

## Trabajo Fin de Grado

"Beneficios derivados del Ejercicio Interválico de Alta Intensidad en el Paciente Isquémico Coronario: Serie de Casos."

"Derived Benefits from High-Intensity Interval Training in Patients with Coronary Arterial Disease: Case Series."

Autor:

CARLOS SERRANO MATOS

Directora:

ISABEL LACAMBRA GALLEGO

Facultad de Ciencias de la Salud

2018/2019

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. RECUERDO ANATÓMICO</b>	
<b>2.2. FISIOPATOLOGÍA</b>	
<b>2.3. EPIDEMIOLOGÍA</b>	
<b>2.4. FACTORES DE RIESGO</b>	
<b>2.5. DIAGNÓSTICO</b>	
<b>2.6. SINTOMATOLOGÍA</b>	
<b>2.7. EVOLUCIÓN CLÍNICA</b>	
<b>2.8. TRATAMIENTO</b>	
<b>2.8.1. FARMACOLÓGICO</b>	
<b>2.8.2. MÉDICO</b>	
<b>2.8.3. FISIOTERÁPICO</b>	
<b>2.9. JUSTIFICACIÓN</b>	
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	
<b>4.2. MATERIAL</b>	
<b>4.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	
<b>4.4. CRITERIOS INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN</b>	
<b>4.5. EVALUACIÓN INICIAL</b>	
<b>4.6. DIAGNÓSTICO FISIOTERÁPICO</b>	
<b>4.7. OBJETIVOS TERAPEÚTICOS</b>	
<b>4.8. DESARROLLO METODOLÓGICO/PLAN DE INTERVENCIÓN</b>	
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. RESULTADOS ERGOMÉTRICOS</b>	
<b>5.2. RESULTADOS DEL ESFUERZO EMPINADO (SRT)</b>	
<b>5.3. SEGURIDAD DE LOS PACIENTES</b>	
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>6.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b>	
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>8. AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>36</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>

<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>42</b>
<b>10.1. ANEXO 1</b>	
<b>10.2. ANEXO 2</b>	
<b>10.3. ANEXO 3</b>	

## RESUMEN

**Introducción:** Es tarea del fisioterapeuta el diseño del ejercicio físico en la unidad de rehabilitación cardíaca, el ejercicio interválico de alta intensidad (EIAI) se propone como una herramienta útil y eficaz de trabajo según la bibliografía actual, por sus mayores beneficios con respecto al ejercicio constante moderado. **Metodología:** Durante 24 sesiones, los 11 pacientes realizarán EIAI durante 30 minutos con un esfuerzo de 30s al 50% de la potencia máxima obtenida en el Steep Ramp Test (SRT) y un descanso de entre 30 y 60s al 10% del SRT, siempre con un límite de frecuencia cardiaca al 80% de la Frecuencia Cardiaca de Reserva. Además, se realizará trabajo de fuerza y trabajo domiciliario. **Desarrollo:** Resultados significativos en el tiempo de realización de la prueba de esfuerzo (1:17 (0:06 – 2:28),  $P=0,007$ ) de los METs obtenidos (1,42 (-0,015 – 2,860)  $p=0,01$ ), pero inferiores a lo obtenido en otros estudios; también en la carga máxima (22,22 (5,419 – 39,025)  $p=0,002$ ) y el tiempo de la prueba (8,89 (2,168 – 15,610)  $p=0,002$ ) entre el 1er y segundo SRT, además superior a lo visto en otros estudios y el aumento de los W/kg (0,441 (0,152– 0,730)  $p=0,001$ ). En los demás parámetros las variaciones no fueron significativas, aunque se vio una disminución en los valores de FCmáxima, FCbasal y Presión Arterial Diastólica. Sin efectos cardiovasculares adversos. **Conclusiones:** El EIAI es una herramienta de trabajo entretenida, útil y eficaz en la mejora de los valores ergométricos y en la potencia máxima en pacientes con un episodio de isquemia coronaria. La mayor dificultad de este entrenamiento es su diseño, por lo que se hacen necesarios más estudios al respecto.

