos de intervención de rehabilitación cardíaca sobre la HRV en pacientes cardiopatas.

Objetivos secundarios

- Investigar si el parámetro de la HRV se está introduciendo para dosificar la intensidad en los programas de rehabilitación cardíaca.
- Identificar y reportar los efectos adversos asociados con las diferentes intervenciones de rehabilitación cardíaca en los estudios revisados.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con el siguiente código COIR: TFG.GFI.OMC.DME.240329.

Esta investigación se basa en la revisión de la literatura de diferentes bases de datos. La última búsqueda se realizó el día 12 de marzo.

Los términos clave que hemos usado para la búsqueda son “HRV”, “Heart Rate Variability”, “exercise”, “physical activity”, “cardiac rehabilitation”, “heart diseases” y “cardiovascular diseases”.

Se ha realizado la búsqueda en las siguientes bases de datos: Pubmed, PEDro, BVS, SCIELO, Scopus y Embase. Además, se realizó una búsqueda en abanico. Hemos utilizado los operadores booleanos “AND” y “OR” para organizar nuestras palabras clave y así poder generar nuestra ecuación de búsqueda. Podemos encontrar toda la información con respecto a las ecuaciones de búsqueda de las diferentes bases de datos y resultados obtenidos en el apartado Anexos: Tabla 1. Búsqueda y resultados en las distintas bases de datos.

Criterios de selección de artículo:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 5 años.
- Ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados
- Artículos sobre muestra humana

Criterios de exclusión:

- Artículos en los que la muestra de pacientes no sea cardiópata.
- Artículos en los que no se estudie el ejercicio terapéutico como tratamiento.
- Artículos en los que la HRV no se valore con al menos uno de los dos parámetros principales de esta (SDNN o RMSSD)

Artículos encontrados en cada una de las bases de datos:

- **PUBMED:** De la ecuación de búsqueda planteada para PUBMED obtenemos un total de 31 artículos, de los cuales 10 estaban duplicados (quedándonos con un total de 21 artículos). De estos, tras lectura completa y aplicar criterios selección hemos incluido 2.
- **PEDro:** de la búsqueda llevada a cabo en PEDro obtenemos un total de 54 artículos, de los cuales por lectura completa y aplicación de los criterios de selección descartamos 46 de estos (quedándonos 8 artículos para incluir en la revisión).
- **BVS:** De la búsqueda llevada a cabo en BVS obtenemos un total de 16 artículos, de los cuales tras lectura completa y habiendo aplicado los criterios de selección nos quedamos con 1 artículo.
- **Scielo:** De la búsqueda llevada a cabo en Scielo obtenemos un total de 6 artículos, entre los cuales nos encontramos 2 duplicados (quedándonos con 4 artículos para revisión). Tras lectura completa los rechazamos todos debido a que no cumplen los criterios de selección.
- **Scopus:** De la búsqueda llevada a cabo en Scopus obtenemos un total de 18 artículos, de los cuales descartamos dos duplicados (quedándonos con un total de 16). Tras lectura de título y abstract y criterios de selección no aceptamos ningún artículo.
- **Embase:** De la búsqueda llevada a cabo en Embase obtenemos un total de 67 artículos, de los cuales por lectura descartamos 62, ya que no cumplen los criterios de selección.

Escala Pedro:

Para valorar la calidad metodológica se ha utilizado la escala Pedro. La escala PEDro es una herramienta diseñada para evaluar la calidad metodológica de los diseños clínicos y es empleada en numerosas revisiones bibliográficas.

3. RESULTADOS

Entre los resultados obtenidos de las diferentes búsquedas encontramos 14 ensayos clínicos controlados y aleatorizados y 2 ensayos clínicos aleatorizados prospectivos. Todos los resultados han quedado recogidos en el diagrama de flujo, que se encontrará en la sección de anexos (FIGURA 2. Diagrama de flujo). La población estudiada en ella se compone por pacientes con diferentes tipos de cardiopatías (Tabla 2).

Patología	Número de artículos	Tamaño muestral	Porcentaje del total (Número de artículos sobre el total del número de artículos)
Hipertensión	N=6	239	37.5%
Patología de las Arterias Coronarias	N=2	158	12.5%
Insuficiencia cardíaca	N=5	186	31.25%
Infarto Agudo de Miocardio	N=2	80	12.5%
Patología de las Arterias Periféricas	N=1	36	6.25%
Tamaño muestral total (n=699)			

Tabla 2. Artículos, patología y tamaño muestral

Las variantes que hemos tomado para valorar la mejora de la HRV en los pacientes es el rMSSD y el SDNN. Para valorar si la mejora ha sido significativa estadísticamente hemos usado el P valor. La HRV se ha medido siempre usando un medidor de ECG (electrocardiograma) y un programa informático especializado en analizar la HRV. En un 56,25% de los artículos se han repetido el medidor Polar® (Polar, Kempe, Finland) y el programa de software para análisis de la HRV de

Kubios HRV (The Biomedical Signal Analysis Group, Kuopio, Finland). En el resto de los artículos encontramos otra serie de programas que hacen la misma función.

En la Tabla 3. Calidad metodológica PEDro, la cual podemos encontrar en el apartado anexos, podemos encontrar la puntuación de la escala PEDro para cada artículo.

ESCALA PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Jeferson Rocha, et al. (2019). (22)	No	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Florent Besnier, et al. (2019). (23)	Si	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Abolahrari-Shirazi S., et al. (2019). (24)	Si	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8
Marko Novakovic, et al. (2019). (25)	Si	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Edmin Christa, et al. (2019). (26)	Si	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
Breno Caldas Ribeiro, et al. (2020). (27)	Si	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Giovana Salgado Baffa, et al. (2021). (28)	No	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8
Tainara Tolves, et al. (2021). (29)	Si	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
Nattawut Songcharern, et al.(2022). (30)	No	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Borut Jug, et al. (2022). (31)	No	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Agustín Manresa-Rocamora, et al. (2022). (32)	Si	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8
Mateus de L. Rodrigues, et al. (2023). (33)	Si	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Susana Lopes, et al. (2023). (34)	Si	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Aylin Tanriverdi, et al. (2023). (35)	Si	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8
Junu Upadhyay, et al. (2023). (36)	Si	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
Marzieh Saeidi, et al. (2023). (37)	Si	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Total: 105 puntos/16 estudios						Media: 6,56						

Los números de las columnas corresponden con los siguientes ítems de la escala PEDro.

1. Los criterios de elegibilidad fueron especificados (no se cuenta para el total).
2. Los sujetos fueron ubicados aleatoriamente en grupos.
3. La asignación a los grupos fue encubierta.
4. Los grupos tuvieron una línea de base similar en el indicador de pronóstico más importante.
5. Hubo cegamiento para todos los grupos.
6. Hubo cegamiento para todos los terapeutas que administraron la intervención.
7. Hubo cegamiento de todos los asesores que midieron al menos un resultado clave.
8. Las mediciones de al menos un resultado clave fueron obtenidas en más del 85% de los sujetos inicialmente ubicados en los grupos.
9. Todos los sujetos medidos en los resultados recibieron el tratamiento o condición de control tal como se les asignó, o si no fue este el caso, los datos de al menos uno de los resultados clave fueron analizados con intención de tratar.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron reportados en al menos un resultado clave.
11. El estadístico provee puntos y mediciones de variabilidad para al menos un resultado clave.

La puntuación final estuvo determinada por la suma de los ítems que cumplen los criterios establecidos, con la salvedad de que el ítem número 1 no se tuvo en consideración. Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica. (21)

Tabla 3. Calidad metodológica PEDro

En relación con las calificaciones que se han obtenido en la escala PEDro se ha observado que varios artículos, en concreto 4 de ellos, tienen una calidad metodológica regular, dos de ellos con un 4/10 y otros dos de ellos con un 5/10. Seguidamente encontramos 5 artículos con una aceptable calificación de 6/10, dos 7/10 y cuatro 8/10. Finalmente, encontramos un artículo con una calidad metodológica excelente, 9/10.

Finalmente, de cada uno de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica se ha elaborado una tabla-resumen que contiene los datos de interés para el estudio (Tabla 4. Resultados de artículos), que encontraremos en la sección de anexos.

4. DISCUSIÓN

A continuación, se analizan los resultados, dando respuesta a los objetivos generales y específicos planteados.

4.1 Analizar la evidencia científica disponible sobre el impacto que pueden tener los diferentes tipos de intervención de rehabilitación cardíaca sobre la HRV en pacientes cardiopatas.

Hemos encontrado diversos tipos de intervenciones fisioterápicas centradas en ejercicio terapéutico en diferentes tipos de patologías cardíacas, por lo que vamos a analizar los resultados obtenidos.

Dividiremos los artículos en 3 grupos diferentes: artículos en los que encontramos una mejora en la HRV, artículos en los cuales no encontramos modificación y artículos en los cuales la HRV disminuye.

En un 37,5% de los artículos analizados (23, 25, 26, 29, 31, 34) no encontramos diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros contemplados por este estudio en la HRV.

Sin embargo, en el otro 37,5% de la muestra de nuestros artículos podemos apreciar mejoras en la HRV o en alguno de los parámetros estudiados. (24, 27, 30, 32, 35, 36).

En un 25% de los artículos (22, 29, 33, 37) encontramos que alguno (o ambos) de los parámetros tomados de referencia de la HRV se ve reducido tras la intervención, lo cual significa que, a nivel de la HRV, varias de las intervenciones planteadas en estudios empeoraron la salud cardiaca del paciente.