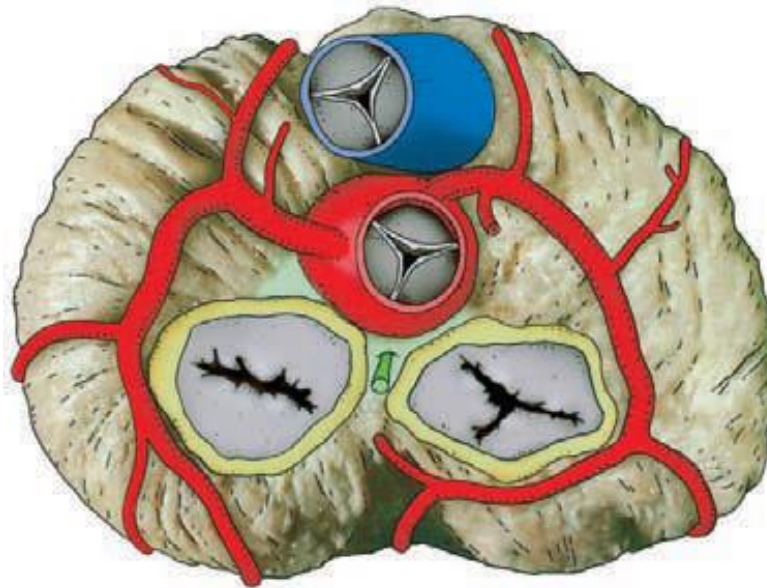
## INTRODUCCIÓN

### RECUERDO ANATÓMICO

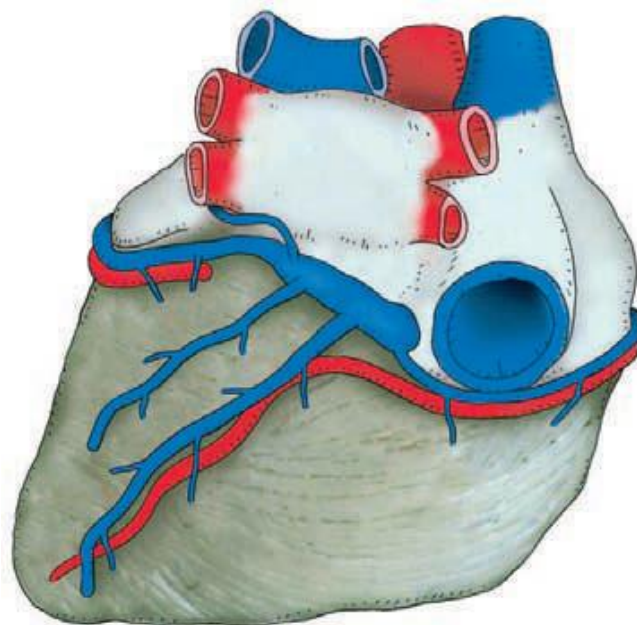
El corazón es la bomba de todo el aparato circulatorio, la contracción de este músculo es lo que propicia que llegue sangre a todos los rincones de nuestro organismo, que cada una de las células del cuerpo sin importar del tipo que sean reciban nutrientes y oxígeno y se limpien de ellas las sustancias de desecho.

Si bien, esta bomba también necesita de aporte sanguíneo para que las células que conforman el tejido miocárdico también reciban nutrición y oxígeno y no se deterioren. Los vasos que llegan al tejido miocárdico se conocen como arterias coronarias (Imagen 1), estas surgen como una rama que no se separa del corazón de la aorta ascendente; existen dos, la **arteria coronaria izquierda**, surge trasera a la salida del tronco pulmonar, al acabar este se divide en **rama anterior** que discurre por el surco interventricular anterior (rama interventricular anterior) hasta el vértice del corazón y la **rama circunfleja** que discurre bajo la aurícula izquierda y el surco coronario, dando una **rama marginal izquierda**, y al pasar a posterior se cruza con la vena cardiaca magna, cambiando de dirección hacia el vértice cardiaco. Por otro lado, la **arteria coronaria derecha** cuya rama discurre inferior a la aurícula derecha, por el surco coronario dejando una **rama marginal derecha** para el ventrículo derecho, pasar a posterior siguiendo el surco coronario y convertirse en la **rama interventricular posterior** al llegar al surco interventricular posterior, en muchas ocasiones pequeñas ramas de la arteria circunfleja (coronaria izquierda) y de la coronaria derecha se anastomosan en la parte posterior del corazón.

Las **venas coronarias** discurren principalmente por los mismos recorridos que las arterias, juntándose las venas del lado izquierdo (interventricular anterior, marginal izquierda y posterior del ventrículo izquierdo) en la **vena cardiaca magna** dirigiéndose por el surco coronario posterior hacia el lado derecho donde junto con la **vena cardiaca media y menor** (rama marginal derecha y anterior del ventrículo derecho) conformarán el **seno coronario**, retornando directamente la aurícula derecha (Imagen 2).



**Imagen 1: Arterias Coronarias, vista craneal, de la base ventricular tras retirar las aurículas y los grandes vasos.** Extraído de: García-Porrero Pérez JA, Hurlé González JM, García-Porrero Alonso J. Anatomía humana. Madrid: McGraw Hill-Interamericana; 2005, p 616<sup>1</sup>



**Imagen 2. Venas coronarias, vista postero-anterior.** Extraído de: García-Porrero Pérez JA, Hurlé González JM, García-Porrero Alonso J. Anatomía humana. Madrid: McGraw Hill-Interamericana; 2005, p. 622.<sup>1</sup>

## FISIOPATOLOGÍA

Estas arterias coronarias son conductos de poco calibre y por ello es más fácil que su luz se vea obstruida que la de una arteria de mayor calibre.

Un trombo o una placa de ateroma pueden propiciar este **taponamiento** que puede ser un **infarto agudo de miocardio (IAM)** o bien una **angina de pecho estable (AP) si esta es crónica**.

De forma general al sufrir las arterias coronarias esta obstrucción, aguda o crónica, el riego sanguíneo a una o varias partes del tejido miocárdico se reduce o detiene; lo que produce, como en cualquier otro tejido corporal, que este se infarte y comience a deteriorarse, siendo siempre mayor el daño tisular cuanto mayor es el tiempo de obstrucción de la luz vascular. Dejando en cualquiera de los casos algo de daño en el tejido cardíaco, lo cual va a generar una impotencia funcional general en el individuo por diversos factores derivados de la fisiología propia de esta patología.

## EPIDEMIOLOGÍA

Las enfermedades cardiovasculares son un problema creciente en la sociedad española y occidental desde hace varios años, constituyen, según datos del INE del 2017<sup>2</sup> un 28,85% de las muertes en nuestro país (122.466 de 424.523 totales), fue por una enfermedad del sistema circulatorio, de las cuales un 61,9% (75.804) fueron enfermedades propias del corazón como la Insuficiencia Cardíaca (IC), donde las **enfermedades isquémicas del corazón** agudas o crónicas, **IAM o AP**, representaron un 42,64% (32.325)

Constituyendo así la **principal causa de muerte en nuestro país desde que hay registros** y si bien en cifras relativas los porcentajes se van reduciendo en cifras absolutas **todos los años** rondamos las **120.000 defunciones por un motivo cardiovascular, 75.000 de las cuales por una afección propia del corazón.**<sup>2</sup>

Aunque nos pueda parecer lo contrario **desde** el año **1988** son las **mujeres** las que **presentan mayor porcentaje de muertes por este motivo**, por delante de los **hombres**, donde el **cáncer** se encuentra como primera causa de muerte.<sup>2</sup>

Aunque no sea un fenómeno mortal en todos los casos, sufrir un episodio cardiovascular provoca un suceso de **incapacidad funcional posterior** que puede ser remediado o al menos reducido con intervenciones sencillas, siendo una de las más evidenciadas la realización de actividad física.

Es por esto, por lo que, además de fomentar la prevención primaria y secundaria en este ámbito, se ha visto que impulsar los programas de **prevención terciaria** llamados comúnmente **rehabilitación cardíaca** (PRC) es muy beneficioso para la vuelta a la actividad normal de los pacientes cardiopatas, siendo pautar y controlar el ejercicio físico de los pacientes una de las competencias del fisioterapeuta.

## **FACTORES DE RIESGO**

Los principales **factores de riesgo extrínsecos** para sufrir un episodio cardiovascular son: el hábito de fumar, la hipertensión arterial, las elevadas concentraciones plasmáticas de colesterol, de triglicéridos y de lipoproteínas de baja densidad (LDL), las bajas concentraciones plasmáticas de las de alta densidad (HDL), la obesidad y la diabetes mellitus<sup>3</sup>, además del sedentarismo o el estrés.

Por otro lado, **factores intrínsecos** podrían ser: la edad, los antecedentes familiares, tener un metabolismo que tienda a la alcalosis sanguínea (la enzima que forma las placas de ateroma funciona mejor con alcalosis sanguínea) y aunque las cifras de mortalidad digan lo contrario ser hombre genera de por sí un mayor riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular.

La práctica de actividad física está inversamente relacionada con el riesgo de sufrir una enfermedad cardíaca coronaria; en los últimos años se ha obtenido gran cantidad de información que señala que es una **relación dosis-respuesta**, entendiendo como **dosis** la cantidad de **energía utilizada durante el ejercicio**, siendo el ejercicio físico un **factor protector**. Pero como en muchos ámbitos, una dosis de ejercicio inadecuada o mal controlada para cada paciente, es decir, la **actividad física mal programada, también representa un riesgo cardiovascular**, ya que podemos llegar a exponer al paciente a una dosis insana para él<sup>3</sup>.



Como es un problema de primer nivel en todo el mundo en los últimos años se están poniendo en marcha numerosas unidades de rehabilitación cardíaca en España y en el mundo con protocolos basados en la evidencia y con resultados en todo caso satisfactorios para los pacientes y su entorno.

## DIAGNÓSTICO

Por desgracia el diagnóstico de las patologías obstructivas coronarias suele ser en muchos casos a posteriori, es decir, tras sufrir un episodio de este estilo, los infartos agudos de miocárdico por desgracia ocurren de forma súbita y al llegar al centro hospitalario se confirma la patología y tiene que ser solucionada de forma inmediata.

Las pruebas que se realizan para confirmar esta patología son<sup>4</sup>:

- **Análisis de sangre:** pueden detectarse ciertas enzimas en la sangre si la muerte celular programada produjo una lesión en el tejido cardíaco. Un resultado positivo indica ataque cardíaco.
- **Electrocardiograma:** mediante electrodos sobre la piel, los impulsos anormales o irregulares pueden indicar un mal funcionamiento del corazón debido a que este recibe poco oxígeno (angina de pecho). Algunos patrones en las señales eléctricas indican la ubicación general de la obstrucción.
- **Angiografía coronaria:** se utilizan imágenes de rayos X para ver los vasos sanguíneos del corazón. Se pasa un catéter, a través de una arteria, y se desplaza hasta las arterias del corazón. Se inyecta un tinte líquido, dentro de la sonda para que llegue a las arterias. A través de imágenes de rayos X del corazón, se puede ver si hay obstrucción o estrechamiento de las arterias. También se puede utilizar para tratamientos médicos el mismo catéter (implantación de stent).
- **Ecocardiograma:** se utilizan ondas sonoras a fin de producir una imagen en vivo del corazón. Un ecocardiograma puede ayudar a determinar si el corazón bombea correctamente
- **Imágenes de perfusión miocárdica:** nos permite ver qué tan bien circula la sangre por el músculo cardíaco. Inyectando una pequeña cantidad inocua de sustancia radioactiva. Una cámara especializada

detecta la sangre a medida que circula por el corazón para determinar si la cantidad de sangre que fluye por el corazón es suficiente o reducida.

- **Angiografía por TAC:** se emplea tecnología de rayos X especializada capaz de producir cortes bidimensionales transversales del corazón. Permitiendo detectar arterias coronarias estrechas u obstruidas.
- **Prueba de esfuerzo:** se evalúa el funcionamiento del corazón al hacer ejercicio, es decir, cuando el corazón debe hacer más esfuerzo, puede conseguirse esto con medicación, aunque no es lo habitual. Durante la prueba de esfuerzo, el funcionamiento del corazón se puede evaluar mediante electrocardiograma, ecocardiograma o imágenes de perfusión miocárdica. Esta prueba suele realizarse en última instancia y como criterio de trabajo para la rehabilitación cardíaca.