De esto podemos extraer que los resultados que hemos recogido de los diferentes artículos en los que se estudia la HRV relacionándola con las diferentes intervenciones de fisioterapia encontramos resultados muy heterogéneos, que pueden depender tanto del momento de la toma de la medición, como el tiempo de la duración, tipo de patología o tipo de intervención

Si diferenciamos por patologías, encontramos los 5 grupos que hemos mostrado en la Tabla 2. Si intentamos buscar la relación entre las patologías y la mejora de la HRV podemos apreciar lo siguiente (Tabla 5. Relación Patología-Resultado)

PATOLOGÍA	AUMENTA LA HRV	DISMINUYE LA HRV	NO SE MODIFICA LA HRV
Hipertensión (n=6)	2	2	2
Patología de las Arterias Coronarias (n=3)	2	0	1
Insuficiencia cardíaca (n=4)	2	2	0
Infarto Agudo de Miocardio (n=1)	0	0	1
Patología de las Arterias Periféricas (n=1)	0	0	1

Tabla 5. Relación Patología-Resultado

¿Qué conclusiones podríamos intentar extraer de esta tabla?

- El número de artículos referentes a cada tipo de patología son muy reducidos.
- Requerimos de mayor investigación antes de descartar el uso de la HRV ante patologías de las arterias periféricas o los infartos agudos de miocardio, ya que no consideramos que un artículo con un único tipo de terapia y sin evaluar más pueda reflejar la realidad completa.
- No podemos generar un nexo real entre las patologías y los resultados obtenidos, ya que la muestra de los artículos analizados y el sesgo de heterogeneidad de intervención pueden llevar a error en el juicio

Algo que consideramos interesante a valorar es si dependiendo de la calidad de los estudios (basándonos en la escala PEDro) se obtienen resultados diferentes, ya que consideramos de mayor valor los resultados derivados de artículos con una mayor calidad. La media de puntuación en la escala PEDro de los artículos que reflejan una disminución de la HRV tras la intervención de la terapia es de 5,75, mientras que los artículos que refieren una mejora de la HRV tienen un 6,83 de media en la calidad metodológica y los que no encuentran diferencias significativas un 7,1 de media. No consideramos que de esta información podamos extraer ninguna conclusión relevante.

A continuación analizaremos más detenidamente los artículos e intentaremos encontrar similitudes dentro de los propios grupos.

Artículos en los cuales aumenta la HRV:

Lo más destacable es que en este grupo podemos encontrar el único artículo puramente guiado por la HRV (32). En él, aparte de medir los parámetros antes, durante y tras la intervención, la dosificación del ejercicio depende de los propios parámetros de la HRV. Gracias a ello demuestran que la rehabilitación guiada por la HRV es superior al entrenamiento predefinido, en el cual la progresión de los pacientes se hacía de forma lineal en función del tiempo independientemente de su progresión real individual, a la hora de mejorar la modulación del sistema nervioso parasimpático.

Entre estos 6 artículos en los que encontramos mejora de los pacientes encontramos 4 artículos que comprenden un tratamiento de entre 6 y 8 semanas (24, 30, 32, 35). Sin embargo, hay mucha diferencia entre estos artículos, tanto de intervención como de patología.

En dos de estos artículos mejora la rMSSD, mediante tratamientos de ejercicio aeróbico de baja intensidad basado en la HRV (32) y el uso de técnicas para fortalecer la musculatura respiratoria (H-IMT) (35).

En los otros dos podemos encontrar una mejora de la SDNN mediante el uso de ejercicio aeróbico en pacientes con insuficiencia cardíaca (24) y en pacientes con prehipertensión mediante el uso de ejercicio combinado aeróbico y resistencia (30).

Los otros dos artículos reflejan intervenciones mucho más cortoplacistas, en uno se aplican dos vertientes del pranayama (intervención basada en el control de la respiración proveniente del yoga) y encontramos una mejora instantánea tras la sesión de la rMSSD (36), mientras que en el otro realizan el estudio sobre pacientes recientemente operados con un bypass. En este artículo encontramos que el tratamiento temprano con realidad virtual los primeros 3 días en los que el paciente se encuentra encamado previene una disminución de la HRV como sucede en el grupo control del artículo. (27)

De todo esto podemos extraer que, aunque requerimos de una mayor investigación, los programas de rehabilitación cardíaca basados en la HRV podrían ser efectivos para mejorar estos parámetros, que las intervenciones que han reflejado mejora suelen durar entre 6 y 8 semanas y que para pacientes que acaban de superar una cirugía podemos encontrar terapias que ayudan a prevenir la disminución de esta HRV. Tampoco podemos encontrar una relación directa entre el tipo de ejercicio y el parámetro que mejoran dentro de la HRV. En los artículos en los que se encuentra una mejora de la rMSSD encontramos intervenciones de una menor intensidad, por lo que podríamos intentar relacionarlo con una mejora en el tono vagal, mientras que los artículos en los que se mejora la SDNN se trabaja ejercicio aeróbico (24) y aeróbico y de resistencia (30). Esto último podría ocurrir porque la SDNN indica una mejora en la variabilidad total de la frecuencia cardíaca, por lo que encontramos un corazón más equilibrado y adaptable (10).

Artículos en los cuales no encontramos diferencias estadísticamente significativas en la HRV:

Encontramos otros seis artículos en los cuales se plantean diferentes tipos de intervenciones.

Cabe destacar que en este grupo encontramos una intervención muy similar a la de un artículo incluido en el apartado anterior. En este se planteaba un entrenamiento aeróbico 3 veces por semana durante 12 semanas, sin encontrar mejora en la HRV (34). En el apartado anterior encontrábamos un artículo con una intervención similar (24) pero qué se diferencia en la patología, ya que en uno de ellos la muestra de pacientes presenta insuficiencia cardíaca y en este último los pacientes presentan hipertensión (34). Necesitaríamos una mayor evidencia, pero podríamos extraer que la HRV responde de manera diferente dependiendo del tipo de patología del paciente.

En otro de los artículos se plantea un contraste entre un grupo de pilates y otro de entrenamiento aeróbico en pacientes hipertensos, conservando la pauta de 3 entrenamientos semanales durante 8 semanas para el ejercicio aeróbico, pero tampoco encuentra resultados estadísticamente significativos (29).

El resto de los artículos en los cuales no se encuentra una diferencia en el HRV plantean una

diversidad de tratamientos:

- Entrenamiento de dos semanas de hidroterapia, contrastando con un grupo control y uno de entrenamiento en tierra en pacientes con enfermedad de la arteria coronaria (31)
- Pilates en pacientes con hipertensión (29)
- Yoga en pacientes con IAM (26)
- Entrenamiento interválico de alta intensidad contrastado con uno de intensidad moderada y continuo en pacientes con insuficiencia cardíaca (sin obtener diferencias en ninguno de los dos). (23)
- Contraste entre un grupo de ejercicio sin dolor y uno con dolor moderado en pacientes que presentan patología de la arteria periférica. (25)

La duración de estos estudios es muy dispar, pero se comprende entre 2 semanas (31) y las 12 semanas (25, 26, 34), por lo que no podemos encontrar un nexo entre la duración de las intervenciones y estos resultados.

Artículos en los cuales disminuye la HRV:

En cuanto a los artículos que reflejan una disminución de la HRV podemos encontrar que todos ellos son de una única sesión (22, 28, 33, 37). En todos ellos se trabaja un tipo de intervención diferente; pilates en pacientes hipertensos (22), uso de la ventilación no invasiva en ejercicios de carga constante (28), entrenamiento interválico en step contrastado con un entrenamiento de marcha continua (33) y por último un entrenamiento aeróbico ligero complementado con entrenamiento de resistencia a dos cargas diferentes, obteniendo como resultado que en el grupo que usaba un 75% de la 1Rm (resistencia máxima que puede mover el paciente en una repetición) disminuye el parámetro de la SDNN mientras que en el grupo en el que se empleaba un 50% de la 1Rm no se encontraron cambios en la HRV (37). Podríamos plantear observando estos resultados que a mayor carga/intensidad del ejercicio mayor es la respuesta que tiene que generar el cuerpo. A este respecto encontramos numerosos artículos que avalan que tras el ejercicio físico encontramos un predominio del sistema nervioso simpático. (38, 39, 40, 41, 42, 43).

4.2 Investigar si el parámetro de la HRV se está introduciendo para dosificar la intensidad en los programas de rehabilitación cardíaca.

Solo hemos encontrado un artículo en el cual la intervención se dosifica mediante el parámetro de la HRV. En el propio artículo se menciona que, hasta donde saben, ese es el primer estudio que examina la superioridad de la dosificación del ejercicio mediante la HRV para mejorar los predictores de mortalidad. Sin embargo, podemos encontrar dos protocolos de estudios que plantean rehabilitación basada en la HRV para pacientes que han sufrido patologías como ictus (44) o cáncer de mama (45).

El protocolo de estudio que hace referencia a la patología de ACV (44) buscaría emplear la HRV como una manera de individualizar el tratamiento a cada uno de los pacientes. Por otra parte, el artículo cuya muestra se compondría por pacientes con cáncer de mama busca también individualizar el tratamiento para reducir la cardiotoxicidad derivada por el cáncer.

Podemos deducir de aquí que investigadores y terapeutas consideran que la HRV es una variable posiblemente útil a la hora de individualizar un tratamiento y conseguir la mejor evolución posible para los pacientes.

4.3 Identificar y reportar los efectos adversos asociados con las diferentes intervenciones de rehabilitación cardíaca en los estudios revisados.

La mayoría de los estudios incluidos en la muestra (43,75%) reportan que no han aparecido efectos adversos en los pacientes durante el tratamiento (23, 25, 27, 29, 30, 35, 37). Por otra parte, hay artículos que no presentan en su texto este tipo de afirmación, pero tampoco indican que haya ocurrido ningún tipo de evento adverso durante sus intervenciones (22, 26, 28, 31, 32, 33, 34 y 36). Sin embargo, encontramos un artículo (24) donde dice que no aparecen efectos adversos graves, pero aparecieron contracciones ventriculares prematuras en 2 pacientes, uno de los pacientes del grupo ET (Exercise training) (24) experimentó hipotensión severa durante dos sesiones del entrenamiento consecutivas y otro paciente de este mismo grupo experimentó problemas respiratorios no relacionados con el entrenamiento físico.