Con las dos primeras podríamos confirmar si estamos ante un episodio de ataque cardíaco o ante una angina de pecho inestable, el resto de las pruebas, se realizan en un segundo tiempo para identificar de forma más precisa la afección subyacente y plantear las estrategias de tratamiento más adecuadas.

## SÍNTOMAS

Los síntomas propios de una afección isquémica cardiovascular son particulares para cada persona y se suelen manifestar siempre de la misma forma en los sucesivos episodios cardíacos que pueda sufrir una persona. En general los síntomas se suelen incluir entre los siguientes<sup>4</sup>:

- Dolor o sensación de opresión precordial
- Dolor o sensación de opresión/compresión torácica, iniciándose habitualmente en el lado izquierdo, pero que puede propagarse a toda la caja torácica
- Esta sensación puede extenderse al cuello y/o mandíbula, al igual que al miembro superior izquierdo.
- Náuseas, indigestión, ardor de estómago o dolor abdominal
- Sensación de ahogo
- Sudoración fría

- Fatiga repentina sin causa aparente
- Aturdimiento o mareos repentinos

## EVOLUCIÓN CLÍNICA

En general los síntomas del IAM o AP, suelen desaparecer cuando se soluciona el evento cardíaco mediante las diversas técnicas de tratamiento, pero en ocasiones se puede mantener algún tipo de clínica osteomuscular.

- **Dolores torácicos:** principalmente por espasmos musculares o derivados de las puertas de entrada de las cirugías.
- **Hombros dolorosos y/o hombros congelados** como consecuencia del encamamiento y el inmovilismo.
- Por el encamamiento existe probabilidad de generar **patología respiratoria.**
- **Pérdida de la condición física** previa de la persona, por la intervención y la hospitalización.

A todo esto, debemos encaminar nuestro tratamiento, además de para la vuelta a la normalidad del paciente, para que estos problemas no interfieran con el proceso habitual de recuperación, mediante el ejercicio físico adaptado y otros tratamientos asociados durante la fase I, II y III del programa de rehabilitación cardíaca (PRC).

## TRATAMIENTO

Los objetivos generales de tratamiento a corto plazo son: mejorar el flujo sanguíneo, y restaurar la función del corazón de la mayor forma posible; mientras que a largo plazo son mejorar la función del corazón en general, intentando volver en los casos que sea posible a niveles previos al suceso y disminuir el riesgo de volver a sufrir un ataque al corazón, además de eliminar todas las patologías subyacentes posibles.

Se suele usar una combinación de medicamentos y procedimientos quirúrgicos para cumplir estos objetivos, además de un control de los factores de riesgo conocidos, la implementación de un estilo de vida saludable que

incluya la actividad física como uno de sus pilares y el uso de la fisioterapia cuando haya una patología subyacente con necesidad de tratamiento.

## TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO<sup>4</sup>

**Antitrombóticos** (ayudan a disolver el coágulo sanguíneo que está o puede llegar a, obstruir una arteria), **nitroglicerina** (mejora la circulación al ensanchar los vasos de forma temporal) **antiplaquetarios** (que tratan de evitar la formación de coágulos sanguíneos), **β-bloqueantes** (relajan el miocardio disminuyendo la FC y la TA y por tanto el esfuerzo cardíaco), **inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA-inhibidores)** (expanden los vasos sanguíneos y mejoran la circulación, lo cual permite que el corazón trabaje es más eficiente con menos esfuerzo), **antagonistas de los receptores de angiotensina (ARA)**, (controlan la presión arterial) y **estatinas** (que disminuyen el nivel de colesterol que circula por la sangre y pueden estabilizar los depósitos trombóticos para que su ruptura sea menos probable).

## TRATAMIENTO INVASIVO<sup>4</sup>

Pudiendo ser:

- **PERCUTÁNEO: Angioplastia y colocación de stent:** en este procedimiento, el médico introduce un catéter hasta la zona de la arteria que presenta obstrucción o estenosis, se pasa un alambre con un balón desinflado a través del catéter hacia la parte estenosada. A continuación, se infla el balón, lo que abre la arteria, comprimiendo los depósitos de placa contra las paredes arteriales; por lo general, se deja un stent en la arteria para ayudar a mantenerla abierta.
- **QUIRÚRGICO: Cirugía de bypass:** se toma un injerto de un vaso sanguíneo de otra parte del cuerpo y se crea una derivación (bypass), alrededor de la arteria obstruida.

## TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO

La fisioterapia inicia su actuación en la rehabilitación de los pacientes cardíacos mientras estos aún siguen ingresados, iniciando **deambulación** en planta, o incluso en UCI lo antes posible para prevenir en la mayor medida el desacondicionamiento físico; en primer lugar, asistida pasando en cuanto fuera posible a la deambulación autónoma. **Ejercicios respiratorios** que enseñen la respiración costo-diafragmática al paciente. **Movilizaciones pasivas o activo-asistidas** de las extremidades previniendo su pérdida de tono o elasticidad, teniendo **cuidado con los pacientes con operación torácica** evitando las movilizaciones que pongan a tensión las cicatrices (flexión de hombro de más de 90º o rotaciones de cintura), además de enseñarles a **protegerse la herida y toser de forma efectiva**.