4.4 Limitaciones

La limitación principal es la heterogeneidad tanto de la muestra como de las intervenciones. No podemos esperar que patologías diferentes (aunque todas cardiovasculares) respondan de la misma manera ante un tratamiento similar como es el ejercicio terapéutico, así como tampoco podemos esperar que en todas ellas considerando las diferencias fisiológicas el parámetro de la HRV reaccione de la misma manera. Otra limitación que hemos encontrado es que solo 2 de los 16 estudios incluidos son prospectivos, y consideramos muy interesante evaluar la mejora a largo plazo tras la intervención.

También debemos tener en cuenta el sesgo de localización de estudios por el que trabajos que presenten resultados negativos tienen más dificultad para ser publicados en revistas de impacto.

4.5 Aplicación clínica

Tras este estudio consideramos que debería desarrollarse más investigación en la que se emplee la HRV como dosificador principal de la intensidad del ejercicio terapéutico en la rehabilitación cardíaca, ya que solo uno de los estudios incluido en esta investigación lo empleaba de esa manera. También consideramos que evaluar la HRV tiene una aplicación clínica relevante a la hora de evaluar la mejoría del paciente y el riesgo que tiene de sufrir un futuro evento cardíaco.

4.6 Perspectivas futuras

La HRV, como se ha nombrado en el punto anterior, puede ser una herramienta muy útil en la evaluación y dosificación de la rehabilitación en pacientes cardiopatas. Sin embargo, se requiere más evidencia con estudios de muestra e intervención más homogénea y que evalúen períodos más extendidos en el tiempo.

5. CONCLUSIÓN

Tras analizar la evidencia científica disponible sobre el impacto de los diferentes tipos de intervención de rehabilitación cardíaca en la HRV sobre pacientes cardiopatas, podemos concluir que hemos encontrado resultados muy heterogéneos sobre una muestra igual de heterogénea. Consideramos que es una herramienta muy útil a nivel clínico pero que requiere de mayor investigación.

Por otra parte, podemos concluir que las intervenciones de rehabilitación cardíaca estudiadas son fundamentalmente seguras para los pacientes, ya que solo en uno de los artículos de la muestra encontramos dos pacientes que sufrieron contratiempos leves durante la rehabilitación que no les impidió seguir en el programa de rehabilitación y completar el estudio.

Finalmente, consideramos que la HRV es una apuesta de futuro para emplearla como principal dosificador de la rehabilitación cardíaca, ya que ha reportado resultados prometedores. Sin embargo, requerimos de mayor evidencia.



6. ANEXOS

Figura 2. Diagrama de flujo

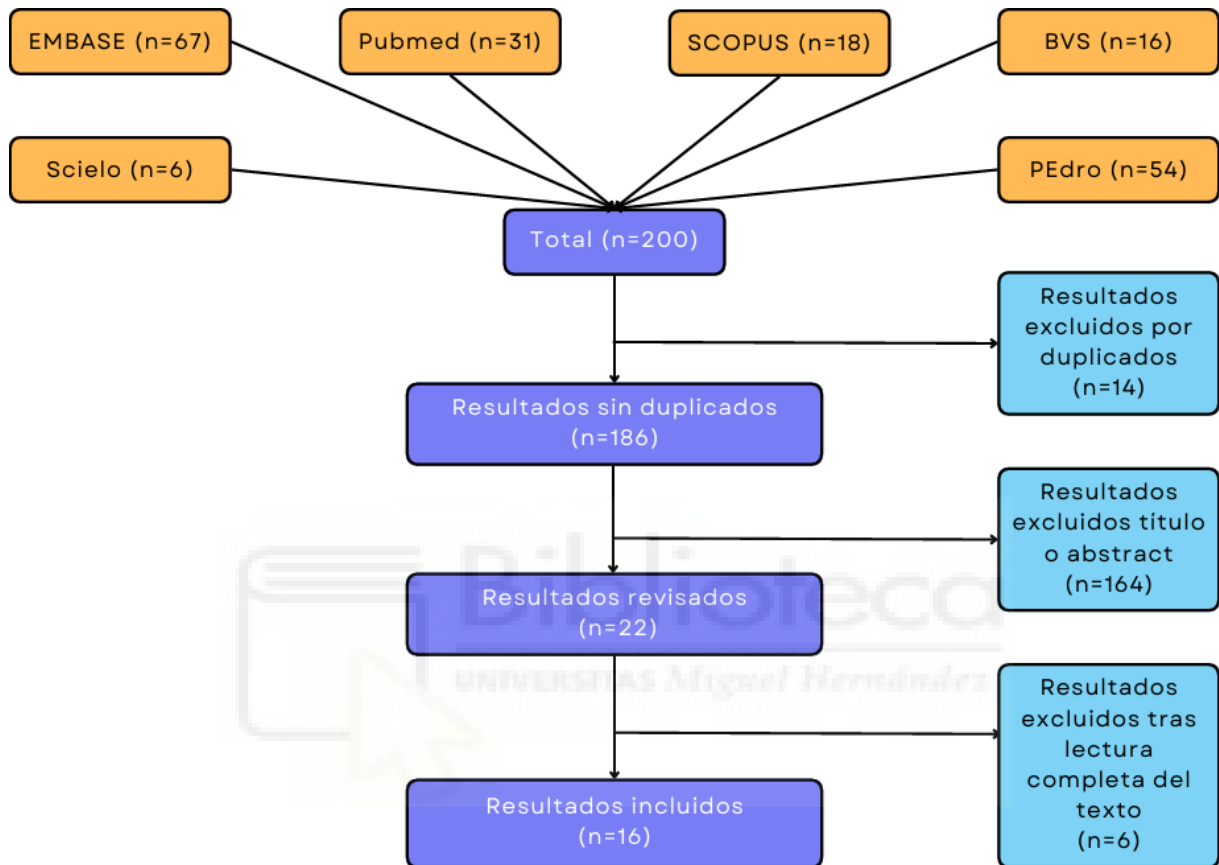


Tabla 1. Búsqueda y resultados en las distintas bases de datos

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	PRIMER RESULTADO	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
Embase	'cardiovascular disease'/exp AND ('exercise'/exp OR 'physiotherapy'/exp) AND 'heart rate variability'/exp AND 'randomized controlled trial'/exp AND (2019:py OR 2020:py OR 2021:py OR 2022:py OR 2023:py OR 2024:py) AND ('clinical trial'/de OR 'randomized controlled trial'/de) AND 'article'/it	67	5
Pubmed	(("heart rate variability"[All Fields] OR "HRV"[All Fields]) AND ("exercise"[All Fields] OR "physical activity"[All Fields] OR "cardiac rehabilitation"[All Fields]) AND ("cardiovascular diseases"[All Fields] OR "heart diseases"[All Fields] OR "heart failure"[All Fields] OR "ischemic heart disease"[All Fields] OR "coronary artery disease"[All Fields] OR "myocardial infarction"[All Fields] OR "angina pectoris"[All Fields] OR "coronary stenosis"[All Fields] OR "atherosclerosis"[All Fields] OR "coronary thrombosis"[All Fields] OR "myocardial ischemia"[All Fields] OR "acute coronary syndrome"[All Fields] OR "coronary revascularization"[All Fields] OR "coronary angiography"[All Fields] OR "myocardial reperfusion"[All Fields] OR "stable angina"[All Fields] OR "unstable angina"[All Fields] OR "STEMI"[All Fields] OR "NSTEMI"[All Fields] OR "coronary artery bypass grafting"[All Fields] OR "percutaneous coronary intervention"[All Fields] OR "cardiac ischemia"[All Fields] OR "ischemic cardiomyopathy"[All Fields])) AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter]) AND (humans[Filter]))	31	2
PEDro	HRV exercise Filtros: - Clinical Trial - 2019 - Match all search terms (AND)	54	8

Tabla 1. Búsqueda y resultados en las distintas bases de datos. Continuación.

<p>BVS</p>	<p>((("HRV")) OR (("Heart Rate Variability"))) AND (("exercise") OR (("physical therapy"))) AND (id:((" ENSAYO CLINICO CONTROLADO ALEATORIO"))) OR (id:(("ENSAYO CLINICO CONTROLADO"))) OR (id:(("ENSAYO CLINICO")))</p> <p>Añadiendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensayo clínico controlado - Estudio observacional - Últimos 5 años 	<p>16</p>	<p>1</p>
<p>Scielo</p>	<p>("heart rate variability" OR HRV) AND ("exercise" OR "physical activity" OR "cardiac rehabilitation") AND ("cardiovascular diseases" OR "heart diseases" OR "heart failure" OR "ischemic heart disease" OR "coronary artery disease" OR "myocardial infarction" OR "angina pectoris" OR "coronary stenosis" OR "atherosclerosis" OR "coronary thrombosis" OR "myocardial ischemia" OR "acute coronary syndrome" OR "coronary revascularization" OR "coronary angiography" OR "myocardial reperfusion" OR "stable angina" OR "unstable angina" OR "STEMI" OR "NSTEMI" OR "coronary artery bypass grafting" OR "percutaneous coronary intervention" OR "cardiac ischemia" OR "ischemic cardiomyopathy")</p> <p>Añadiendo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Últimos 5 años 	<p>6</p>	<p>0</p>

Tabla 1. Búsqueda y resultados en las distintas bases de datos. Continuación.