Más adelante en la **fase ambulatoria**, **eliminar** la posible **patología derivada** de la intervención o el periodo hospitalario: dolor muscular, hombro congelado o doloroso, problemas respiratorios, problemática de la herida quirúrgica...

Además, durante la Fase II es trabajo del fisioterapeuta controlar el ejercicio físico y adaptarlo junto con el equipo multidisciplinar al paciente, una de las herramientas es el **ejercicio interválico de alta intensidad** (EIAI) consiste fundamentalmente en la realización de periodos de esfuerzos exigentes seguidos de un tiempo de recuperación. Por tanto, realizando unos pulsos o intervalos que favorecen el aumento de la capacidad aeróbica en menor tiempo y la posibilidad de realizar un esfuerzo corporal mayor en menor tiempo al hacer esfuerzos intensos intercalados con estos tiempos de recuperación, además de los beneficios generales del ejercicio aeróbico (pérdida de peso y grasa, disminución de la tensión arterial...). <sup>5-16</sup>

## JUSTIFICACIÓN

El **consumo de oxígeno máximo** (VO<sub>2</sub>máx) que alcanza el paciente coronario es una de las medidas más importantes de cara a la supervivencia y el potencial de mejora del paciente, diversos estudios apoyan que el

ejercicio interválico es una de las mejores propuestas para incrementar este valor en la población en general y también en esta población.<sup>5-16</sup>

Aunque al realizar estos pulsos podamos superar el umbral anaeróbico del individuo, se considera a este un **ejercicio globalmente aeróbico** porque el tiempo en alta intensidad es limitado y se ajustan tiempos de recuperación con bajas cargas, de forma que permita una **buena recuperación muscular** y porque este tiempo anaeróbico suele ser muy limitado.

Actualmente este tipo de ejercicio se utiliza mucho y cada vez más a menudo entre los deportistas de élite, por esta capacidad de **entrenar mayores cargas e intensidades en menor tiempo**, además de poder entrenar el consumo de oxígeno máximo ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ) de forma más directa, por lo que es necesario ver su repercusión en pacientes de este tipo.<sup>15,17-19</sup>

Además del control de los factores de riesgo nombrados anteriormente, la **realización de actividad física** es un muy buen factor de protección de la tasa reinfarto y por tanto de la mortalidad de las personas, **mejorar 1 MET** ( $3,5 \text{ ml O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ) la capacidad física máxima **reduce entre un 8 y un 17%** la muerte relacionada con un evento cardiovascular<sup>20,21</sup>.

En los **servicios de rehabilitación cardíaca**, donde se realiza ejercicio físico por parte de pacientes, la concepción de ejercicio físico más tradicional, el **ejercicio constante (EC)**, era la primera elección por su facilidad de diseño y control, ya que se trabaja a velocidad o carga constante controlando de una forma más sencilla la exigencia cardiovascular del mismo.

Por otro lado, en el ejercicio interválico debemos definir por un lado las ratios de esfuerzo/descanso, si queremos realizar los esfuerzos a moderada o alta intensidad, si queremos realizar descansos activos o pasivos; o si queremos que los tiempos de esfuerzo y por tanto de descanso sean más largos o más cortos. De forma lógica hay que realizar una **adaptación del ejercicio físico para el paciente**, y más aún si cabe en un paciente de riesgo como es una persona cardiópata, siendo necesaria por tanto una adaptación de las cargas o velocidades tanto de esfuerzo como de descanso en los pacientes.

Por tanto, por la gran incidencia epidemiológica de este tipo de problema consideramos realizar un estudio sobre los diversos protocolos que existen

sobre el EIAI en pacientes cardiopatas y en el caso de este estudio adaptarlos a un grupo de pacientes que han sufrido un IAM o una AP, es decir, con episodios de isquemia coronaria.

Son muchos los estudios que se llevan a cabo en el mundo sobre la rehabilitación cardíaca, impulsados por los propios equipos de este servicio y cada vez van siendo más comunes, en el último año se han publicado 3 revisiones sistemáticas sobre el tema <sup>6,20,22</sup>, 5 más si echamos la vista un poco más atrás<sup>5,10,13,23,24</sup>.

En los artículos revisados, el **ejercicio interválico obtiene resultados iguales o mejores en todos los estudios en los que se compara con el ejercicio constante moderado** <sup>6-11,13,15,16,25,26</sup> Además de este los pacientes deben realizar trabajo de fuerza en el hospital y un trabajo autónomo domiciliario.

Se propone el siguiente estudio para **tratar de estandarizar algunos parámetros de trabajo en la unidad de rehabilitación cardíaca**, además de dar nuevas herramientas de trabajo al equipo multidisciplinar para el futuro de la unidad y la intención de que esta mejore y sea día a día más beneficiosa para los pacientes.

La justificación última del estudio es que la **prescripción de ejercicio físico adaptado a la salud es una de las competencias del fisioterapeuta** en el ámbito asistencial por ello se realiza el presente estudio.

## OBJETIVOS

Como objetivo principal:

**Proponer un protocolo de ejercicio interválico de alta intensidad** seguro y factible de llevar a cabo, adaptado e individualizado para cada paciente, **cuyos resultados demuestren la mejoría de la capacidad funcional del paciente** con patología coronaria.

Los objetivos secundarios abarcarían:

- Evaluar la **seguridad del Steep Ramp Test** en el paciente cardiópata.
- **Valorar la variación de los parámetros cardiovasculares** medidos en las pruebas de esfuerzo.
- **Analizar la variación de potencia** desarrollada en los Steep Ramp Test.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **DISEÑO DE ESTUDIO**

El presente estudio es **tipo descriptivo, longitudinal, prospectivo y experimental**; se determina como una **serie de casos** con  $n=11$ . Todos los sujetos incluidos son pacientes cardiopatas, tras un **suceso isquémico coronario**, es decir que han sufrido un IAM o una AP; a los cuales se han realizado a las pertinentes intervenciones de revascularización al menos 2 meses antes de empezar la presente intervención.

**Solo existe un grupo intervención** y no tenemos grupo control en el mismo.

La **variable independiente** de este estudio es el protocolo de ejercicio físico aeróbico de tipo interválico, diseñado en base a bibliografía.<sup>3,8,15-17,21,22,27,28</sup>

De este estudiamos:

- Ratio de esfuerzo/descanso
- Potencia (W) de cada persona

Las **variables dependientes** son:

- Frecuencia Cardíaca Máxima
- Frecuencia Cardíaca Basal
- Tensión Arterial Máxima
- Capacidad funcional (METs)
- Doble producto máximo

### **MATERIAL (bicicletas, programa de registro)**

El presente estudio se desarrolla en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca del Hospital Nuestra Señora de Gracia, en el gimnasio se utilizan cicloergómetros **Ergosana Sanabike 450F®** que se coordinan de forma telemática con el programa **Ergosana Sana Sprint Plus, versión 7.4®** en el cual se programa el diseño metodológico del estudio para el entrenamiento (carga de trabajo, carga de descanso activo, tiempo de entrenamiento, tiempo de calentamiento y enfriamiento) así como parámetros de control (FClímite, SpO<sub>2</sub> y TAmáx), individualizado para cada paciente según los resultados de las pruebas

realizadas con anterioridad (Prueba de esfuerzo y Steep Ramp Test) todo ello es controlado por médico, enfermero y fisioterapeuta.

## **DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Nuestro estudio contará con un **grupo intervención de n=11** pacientes, **no** ha sido posible la obtención de un **grupo control** con el anterior protocolo por lo que este estudio se diseña como una serie de casos.

El grupo de estudio tiene las características referenciadas en la **Tabla 1**, todos ellos accedieron a participar de forma desinteresada, siendo previamente informados y resolviendo las dudas que pudieran presentar sobre el presente estudio, además de firmar un consentimiento informado (Anexo 1).

## **CRITERIOS INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN**

Los criterios de inclusión son los siguientes:

- Edad: Varones  $\leq 65$  AÑOS, Mujeres  $\leq 70$  AÑOS
- FEVI  $> 40$  %
- No pendiente de ningún tipo de cirugía vascular
- Ausencia de trastornos psiquiátricos
- No angina inestable, ausencia de arritmias malignas sostenidas con el esfuerzo o espontáneas en portadores de DAI.
- Ausencia de enfermedades no estabilizadas (HTA, taquiarritmia...).
- Enfermedad isquémica coronaria

Por otro lado, los criterios de exclusión son:

- Imposibilidad de comprender el idioma español o inglés.
- Enfermedad maligna activa o con mal pronóstico vital.
- Alteraciones sensoriales, motoras o cognitivas que impidan el normal desarrollo del programa.
- Patología subyacente, osteomuscular, que limite la capacidad física.
- Distancia del domicilio al centro de más de 1 hora.

**Tabla 1. Descripción del grupo de trabajo.**

## **Características**

### **ANTROPOMETRÍA**

Edad	53,36 ± 5,65
Varones	9 (81,82%)
IMC	29,83 ± 2,73
Peso	86,65 ± 12,40

### **FACTORES DE RIESGO**

Diabetes	2 (18,18%)
Hipertensión arterial	6 (54,55%)
Hipercolesterolemia	7 (63,64%)
Tabaquismo	5 (45,45%)
Obesidad (>30 IMC)	6 (54,55%)

### **HISTORIA MÉDICA**

Cardiopatía Isquémica con IAM	10 (90,91%)
Cardiopatía Isquémica sin IAM	1 (9,09%)
Insuficiencia Cardíaca	0
FEVI%	56,55 ± 6,93

### **MEDICACIÓN**

Agentes antiplaquetarios	11 (100%)
Betabloqueantes	9 (81,82%)
Estatinas	11 (100%)
IECA	6 (54,55%)
ARA II	4 (36,36%)
Antagonistas del calcio	2 (18,18%)
Nitratos	6 (54,55%)

### **VALORES DE ESFUERZO**

FCmáx	143,91 ± 18,77
FCbasal	71,00 ± 9,91
PAS máxima	159,09 ± 14,27
PAD máxima	85,91 ± 5,96
Doble Producto Máximo	22893,18 ± 3667,04
Capacidad Funcional (METs)	10,53 ± 2,29
Pico de Potencia Máxima (PPM)	197,73 ± 60,73
Ratio potencia/peso (W/kg)	2,24 ± 0,58

**ARA II: antagonistas de los receptores de Angiotensina II, FEVI%: fracción eyección Ventriculo Izquierdo, IECA: inhibidores de la Enzima Convertidora de la Angiotensina, IMC: índice masa corporal, METs: equivalente metabólico**

- Consumo de tóxico sin compromiso de dejarlo (alcohol, tabaco, marihuana...).
- Negativa para realizar cualquiera de las partes integrantes del programa.
- Imposibilidad de asistir al menos al 85% de las sesiones.
- No realizar al menos el 90% de las demandas domiciliarias.