<p>Scopus</p>	<p>TITLE-ABS-KEY ((("heart rate variability" OR hrv) AND ("exercise" OR "physical activity" OR "cardiac rehabilitation")) AND ("cardiovascular diseases" OR "heart diseases" OR "heart failure" OR "ischemic heart disease" OR "coronary artery disease" OR "myocardial infarction" OR "angina pectoris" OR "coronary stenosis" OR "atherosclerosis" OR "coronary thrombosis" OR "myocardial ischemia" OR "acute coronary syndrome" OR "coronary revascularization" OR "coronary angiography" OR "myocardial reperfusion" OR "stable angina" OR "unstable angina" OR "STEMI" OR "NSTEMI" OR "coronary artery bypass grafting" OR "percutaneous coronary intervention" OR "cardiac ischemia" OR "ischemic cardiomyopathy")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT- TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Heart Rate Variability")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "HEAL"))</p> <p>Filtros: Subject area: Limited to Health Professions Document type: Limited to Article Keyword: Limited to Heart Rate Variability Posterior a 2019</p>	<p>18</p>	<p>0</p>
<p>Total:</p>		<p>200</p>	<p>16</p>

Tabla 4. Resultados de artículos

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Acute effect of a single session of pilates on blood pressure and cardiac autonomic control in middle-aged adults with hypertension.</p> <p>Jeferson Rocha, Felipe A. Cunha, Ricardo Cordeiro, Wallace Monteiro, Linda S. Pescatello, And Paulo Farinatti</p> <p>2019</p> <p>(22)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>13 participantes con hipertensión (6 hombres y 7 mujeres)</p>	<p>La sesión de pilates consistió en 10 minutos de calentamiento y aproximadamente 50 minutos donde se hizo un circuito de 10 repeticiones por ejercicio donde se trabajaban los grupos musculares principales. La frecuencia cardíaca se midió durante la sesión con un monitor.</p> <p>La sesión de control se hizo en el mismo local donde la de pilates y los individuos permanecieron 60 minutos sentados.</p>	<p>La HRV se mide de manera simultánea 10 minutos antes y 60 minutos después de la sesión en posición supina.</p> <p>Encontramos una reducción significativa en los indicadores parasimpáticos de la HRV tras una sesión aguda de pilates:</p> <p>rMSSD ($-8.3 \pm 15.4 \text{ ms} \cdot \text{min}^{-1}$, $p = 0.013$).</p> <p>No se encontró diferencia a nivel de SNS.</p> <p>SDNN ($-17.7 \pm 34.6 \text{ ms} \cdot \text{min}^{-1}$, $p = 0.100$)</p>	<p>Podemos apreciar que tras la sesión de pilates la presión arterial se reduce, lo que se relaciona directamente con la disminución de la actividad parasimpática (reflejada mediante la HRV)</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial</p> <p>Florent Besnier, Marc Labrune, Lisa Richard, Florence Faggianelli, Hélène Kerros, Laurent Soukarié, Marc Bousquet, Jean- Louis Garcia, Atul Pathak, Céline Gales, Thibaut Guiraud, Jean Michel Sénard</p> <p>2019</p> <p>(23)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra se compone por 31 individuos con insuficiencia cardíaca crónica.</p>	<p>Estos 31 pacientes se distribuyeron en dos grupos. El grupo de ejercicio continuo de intensidad moderada (MICT, n=15) y el grupo de ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT, n=16). El programa de rehabilitación duró 3 horas al día, 5 días a la semana, durante 3.5 semanas. La actividad diaria incluía entrenamiento de resistencia en bicicleta (HIIT o MICT), 30 minutos de gimnasia o fortalecimiento muscular y sesiones de caminata al aire libre de 45 minutos. El HIIT incluyó dos bloques de entrenamiento interválico de 8 minutos cada uno, separados por 4 minutos de recuperación pasiva. Cada bloque de 8 minutos consistió en alternar entre 30 segundos al 100% del máximo rendimiento de potencia y 30 segundos de recuperación pasiva. El entrenamiento MICT consistió en andar en bicicleta durante 30 minutos al 60% del máximo rendimiento de potencia. Cada modo de entrenamiento comenzó con 5 minutos de calentamiento y terminó con 5 minutos de enfriamiento al 30% del máximo rendimiento de potencia.</p>	<p>En el grupo MICT encontramos una SDNN inicial de 86.8 (37.0) que tras la intervención era 96.3 (37.4)</p> <p>En el grupo HIIT encontramos una SDNN inicial de 100.9 (46.2) que tras la intervención era 112.3 (42.6)</p> <p>En el grupo MICT encontramos una rMSSD inicial de 32.4 (20.3) que tras la intervención era 46.5 (31.7)</p> <p>En el grupo HIIT aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 40.3 (39.6) que tras la intervención era 49.2 (31.7)</p>	<p>No encontramos valores estadísticamente relevantes respecto a la modificación de los parámetros SDNN o rMSSD (no encontramos ningún P valor inferior a 0.05 en ninguno de los dos parámetros).</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN																								
<p>Effect of Exercise Training on Heart Rate Variability in Patients with Heart Failure After Percutaneous Coronary Intervention</p> <p>Abolahrari-Shirazi S.1, Kojuri J.2, Bagheri Z.3, Rojhani-Shirazi Z.4,5*</p> <p>2019</p> <p>(24)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>50 pacientes con una FEV izquierda inferior al 40% que se han sometido a una intervención coronaria subcutánea.</p>	<p>Se plantearon dos grupos; el grupo control y el grupo ET (exercise training). A los pacientes de ambos grupos se les da una pauta de ejercicios para casa.</p> <p>Los pacientes del grupo ET recibieron 3 entrenamientos semanales durante 7 semanas. Estos entrenamientos consistían en 5 minutos de calentamiento, 45 minutos de ejercicio aeróbico y 5 minutos de vuelta a la calma. En un comienzo la intensidad del ejercicio se fijó en el 40% del VO2 max, para incrementarlo progresivamente hasta el 70%.</p>	<p>Después de la intervención la SDNN mejoró en el grupo ET ($p=0,002$), mientras que el resto de los índices de la HRV no mostraron cambios significativos.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Exercise training (n=25)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>P value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SDNN(ms)</td> <td>99.27(33.04)</td> <td>130.96(57.76)</td> <td>0.002</td> </tr> </tbody> </table> <p>El grupo control no mostró cambios significativos en ningún parámetro de la HRV.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Exercise training (n=25)</th> <th>Control (n=25)</th> <th>P value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SDNN(ms)</td> <td>31.68(44.43)</td> <td>0.01(25.49)</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>RMSSD(ms)</td> <td>4.81(13.13)</td> <td>-2.08(13.86)</td> <td>0.077</td> </tr> </tbody> </table>	Exercise training (n=25)					Pre	Post	P value	SDNN(ms)	99.27(33.04)	130.96(57.76)	0.002		Exercise training (n=25)	Control (n=25)	P value	SDNN(ms)	31.68(44.43)	0.01(25.49)	0.003	RMSSD(ms)	4.81(13.13)	-2.08(13.86)	0.077	<p>El entrenamiento de ejercicio fue efectivo para mejorar la HRV en pacientes con insuficiencia cardíaca tras una intervención coronaria subcutánea.</p>
Exercise training (n=25)																													
	Pre	Post	P value																										
SDNN(ms)	99.27(33.04)	130.96(57.76)	0.002																										
	Exercise training (n=25)	Control (n=25)	P value																										
SDNN(ms)	31.68(44.43)	0.01(25.49)	0.003																										
RMSSD(ms)	4.81(13.13)	-2.08(13.86)	0.077																										

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Moderate-pain versus pain-free exercise, walking capacity, and cardiovascular health in patients with peripheral artery disease</p> <p>Marko Novakovic, Barbara Krevel, Uros Rajkovic, Tjasa Vizintin Cuderman, Katja Janša Trontelj, Zlatko Fras, Borut Jug</p> <p>2019</p> <p>(25)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra se compone por 36 pacientes con claudicación intermitente, de los cuales completaron el estudio 29.</p>	<p>Se crearon 3 grupos a los que se asignaron los pacientes de manera aleatoria. Uno era grupo de cuidado habitual, que realizó ejercicio sin supervisión. Los otros dos eran uno de ejercicio sin dolor y el otro ejercicio con dolor moderado.</p>	<p>En el grupo control encontramos una SDNN inicial de 25(18-52) que tras la intervención era 30(16-36)</p> <p>En el grupo sin dolor encontramos una SDNN inicial de 27(23-34) que tras la intervención era 25(21-37)</p> <p>En el grupo dolor moderado encontramos una SDNN inicial de 34(23-43) que tras la intervención era 42(25-56)</p> <p>En el grupo control aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 20(8-33) que tras la intervención era 17(7-33)</p> <p>En el grupo sin dolor encontramos una rMSSD inicial de 19(14-33) que tras la intervención era 20(13-24)</p> <p>En el grupo dolor moderado aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 17(13-31) que tras la intervención era 18(12-37)</p>	<p>Ninguno de los tratamientos se ha relacionado con cambios en la HRV de los pacientes.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Effect of Yoga-Based Cardiac Rehabilitation on Heart Rate Variability: Randomized Controlled Trial in Patients Post-MI</p> <p>Edmin Christa, Raj Kumar Yadav, Prachi Srivastava, Ambuj Roy, Dinu S. Chandran, Kishore Kumar Deepak, Ashok Kumar Jaryal</p> <p>2019</p> <p>(26)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>79 pacientes que han sufrido un IAM (Infarto Agudo de Miocardio)</p>	<p>Se plantean dos grupos, el grupo de yoga (YG) y un grupo de cuidado estándar (SCG).</p> <p>Los pacientes del grupo de yoga hicieron 13 sesiones hospitalarias de yoga y lo complementaron con yoga domiciliario a lo largo de 12 semanas a parte del cuidado estándar.</p> <p>El grupo de cuidado estándar incluyó recomendaciones y un folleto antes de abandonar el hospital.</p>	<p>En el SCG encontramos una SDNN inicial de 31.98 (7.12–93.39) que tras la intervención era 5.98 (–51.38–24.23)</p> <p>En el YG encontramos una SDNN inicial de 36.81 (13.15–95.28) que tras la intervención era 4.59 (–27.78–70.93)</p> <p>En el SCG encontramos una rMSSD inicial de 21.98 (5.51–150.74) que tras la intervención era 4.52 (–127.31–44.27)</p> <p>En el YG aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 29.48 (4.62–142.92) que tras la intervención era 1.73 (–80.22–96.44)</p> <p>El P valor para la variación de la rMSSD es 0.891, mientras que el P valor para la variación de la SDNN es 0.875.</p>	<p>Este programa de rehabilitación cardíaca basado en yoga a corto plazo no tuvo efectos en cambiar el predominio simpático del SN de los pacientes que fueran estadísticamente relevantes.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial</p> <p>Breno Caldas Ribeiro, Jadson José Guimarães da Poça, Amanda Martins Cavalcante Rocha, Clícia Naeli Silva da Cunha, Katiane da Costa Cunha, Luiz Fábio Magno Falcão, Daniel da Costa Torres, Larissa Salgado de Oliveira Rocha, Rodrigo Santiago Barbosa Rocha</p> <p>2020</p> <p>(27)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>48 pacientes que habían pasado por una cirugía de bypass coronario.</p>	<p>Estos 48 pacientes se asignaron a 3 grupos diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 16 al grupo de control (CG) - 15 al grupo de early mobilization group (EMG) - 17 al grupo de virtual reality group (VRG) <p>El CG realizó fisioterapia respiratoria y ejercicios metabólicos, el EMG realizó ejercicios en cicloergómetro y deambulación y el VRG realizó las mismas actividades que el grupo EMG añadiendo 2 juegos de Nintendo Wii durante 3 días de postoperatorio</p>	<p>El CG mostró una disminución en la HRV desde el periodo preoperatorio hasta el cuarto día de postoperatorio en la rMSSD ($33,18 \pm 9,89-9,74 \pm 6,88$ $p < 0,05$) y SDNN ($25,84 \pm 7,50-15,23 \pm 11,27$ $p < 0,05$). El EMG y VRG presentaron una mayor modulación autonómica cardíaca en comparación con el CG ($p < 0,05$), con mejor actividad parasimpática.</p>	<p>En el periodo postoperatorio, el índice rMSSD y el SDNN fueron mayores en VRG y EMG que en CG, lo que demuestra que el ejercicio físico tiene una mayor influencia parasimpática en estos grupos en comparación con el CG.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN																								
<p>Noninvasive ventilation can modulate heart rate variability during high-intensity exercise in COPD- CHF patients</p> <p>Giovana Salgado Baffaa, Cassia da Luz Goularta, Flavia Rossi Caruso, Adriana S. Garcia de Araujo, Polliana Batista dos Santos, Meliza Goi Roscanib, Fabio Rodrigo Pronec, Jose Carlos Bonjornob, Renata Gonçalves Mendesa, Audrey Borghi-Silvaa</p> <p>2021</p> <p>(28)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra se compone por 14 pacientes con EPOC e insuficiencia cardíaca crónica (CHF)</p>	<p>Siete días después de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar (CPET) los pacientes se sometieron aleatoriamente a dos ejercicios de carga constante (CLE) con ventilación no invasiva (NIV) o ventilación simulada hasta el límite de tolerancia, con el 80% de la carga máxima del CPET. Los intervalos R-R (RRi) se recogieron continuamente durante el reposo, el ejercicio y la recuperación. Se obtuvieron índices de variabilidad del ritmo cardíaco (HRV) en el dominio del tiempo y la frecuencia, así como índices no lineales.</p>	<p>La ventilación no invasiva (NIV) resultó en una disminución de la rMSSD durante el ejercicio en comparación con el reposo. Además, la ventilación no invasiva durante el ejercicio indujo una menor rMSSD y entropía muestral en comparación con la ventilación simulada.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">NIV (n = 14)</th> </tr> <tr> <th>Time domain</th> <th>Rest</th> <th>Exercise</th> <th>Recovery</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>rMSSD (ms)</td> <td>34 ± 18</td> <td>15 ± 10*</td> <td>29 ± 19#</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">SHAM (n=14)</th> </tr> <tr> <th>Time domain</th> <th>Rest</th> <th>Exercise</th> <th>Recovery</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>rMSSD (ms)</td> <td>37 ± 20</td> <td>30 ± 15</td> <td>32 ± 19</td> </tr> </tbody> </table>	NIV (n = 14)				Time domain	Rest	Exercise	Recovery	rMSSD (ms)	34 ± 18	15 ± 10*	29 ± 19#	SHAM (n=14)				Time domain	Rest	Exercise	Recovery	rMSSD (ms)	37 ± 20	30 ± 15	32 ± 19	<p>La NIV durante el ejercicio produjo una mayor frecuencia cardíaca y respuestas autónomas en los pacientes de EPOC-CHF. Además, la gravedad de la EPOC se asocia negativamente a una mayor respuesta vagal durante el ejercicio con NIV (p>0-05).</p>
NIV (n = 14)																													
Time domain	Rest	Exercise	Recovery																										
rMSSD (ms)	34 ± 18	15 ± 10*	29 ± 19#																										
SHAM (n=14)																													
Time domain	Rest	Exercise	Recovery																										
rMSSD (ms)	37 ± 20	30 ± 15	32 ± 19																										

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Pilates vs aerobic training effects in hypertensives: randomized trial</p> <p>Tainara Tolves, Caroline Montagner Pippi, Matheus Barros Moreira, Geovana de Almeida Righi, Natiele Camponogara Righi, Luis Ulisses Signori, Antonio Marcos Vargas da Silva</p> <p>2021</p> <p>(29)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra se compone por 24 pacientes con hipertensión.</p>	<p>Estos 24 pacientes fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos. El grupo de entrenamiento aeróbico (ATG) realizó tres sesiones de 40 minutos cada semana, de una intensidad moderada (40-70% de la reserva de la frecuencia cardíaca). El grupo que para el entrenamiento empleó el método pilates realizó dos sesiones semanales de 60 minutos (ambos durante el mismo periodo de 8 semanas).</p>	<p>En el grupo PMG encontramos una SDNN inicial de $30.7 \pm 10.6.5$ que tras la intervención era 29.4 ± 9.5</p> <p>En el grupo ATG encontramos una SDNN inicial de 39.1 ± 17.2 que tras la intervención era 36.3 ± 14.2</p> <p>En el grupo PMG encontramos una rMSSD inicial de 24.2 ± 10.9 que tras la intervención era 20.7 ± 8.5</p> <p>En el grupo ATG aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 26 ± 15.1 que tras la intervención era 23.2 ± 9.1</p>	<p>No encontramos valores estadísticamente relevantes respecto a la modificación de los parámetros SDNN o rMSSD.</p> <p>Las 8 semanas de entrenamiento no fueron suficientes para modificar el equilibrio autonómico.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Improved arterial stiffness after combined aerobic and resistance training: correlation with heart rate variability change in prehypertensive offspring of hypertensive parents</p> <p>Nattawut Songcharern, Ratree Ruangthai, Piyaporn Tumnark, Jatuporn Phoemsaphawee</p> <p>2022</p> <p>(30)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra fue de 30 pacientes hombres con prehipertensión</p>	<p>La muestra se dividió en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El combined exercise training group (CBT, n=15) - El no exercise group (CON, n=15) <p>El grupo CBT consistía en tres sesiones de 60 minutos por semana durante 8 semanas.</p> <p>La sesión de ejercicios incluyó resistencia, aeróbicos y ejercicios de estiramiento: 5 min de estiramiento dinámico para calentar, 20 minutos de ejercicios de resistencia, 30 minutos de caminata en cinta rodante, y 5 min de estiramiento estático para refrescar.</p>	<p>En el grupo CON encontramos una SDNN inicial de 67.0 ± 33.5 que tras la intervención era 67.7 ± 26.3</p> <p>En el grupo CBT encontramos una SDNN inicial de 65.4 ± 22.1 que tras la intervención era 89.0 ± 25.8</p> <p>En el grupo CON encontramos una rMSSD inicial de 42.5 ± 23.3 que tras la intervención era 43.1 ± 36.4</p> <p>En el grupo CBT aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 51.2 ± 21.1 que tras la intervención era 64.5 ± 34.1</p>	<p>Encontramos una mejora estadísticamente significativa ($p > 0.01$) en el aumento de la SDNN en el grupo CBT</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN																																																																								
<p>The Effect of Aquatic Exercise Training on Heart Rate Variability in Patients with Coronary Artery Disease</p> <p>Borut Jug, Danijela Vasic, Marko Novakovic, Viktor Avbelj, Lea Rupert and Juš Kšela</p> <p>2022</p> <p>(31)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado prospectivo</p>	<p>La muestra se compone por 90 individuos con la enfermedad de las arterias coronarias.</p>	<p>Se aleatorizaron 90 pacientes a dos grupos. El grupo 1 donde se hacían los entrenamientos con ejercicios en el agua y el grupo 2, donde se hacían en tierra. Se hicieron 2 sesiones diarias durante 14 días. También había un grupo control, a estos pacientes se les dio consejos sobre el estilo de vida pero se les pidió que no iniciaran ningún tipo de rehabilitación que incluyera ejercicio físico por su cuenta.</p>	<p>Podemos apreciar en estas tablas los resultados de los diferentes grupos (antes y después de la intervención) tanto de la SDNN como de la rMSSD</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Control Group</th> <th><i>p</i>*</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Baseline</th> <th>After</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SDNN</td> <td></td> <td>35.4 (13.4)</td> <td>39.3 (12.3)</td> <td>0.120</td> <td>0.256</td> </tr> <tr> <td>RMSSD</td> <td></td> <td>17.6 (14.4–26)</td> <td>19.3 (14.8–37.5)</td> <td>0.307</td> <td>0.095</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Land-Based Exercise Group</th> <th><i>p</i></th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Baseline</th> <th>After</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SDNN</td> <td></td> <td>37,1 (15.6)</td> <td>35 (16)</td> <td></td> <td>0.504</td> </tr> <tr> <td>RMSSD</td> <td></td> <td>15.2 (10.5–30.7)</td> <td>18,0 (10–24)</td> <td></td> <td>0.126</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Water-Based Exercise Group</th> <th><i>p</i></th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Baseline</th> <th>After</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SDNN</td> <td></td> <td>39 (16.6)</td> <td>35.7 (18.3)</td> <td></td> <td>0.364</td> </tr> <tr> <td>RMSSD</td> <td></td> <td>18.9 (14.7–25.1)</td> <td>14.4 (11.8–19.7)</td> <td></td> <td>0.182</td> </tr> </tbody> </table>			Control Group			<i>p</i> *			Baseline	After			SDNN		35.4 (13.4)	39.3 (12.3)	0.120	0.256	RMSSD		17.6 (14.4–26)	19.3 (14.8–37.5)	0.307	0.095			Land-Based Exercise Group			<i>p</i>			Baseline	After			SDNN		37,1 (15.6)	35 (16)		0.504	RMSSD		15.2 (10.5–30.7)	18,0 (10–24)		0.126			Water-Based Exercise Group			<i>p</i>			Baseline	After			SDNN		39 (16.6)	35.7 (18.3)		0.364	RMSSD		18.9 (14.7–25.1)	14.4 (11.8–19.7)		0.182	<p>No encontramos ninguna diferencia estadísticamente significativa.</p>
		Control Group			<i>p</i> *																																																																								
		Baseline	After																																																																										
SDNN		35.4 (13.4)	39.3 (12.3)	0.120	0.256																																																																								
RMSSD		17.6 (14.4–26)	19.3 (14.8–37.5)	0.307	0.095																																																																								
		Land-Based Exercise Group			<i>p</i>																																																																								
		Baseline	After																																																																										
SDNN		37,1 (15.6)	35 (16)		0.504																																																																								
RMSSD		15.2 (10.5–30.7)	18,0 (10–24)		0.126																																																																								
		Water-Based Exercise Group			<i>p</i>																																																																								
		Baseline	After																																																																										
SDNN		39 (16.6)	35.7 (18.3)		0.364																																																																								
RMSSD		18.9 (14.7–25.1)	14.4 (11.8–19.7)		0.182																																																																								