## EVALUACIÓN INICIAL

A los pacientes se les realiza una valoración inicial con una **prueba de esfuerzo** siguiendo el **protocolo Bruce Rampa**<sup>29</sup> (Anexo 2), realizado por una médica cardióloga del SALUD, colaboradora e impulsora del estudio.

Etapa	Dur. etapa	Veloc. (km/h)	Pend. (%)	FC (lpm)	TA (mmHg)	Comentarios
T	00:01	0.00	0.00	75		
DE PIE	00:32	0.00	0.00	85	140/80	
ETAPA 1	00:30	1.80	0.00	86		
ETAPA 2	00:30	1.80	2.00	86		
ETAPA 3	00:15	1.90	4.00	88		
ETAPA 4	00:30	1.90	5.00	90		
ETAPA 5	00:15	2.00	7.00	88		
ETAPA 6	00:30	2.20	8.00	90		
ETAPA 7	00:30	2.50	10.00	93		
ETAPA 8	00:15	2.80	10.00	94		
ETAPA 9	00:30	2.90	11.00	97		
ETAPA 10	00:15	3.10	11.00	100		
ETAPA 11	00:30	3.10	11.00	102	160/70	
ETAPA 12	00:15	3.30	12.00	104		
ETAPA 13	00:30	3.50	12.00	107		
ETAPA 14	00:15	3.90	12.00	110		
ETAPA 15	00:30	4.00	12.00	112		
ETAPA 16	00:15	3.90	13.00	113		
ETAPA 17	00:15	4.10	13.00	114		
ETAPA 18	00:30	4.20	13.00	116		
ETAPA 19	00:15	4.50	14.00	118	160/80	
ETAPA 20	00:30	4.70	14.00	121		
ETAPA 21	00:30	5.10	14.00	123		
ETAPA 22	00:15	5.30	14.00	125		
ETAPA 23	00:30	5.30	14.00	126		
ETAPA 24	00:30	5.60	14.00	127		
ETAPA 25	00:15	5.70	15.00	130		
ETAPA 26	00:15	5.70	15.00	133	190/80	
ETAPA 27	00:30	5.80	15.00	134		
ETAPA 28	00:15	6.20	15.00	136		
ETAPA 29	00:17	6.40	16.00	139		
	05:00	0.00	0.00	95	150/80	

**Imagen 3. Prueba de esfuerzo de uno de los pacientes del estudio**

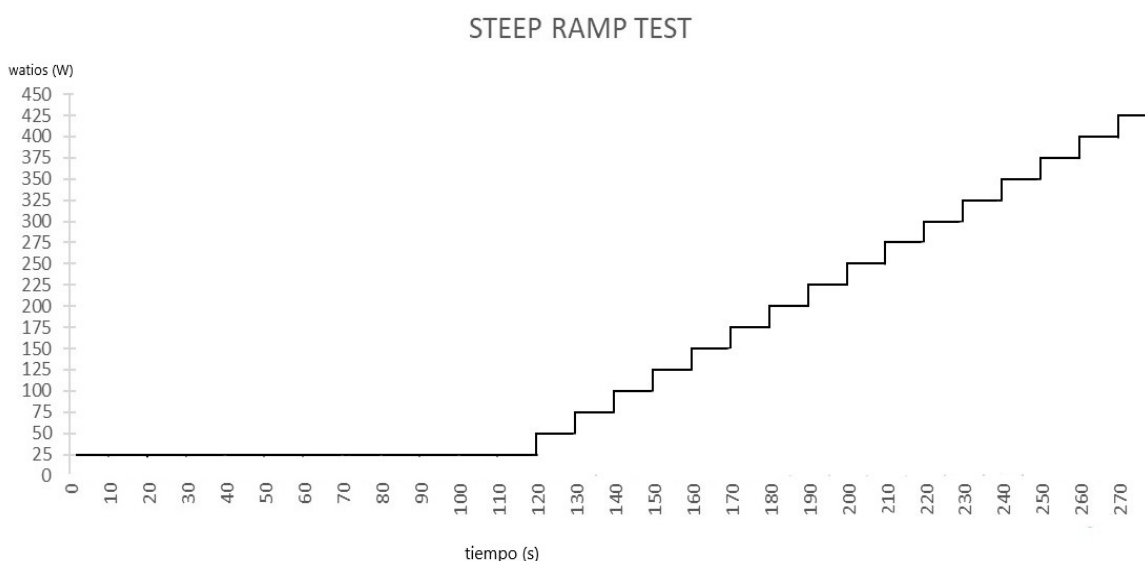
En esta prueba de esfuerzo se miden, la **Frecuencia Cardíaca Basal** (FC<sub>basal</sub>) y **Frecuencia Cardíaca Máxima** (FC<sub>máx</sub>), y en base a estos dos parámetros se calcula la **Frecuencia Cardíaca de Reserva** (FC<sub>r</sub>) y los porcentajes de trabajo según la **fórmula de Karvonen**.

$$FC_{\text{max}} - FC_{\text{basal}} = FC_r$$

$$\%FC_r = ((FC_{\text{max}} - FC_{\text{basal}}) \times \% \text{intensidad}) + FC_{\text{basal}}$$

También se mide la **Tensión Arterial máxima** alcanzada (TA<sub>máx</sub>), y en función del tiempo que el paciente pueda mantener la prueba y los parámetros anteriores se realiza una estimación de la **capacidad funcional en METs** (kcal/kg·h<sup>-1</sup>).