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN																		
<p>Heart Rate Variability-Guided Training for Improving Mortality Predictors in Patients with Coronary Artery Disease</p> <p>Agustín Manresa-Rocamora, José Manuel Sarabia, Beatriz Miralles-Vicedo, Enrique Roche, Silvia Guillen-Garcia, Néstor Vicente-Salar, Patricio Pérez-Berbel and Manuel Moya-Ramón</p> <p>2022</p> <p>(32)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra fue de 21 pacientes que previamente habían sufrido o un IAM o una angina de pecho.</p>	<p>La muestra se dividió en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El HRV-guided training group(n=11) - El predefined training group (n=12) <p>El protocolo del estudio se planteó en dos periodos de tiempo, dos semanas para tomar las mediciones de base (BP) y otras seis semanas de entrenamiento (TP).</p> <p>Durante el periodo de BP los pacientes hicieron 2 sesiones de entrenamiento de baja intensidad semanalmente para familiarizarse con el equipamiento. El la duración de estas sesiones era de entre 20 y 30 minutos. Las sesiones de las semanas de TP eran sesiones de intensidad personalizada de una duración de entre 30 y 40 minutos.</p>	<p>En la siguiente tabla de resultados podemos apreciar la evolución de la rMSSD (ms) de dos maneras. La primera de ellas es una medición concreta antes y después de ambas intervenciones, mientras que la segunda es una comparación de las medias semanales.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Group</th> <th>Pre</th> <th>Post</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Isolated RMSSD (ms)</td> <td>PRED-G</td> <td>28.4 ± 11.8</td> <td>29.4 ± 10.2</td> </tr> <tr> <td>HRV-G</td> <td>41.9 ± 34.0</td> <td>39.1 ± 29.1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Weekly averaged RMSSD (ms)</td> <td>PRED-G</td> <td>57.6 ± 20.0</td> <td>54.8 ± 19.8</td> </tr> <tr> <td>HRV-G</td> <td>49.7 ± 16.0</td> <td>57.3 ± 18.3</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Group	Pre	Post	Isolated RMSSD (ms)	PRED-G	28.4 ± 11.8	29.4 ± 10.2	HRV-G	41.9 ± 34.0	39.1 ± 29.1	Weekly averaged RMSSD (ms)	PRED-G	57.6 ± 20.0	54.8 ± 19.8	HRV-G	49.7 ± 16.0	57.3 ± 18.3	<p>Podemos encontrar una diferencia estadísticamente significativa (p=0,034) en la mejora de la rMSSD media semanal en el HRV-G.</p>
Variable	Group	Pre	Post																				
Isolated RMSSD (ms)	PRED-G	28.4 ± 11.8	29.4 ± 10.2																				
	HRV-G	41.9 ± 34.0	39.1 ± 29.1																				
Weekly averaged RMSSD (ms)	PRED-G	57.6 ± 20.0	54.8 ± 19.8																				
	HRV-G	49.7 ± 16.0	57.3 ± 18.3																				

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN																											
<p>Acute effect of interval step exercise versus continuous walk exercise on cardiovascular parameters in hypertensive postmenopausal women: A clinical, controlled, and randomized study.</p> <p>Mateus de L. Rodrigues, Victor Hugo V. Carrijo, Ana Luiza Amaral, Ana Clara R. Cunha, Julia B. Tavares, Juliene G. Costa, Ludimila F. Gonçalves, Tallita Cristina F. de Souza, Igor M. Mariano, Guilherme M. Puga</p> <p>2023</p> <p>(33)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>12 mujeres con hipertensión y menopausia</p>	<p>5 sesiones, las dos primeras con el fin de educar a las pacientes. Tras esto tres sesiones experimentales con un periodo de descanso de 7 días entre sesiones.</p> <p>Comparación entre las diferentes sesiones: CE (ejercicio continuo), el CO (control) y la IE (ejercicio interválico)</p>	<p>Podemos apreciar cómo tanto la SDNN como la RMSSD disminuye tras las sesiones de ejercicio.</p> <p>El P valor para la variación de la rMSSD es >0.001, mientras que el P valor para la variación de la SDNN es >0.001.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">SDNN (ms)</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>23.1 ± 10.7</td> <td>32.4 ± 17.0</td> </tr> <tr> <td>IE</td> <td>21.0 ± 13.6</td> <td>16.1 ± 6.5</td> </tr> <tr> <td>CE</td> <td>21.7 ± 10.8</td> <td>18.2 ± 8.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">RMSSD (ms)</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>21.6 ± 12.9</td> <td>30.0 ± 22.8</td> </tr> <tr> <td>IE</td> <td>19.8 ± 17.4</td> <td>13.1 ± 8.7</td> </tr> <tr> <td>CE</td> <td>20.1 ± 13.6</td> <td>13.6 ± 9.3</td> </tr> </tbody> </table>		Pre	Post	SDNN (ms)			CO	23.1 ± 10.7	32.4 ± 17.0	IE	21.0 ± 13.6	16.1 ± 6.5	CE	21.7 ± 10.8	18.2 ± 8.5	RMSSD (ms)			CO	21.6 ± 12.9	30.0 ± 22.8	IE	19.8 ± 17.4	13.1 ± 8.7	CE	20.1 ± 13.6	13.6 ± 9.3	<p>El estudio muestra una reducción en la HRV tras las dos sesiones de ejercicio comparando con la sesión control. Puede ser a causa de la disfunción. Aunque de manera aguda reduzcan la HRV, necesitamos examinar los efectos a largo plazo de estos tipos de entrenamientos.</p>
	Pre	Post																														
SDNN (ms)																																
CO	23.1 ± 10.7	32.4 ± 17.0																														
IE	21.0 ± 13.6	16.1 ± 6.5																														
CE	21.7 ± 10.8	18.2 ± 8.5																														
RMSSD (ms)																																
CO	21.6 ± 12.9	30.0 ± 22.8																														
IE	19.8 ± 17.4	13.1 ± 8.7																														
CE	20.1 ± 13.6	13.6 ± 9.3																														

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Aerobic exercise improves central blood pressure and blood pressure variability among patients with resistant hypertension: results of the EnRicH trial.</p> <p>Susana Lopes, José Mesquita-Bastos, Catarina Garcia, Cátia Leitão, Verónica Ribau, Manuel Teixeira, Susana Bertoquini, Ilda P. Ribeiro, Joana Barbosa de Melo, José Oliveira, Daniela Figueiredo, Guilherme V. Guimarães, Linda S. Pescatello, Jorge Polonia, Alberto J. Alves, Fernando Ribeiro</p> <p>2023</p> <p>(34)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado prospectivo</p>	<p>60 pacientes adultos cuya edad está comprendida entre los 40 y los 75 años diagnosticados con hipertensión persistente. A 30 se les asignó el grupo control de cuidados habituales y a los otros 30 al grupo de entrenamiento de ejercicio aeróbico y cuidados habituales.</p>	<p>Consistió en un programa de 12 semanas de ejercicio aeróbico (y cuidados habituales). Estas sesiones de ejercicio se hacían supervisadas 3 veces a la semana. En cada sesión se incluían 10 minutos de calentamiento, 40 minutos de ejercicio aeróbico (principalmente andar o ciclismo) y 10 minutos de vuelta a la calma con ejercicios de movilidad, estiramientos y disminución de la intensidad de andar o pedalear.</p> <p>La intensidad del ejercicio aeróbico era de un 50% a un 70% del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.). La manera de progresar era semanalmente alternar un aumento de 5 minutos en la duración del ejercicio o un aumento del 5% en el VO₂ máximo. Se comenzaba en 20 min al 50% del VO₂ máx. hasta lograr 40 min al 70% del VO₂ máx.</p> <p>Los pacientes del grupo control recibieron la atención habitual (medicación optimizada y asesoramiento sobre estilo de vida).</p>	<p>En el grupo control encontramos una SDNN inicial de 22,8 (23,8) que tras la intervención era 22,2 (16,3)</p> <p>En el grupo de ejercicio aeróbico encontramos una SDNN inicial de 27,5 (56,4) que tras la intervención era 29,5 (31,2)</p> <p>En el grupo control encontramos una rMSSD inicial de 22,6 (32,6) que tras la intervención era 31,5 (23,5)</p> <p>En el grupo de ejercicio aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 31,6 (76,1) que tras la intervención era 26,3 (37,8)</p> <p>El P valor para la variación de la rMSSD es 0.798, mientras que el P valor para la variación de la SDNN es 0.983.</p>	<p>No podemos apreciar una diferencia significativa entre grupos en la HRV antes y después del entrenamiento.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Effects of high intensity interval- based inspiratory muscle training in patients with heart failure: A single-blind randomized controlled trial</p> <p>Aylin Tanriverdia, Sema Savcib, Buse Ozcan Kahramanb, Huseyin Odamanç, Ebru Ozpelitd, Bihter Senturkd, Ismail Ozsoye, Agah Baranf, Bahri Akdenizd, Serap Acarb, Ali Balcic</p> <p>2023</p> <p>(35)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>34 pacientes con la fracción de eyección ventricular izquierda reducida (FEVI)</p>	<p>34 pacientes con la FEVI reducida fueron asignados aleatoriamente al grupo H-IMT o al grupo control.</p> <p>Hicieron el tratamiento duró 8 semanas haciendo 3 sesiones semanales. El grupo H-IMT realizó inspiratory muscle training (IMT) como mínimo al 70% de la presión máxima inspiratoria. El grupo control realizó IMT sin carga. Cada sesión se realizó en 7 series sumando un total de 21 minutos de entrenamiento (2 min intervalo 1 min descanso). La HRV se evaluó con otra serie de parámetros al comenzar la intervención y 8 semanas después.</p>	<p>En el grupo control encontramos una SDNN inicial de 51.7 ± 49.3 que tras la intervención era 62.4 ± 51.2</p> <p>En el H-IMT encontramos una SDNN inicial de 69.8 ± 60.0 que tras la intervención era 62.6 ± 62.6</p> <p>En el grupo control encontramos una rMSSD inicial de 64.9 ± 74.4 que tras la intervención era 70.4 ± 78.2</p> <p>En el H-IMT aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 63.8 ± 62.4 que tras la intervención era 103.7 ± 90.3</p> <p>El P valor para la variación de la rMSSD es 0.001, mientras que el P valor para la variación de la SDNN es 0.296.</p>	<p>Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en el parámetro de la rMSSD. Podemos decir que el H- IMT es un protocolo efectivo para mejorar la función autónoma del corazón.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>Effects of Nadishodhana and Bhramari Pranayama on heart rate variability, auditory reaction time, and blood pressure: A randomized clinical trial in hypertensive patients</p> <p>Junu Upadhyay, Nandish N. S, Shivaprasad Shetty, Apar Avinash Saoji, Sunil Singh Yadav</p> <p>2023</p> <p>(36)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra fue de 100 pacientes con un diagnóstico previo de hipertensión arterial</p>	<p>La muestra de pacientes se dividió en dos grupos, en el primero (n=50) la intervención fue Nadi Shodhana Pranayama, mientras que en el segundo (n=50) fue Bhramari Pranayama.</p> <p>Ambos grupos realizaron una intervención de 20 minutos.</p>	<p>En el grupo Nadi Shodhana Pranayama encontramos una rMSSD inicial de 52.14 ± 45.57 que tras la intervención era 59.50 ± 56.36</p> <p>En el H-IMT aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 45.95 ± 31.21 que tras la intervención era 57.10 ± 53.59</p> <p>Encontramos que en ambos grupos hay una diferencia estadísticamente significativa en la rMSSD (P valor >0.05)</p>	<p>Encontramos diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de la HRV. El estudio muestra que ambas vertientes del pranayama pueden ser efectivas en el equilibrio del tono simpaticovagal.</p>

Tabla 4. Resultados de artículos. Continuación.

TÍTULO, AÑO Y AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA Y PATOLOGÍA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
<p>The Acute Effects of 2 Different Intensities of Resistance Exercise on Autonomic Function in Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Trial</p> <p>Marzieh Saeidi, Roya Ravanbod, Mohammad Hossein Pourgharib-Shahi, Hosein Navid, Babak Goosheh, Abdolvahab Baradaran, Giti Torkaman</p> <p>2023</p> <p>(37)</p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorizado</p>	<p>La muestra se compone por 57 individuos con insuficiencia cardíaca crónica.</p>	<p>Estos 57 pacientes fueron divididos al azar entre los grupos R1, R2 y el grupo control. La intervención consistió en realizar una sesión de ejercicio aeróbico corta que incluía una caminata a una intensidad del 50% de la frecuencia cardíaca de reserva para los 3 grupos y ejercicio de resistencia adicional con una intensidad del 50% de la 1RM para el grupo R1 y del 75% de la 1RM para el grupo 2.</p>	<p>En el grupo control encontramos una SDNN inicial de 47.13 ± 13.87 que tras la intervención era -2.20 ± 23.76</p> <p>En el grupo R1 encontramos una SDNN inicial de 47.72 ± 21.80 que tras la intervención era 1.76 ± 18.59</p> <p>En el grupo R2 encontramos una SDNN inicial de 45.07 ± 13.42 que tras la intervención era -6.36 ± 13.84</p> <p>En el grupo control aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 35.50 ± 22.06 que tras la intervención era -3.33 ± 21.34</p> <p>En el grupo R1 encontramos una rMSSD inicial de 41.89 ± 24.75 que tras la intervención era 4.31 ± 17.94</p> <p>En el grupo R2 aeróbico encontramos una rMSSD inicial de 30.00 ± 23.51 que tras la intervención era 3.89 ± 18.84</p>	<p>La única diferencia estadísticamente significativa ($p=0.035$) de este artículo es la reducción del parámetro SDNN en el grupo R2, por lo que podemos decir que la HRV disminuye en este grupo.</p>

7. **BIBLIOGRAFÍA**

1. Karemaker JM. How the vagus nerve produces beat-to-beat heart rate variability; experiments in rabbits to mimic in vivo vagal patterns. *J Clin Transl Res.* 2015 Dec 20;1(3):190-204. PMID: 30873454; PMCID: PMC6410617.
2. Tiwari R, Kumar R, Malik S, Raj T, Kumar P. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. *Curr Cardiol Rev.* 2021;17(5):e160721189770. doi: 10.2174/1573403X16999201231203854. PMID: 33390146; PMCID: PMC8950456.
3. ChuDuc H, NguyenPhan K, NguyenViet D. A Review of Heart Rate Variability and its Applications. *APCBEE Procedia* [Internet]. 2013 [consultado el 20 de abril de 2024];7:80-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2013.08.016>
4. Brennan M, Palaniswami M, Kamen P. Do existing measures of Poincaré plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability? *IEEE Trans Biomed Eng.* 2001 Nov;48(11):1342-7. doi: 10.1109/10.959330. PMID: 11686633.
5. Sajadieh A, Nielsen OW, Rasmussen V, Hein HO, Abedini S, Hansen JF. Increased heart rate and reduced heart-rate variability are associated with subclinical inflammation in middle-aged and elderly subjects with no apparent heart disease. *Eur Heart J.* 2004 Mar;25(5):363-70. doi: 10.1016/j.ehj.2003.12.003. PMID: 15033247.
6. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996 Mar 1;93(5):1043-65. PMID: 8598068.
7. Zoccali C, Mallamaci F, Parlongo S, Cutrupi S, Benedetto FA, Tripepi G, Bonanno G, Rapisarda F, Fatuzzo P, Seminara G, Cataliotti A, Stancanelli B, Malatino LS. Plasma norepinephrine predicts survival and incident cardiovascular events in patients with end-stage renal disease. *Circulation.* 2002 Mar 19;105(11):1354-9. doi: 10.1161/hc1102.105261. Erratum in: *Circulation* 2002 May 7;105(18):2230. Cataliotti A [corrected to Cataliotti A]. PMID: 11901048.
8. Martinez DG, Nicolau JC, Lage RL, Toschi-Dias E, de Matos LD, Alves MJ, Trombetta IC, Dias da Silva VJ, Middlekauff HR, Negrão CE, Rondon MU. Effects of Long-Term Exercise Training on Autonomic Control in Myocardial Infarction Patients. *Hypertension* [Internet]. Diciembre de 2011 [consultado el 21 de abril de 2024];58(6):1049-56. Disponible en: <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.111.176644>
9. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public*

- Health. 2017 Sep 28;5:258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258. PMID: 29034226; PMCID: PMC5624990.
10. Malik M, Camm AJ. Heart rate variability. *Clin Cardiol.* 1990 Aug;13(8):570-6. doi: 10.1002/clc.4960130811. PMID: 2204508.
 11. Mooventhan A, Nivethitha L. Role of yoga in the prevention and management of various cardiovascular diseases and their risk factors: A comprehensive scientific evidence-based review. *Explore (NY).* 2020 Jul-Aug;16(4):257-263. doi: 10.1016/j.explore.2020.02.007. Epub 2020 Feb 26. PMID: 32222372.
 12. Lopez AD, Murray CC. The global burden of disease, 1990-2020. *Nat Med.* 1998 Nov;4(11):1241-3. doi: 10.1038/3218. PMID: 9809543.
 13. Yusuf S, Reddy S, Ounpuu S, Anand S. Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. *Circulation.* 2001 Nov 27;104(22):2746-53. doi: 10.1161/hc4601.099487. PMID: 11723030.
 14. Bellmann B, Lin T, Greissing K, Rottner L, Rillig A, Zimmerling S. The Beneficial Effects of Cardiac Rehabilitation. *Cardiol Ther.* 2020 Jun;9(1):35-44. doi: 10.1007/s40119-020-00164-9. Epub 2020 Jan 29. PMID: 31997145; PMCID: PMC7237601.
 15. MedlinePlus - Health Information from the National Library of Medicine [Internet]. Qué es la enfermedad cardiovascular: MedlinePlus enciclopedia médica; [consultado el 23 de abril de 2024]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000759.htm>
 16. Goldman L. Approach to the patient with possible cardiovascular disease. In: Goldman L, Schafer AI, editors. *Goldman-Cecil Medicine.* 26th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2020:chap 45.
 17. Newby DE, Grubb NR. Cardiology. In: Ralston SH, Perman ID, Strachan MWJ, Hobson RP, editors. *Davidson's Principles and Practice of Medicine.* 23rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Churchill Livingstone; 2018:chap 16.
 18. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, Himmelfarb CD, Khera A, Lloyd-Jones D, McEvoy JW, Michos ED, Miedema MD, Muñoz D, Smith SC, Virani SS, Williams KA, Yeboah J, Ziaeian B. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* [Internet]. 10 de septiembre de 2019 [consultado el 22 de abril de 2024];140(11). Disponible en: <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000678>

19. Li D, Jia Y, Yu J, Liu Y, Li F, Liu Y, Wu Q, Liao X, Zeng Z, Wan Z, Zeng R. Adherence to a Healthy Lifestyle and the Risk of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Individuals With Diabetes: The ARIC Study. *Front Nutr.* 2021 Jul 5;8:698608. doi: 10.3389/fnut.2021.698608. PMID: 34291073; PMCID: PMC8287067.
20. Toth PP, Shamma NW, Foreman B, Byrd JB, Brook RD. Cardiovascular disease. In: Rakel RE, Rakel DP, editors. *Textbook of Family Medicine.* 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2016:chap 27.
21. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713-21.
22. Rocha J, Cunha FA, Cordeiro R, Monteiro W, Pescatello LS, Farinatti P. Acute Effect of a Single Session of Pilates on Blood Pressure and Cardiac Autonomic Control in Middle-Aged Adults With Hypertension. *J Strength Cond Res.* 2020 Jan;34(1):114-123. doi: 10.1519/JSC.0000000000003060. PMID: 30707138.
23. Besnier F, Labrunée M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, Soukarié L, Bousquet M, Garcia JL, Pathak A, Gales C, Guiraud T, Sénard JM. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2019 Sep;62(5):321-328. doi: 10.1016/j.rehab.2019.06.013. Epub 2019 Jul 25. PMID: 31352063.
24. Abolahrari-Shirazi S, Kojuri J, Bagheri Z, Rojhani-Shirazi Z. Effect of Exercise Training on Heart Rate Variability in Patients with Heart Failure After Percutaneous Coronary Intervention. *J Biomed Phys Eng.* 2019 Feb 1;9(1):97-104. PMID: 30881939; PMCID: PMC6409367.
25. Novaković M, Krevel B, Rajković U, Vižintin Cuderman T, Janša Trontelj K, Fras Z, Jug B. Moderate-pain versus pain-free exercise, walking capacity, and cardiovascular health in patients with peripheral artery disease. *J Vasc Surg.* 2019 Jul;70(1):148-156. doi: 10.1016/j.jvs.2018.10.109. Epub 2019 Mar 25. PMID: 30922760.
26. Christa E, Srivastava P, Chandran DS, Jaryal AK, Yadav RK, Roy A, Deepak KK. Effect of Yoga-Based Cardiac Rehabilitation on Heart Rate Variability: Randomized Controlled Trial in Patients Post-MI. *Int J Yoga Therap.* 2019 Nov;29(1):43-50. doi: 10.17761/2019-00019. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30702948.
27. Ribeiro BC, Poça JJGD, Rocha AMC, Cunha CNSD, Cunha KDC, Falcão LFM, Torres DDC, Rocha LSO, Rocha RSB. Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft

- surgery: A randomized controlled trial. *Physiother Res Int*. 2021 Jan;26(1):e1882. doi: 10.1002/pri.1882. Epub 2020 Oct 25. PMID: 33103326.
28. Baffa GS, Goulart CDL, Caruso FR, Garcia de Araújo AS, Batista Dos Santos P, Roscani MG, Prone FR, Bonjorno JC, Mendes RG, Borghi-Silva A. Noninvasive ventilation can modulate heart rate variability during high-intensity exercise in COPD-CHF patients. *Heart Lung*. 2021 Sep-Oct;50(5):609-614. doi: 10.1016/j.hrtlng.2021.04.004. Epub 2021 Jun 1. PMID: 34087678.
29. Tolves T, Pippi CM, Moreira MB, Righi GD, Righi NC, Signori LU, Silva AM. PILATES VS AEROBIC TRAINING EFFECTS IN HYPERTENSIVES: RANDOMIZED TRIAL. *Rev Bras Medicina Esporte [Internet]*. 2024 [consultado el 23 de mayo de 2024];30. Disponible en: https://doi.org/10.1590/1517-8692202430012021_0327i.
30. Songcharern N, Ruangthai R, Tumnark P, Phoemsapthawee J. Improved arterial stiffness after combined aerobic and resistance training: correlation with heart rate variability change in prehypertensive offspring of hypertensive parents. *J Exerc Rehabil*. 2022 Dec 27;18(6):395-405. doi: 10.12965/jer.2244416.208. PMID: 36684533; PMCID: PMC9816616.
31. Jug B, Vasić D, Novaković M, Avbelj V, Rupert L, Kšela J. The Effect of Aquatic Exercise Training on Heart Rate Variability in Patients with Coronary Artery Disease. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022 Aug 6;9(8):251. doi: 10.3390/jcdd9080251. PMID: 36005415; PMCID: PMC9409327.
32. Manresa-Rocamora A, Sarabia JM, Guillen-Garcia S, Pérez-Berbel P, Miralles-Vicedo B, Roche E, Vicente-Salar N, Moya-Ramón M. Heart Rate Variability-Guided Training for Improving Mortality Predictors in Patients with Coronary Artery Disease. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 23;19(17):10463. doi: 10.3390/ijerph191710463. PMID: 36078179; PMCID: PMC9518028.
33. Rodrigues ML, Carrijo VHV, Amaral AL, Cunha ACR, Tavares JB, Costa JG, Gonçalves LF, de Souza TCF, Mariano IM, Puga GM. Acute effect of interval step exercise versus continuous walk exercise on cardiovascular parameters in hypertensive postmenopausal women: A clinical, controlled, and randomized study. *J Bodyw Mov Ther*. 2023 Jul;35:124-129. doi: 10.1016/j.jbmt.2023.04.058. Epub 2023 Apr 24. PMID: 37330757.
34. Lopes S, Mesquita-Bastos J, Garcia C, Leitão C, Ribau V, Teixeira M, Bertoquini S, Ribeiro IP, de Melo JB, Oliveira J, Figueiredo D, Guimarães GV, Pescatello LS, Polonia J, Alves AJ, Ribeiro F. Aerobic exercise improves central blood pressure and blood pressure variability among patients with resistant hypertension: results of the EnRicH trial. *Hypertens Res*. 2023

Jun;46(6):1547-1557. doi: 10.1038/s41440-023-01229-7. Epub 2023 Feb 22. PMID: 36813985.

35. Tanriverdi A, Savci S, Ozcan Kahraman B, Odaman H, Ozpelit E, Senturk B, Ozsoy I, Baran A, Akdeniz B, Acar S, Balci A. Effects of high intensity interval-based inspiratory muscle training in patients with heart failure: A single-blind randomized controlled trial. *Heart Lung*. 2023 Nov- Dec;62:1-8. doi: 10.1016/j.hrtlng.2023.05.011. Epub 2023 Jun 7. PMID: 37285766.
36. Upadhyay J, S NN, Shetty S, Saoji AA, Yadav SS. Effects of Nadishodhana and Bhramari Pranayama on heart rate variability, auditory reaction time, and blood pressure: A randomized clinical trial in hypertensive patients. *J Ayurveda Integr Med*. 2023 Jul-Aug;14(4):100774. doi: 10.1016/j.jaim.2023.100774. Epub 2023 Jul 25. PMID: 37499590; PMCID: PMC10388195.
37. Saeidi M, Ravanbod R, Pourgharib Shahi MH, Navid H, Goosheh B, Baradaran A, Torkaman G. The Acute Effects of 2 Different Intensities of Resistance Exercise on Autonomic Function in Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Trial. *Anatol J Cardiol*. 2023 May;27(5):266-273. doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2022.2282. PMID: 37119185; PMCID: PMC10160845.
38. Levy, M. N. (1971). Sympathetic-parasympathetic interactions in the heart. *Circulation Research*, 29(5), 437-445. <https://doi.org/10.1161/01.RES.29.5.437>
39. Hautala, A. J., Mäkikallio, T. H., Seppänen, T., & Huikuri, H. V. (2003). Short-term correlation properties of R-R interval dynamics at different exercise intensity levels. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23(4), 215-223. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097X.2003.00504.x>
40. Buchheit, M., & Gindre, C. (2006). Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 291(1), H451-H458. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00008.2006>
41. Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). The effect of exercise on heart rate variability in endurance athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 37(2), 144-152. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.2.144>
42. Arai, Y., Saul, J. P., Albrecht, P., Hartley, L. H., Lilly, L. S., Cohen, R. J., & Colucci, W. S. (1989). Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 256(1), H132-H141. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1989.256.1.H132>
43. Iwasaki, K. I., Zhang, R., Zuckerman, J. H., & Levine, B. D. (2003). Dose-response

relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? *Journal of Applied Physiology*, 95(4), 1575-1583. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00356.2003>

44. Carrasco-Poyatos M, Granero-Gallegos A, López-García GD, López-Osca R. HRV- Guided Training for Elders after Stroke: A Protocol for a Cluster-Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 31;19(17):10868. doi: 10.3390/ijerph191710868. PMID: 36078584; PMCID: PMC9518127.
45. Lavín-Pérez AM, Collado-Mateo D, Hinojo González C, de Juan Ferré A, Ruisánchez Villar C, Mayo X, Jiménez A. High-intensity exercise prescription guided by heart rate variability in breast cancer patients: a study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2023 Mar 8;15(1):28. doi: 10.1186/s13102-023-00634-2. PMID: 36890601; PMCID: PMC9993392.