Además, se realiza el **Steep Ramp Test** (SRT), según el protocolo descrito por Meyer et al. <sup>14,30-32</sup> que hemos utilizado para **averiguar la potencia del tren inferior** de cada paciente para el trabajo interválico posterior, y saber cuáles serían los parámetros más adecuados para cada persona. El SRT **inicia con dos minutos de calentamiento a 25W** en el cicloergómetro para **posteriormente incrementar la carga 25W cada 10 segundos**, indicando al paciente que debe mantenerse en todo momento entre **60 y 65 vueltas por minuto** (rpm).



**Imagen 4. Realización del Steep Ramp Test**

En el momento que bajan de los 55 rpm, se acercan a su FCmáx o TAmáx, determinados según su prueba de esfuerzo, o sienten algún síntoma cardíaco, se detiene la prueba. El momento de finalización determina por tanto la **potencia muscular anaeróbica aláctica**<sup>17</sup>.

Según diferentes autores esto equivale al doble de la fuerza efectiva que se puede mantener durante el ejercicio aeróbico en paciente cardíopata<sup>30,32</sup>, procederemos entonces a trabajar al **50% de esta potencia** como **carga máxima** en el intervalo superior de nuestro ejercicio interválico y al **10%** en nuestro periodo de **descanso activo**.

Por otro lado, un médico rehabilitador realiza una valoración de la fuerza muscular y determina el 10 RM para los ejercicios de: sentadilla, elevación de talones bilateral, curl de bíceps, press de pecho con mancuernas, crunch abdominal y extensiones de tronco, con lo cual se pautará su entrenamiento de fuerza previo al ejercicio aeróbico.

## **DIAGNÓSTICO FISIOTERÁPICO**

El diagnóstico fisioterápico de la isquemia coronaria está siempre supeditado al trabajo de un médico cardiólogo, es por ello, por lo que se hace necesaria la intervención de un equipo multidisciplinar en el presente estudio. En nuestro caso el estudio refleja una intervención y evaluación de resultados sobre la capacidad funcional de la persona.

De forma general el diagnóstico fisioterápico en las enfermedades coronarias es inexistente o se halla muy limitado.

En el presente estudio se realiza una **valoración de la potencia máxima** que puede desarrollar el paciente **mediante el SRT**, midiendo en vatios (W) la potencia máxima muscular anaeróbica aláctica que puede desarrollar cada paciente. Se evaluó **la capacidad funcional de cada paciente con los resultados de la prueba de esfuerzo** inicial puesto que el principal objetivo de este estudio es incrementar la capacidad funcional de cada individuo.

El diagnóstico incluye:

- **Disminución de la capacidad funcional** en los individuos, propiciada en muchos casos por que presentan la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI) disminuida o deprimida, y por las alteraciones histológicas que puede sufrir su músculo cardíaco.
- **Capacidad limitada** de realizar o mantener **esfuerzos físicos** en el tiempo.
- **Incapacidad de los individuos de alcanzar valores iguales o superiores a 3,3 W/kg de esfuerzo máximo en el SRT.**

## OBJETIVOS TERAPEÚTICOS

Los **objetivos terapéuticos** del presente estudio y su metodología de intervención son principalmente:

1. **Aumentar la capacidad funcional del paciente coronario**, mediante el protocolo de ejercicio interválico que se ha creado y se va a poner en práctica, **mejorando los parámetros de esfuerzo como son la TAmáx, FCmáx y los MET funcionales.**
2. Conseguir un **aumento en los parámetros de seguridad del ejercicio** para que las posibilidades que cada paciente tenga de actividad física fuera del servicio de rehabilitación cardíaca sean lo más amplias posibles.
3. Devolver a los **pacientes** a un **estado físico lo más similar o mejor** al que **poseían antes del evento** cardíaco.
4. **Dar una herramienta nueva de trabajo a los pacientes**, que puede resultarles más entretenida de llevar a cabo que un ejercicio constante leve o moderado.
5. **Mejorar la percepción subjetiva de esfuerzo** (RPE, por sus siglas en inglés) durante el ejercicio de los pacientes, para que se adapten a sus nuevas condiciones funcionales, objetivándola según la escala de Borg<sup>33</sup>.

## DESARROLLO METODOLÓGICO/PLAN DE INTERVENCIÓN

El protocolo diseñado de EIAI, sustituye al **protocolo previo de trabajo** (tabla 2); que, incluía una fase de **ejercicio constante moderado (ECM)** durante **4 semanas**, seguido de **ejercicio interválico (EI)** otras **4 semanas**.

El **ECM**, se pautaba con una **FC límite** del:

- 50% FCr la 1ª semana
- 60% FCr la 2ª semana
- 70% FCr la 3ª semana
- 80% FCr la 4ª semana.

El **EI** tenía como **FC límite al 80% de FCr**, con **tiempos y cargas** de esfuerzo y descanso variables, **sin basarse en ningún criterio objetivo** y sin una pauta clara para cada paciente, que se iban variando según la percepción del equipo sanitario o las peticiones momentáneas de los pacientes, según la RPE de Borg.

Además, se realizaba un **programa de fuerza a partir de la 2ª semana** del programa, prescrito por el médico rehabilitador, **posterior al ejercicio aeróbico**.

Tabla 2. Descripción del protocolo previo de ejercicio.

<i>Semana de entrenamiento</i>	<i>Tipo de ejercicio</i>	<i>FC límite</i>	<i>Fuerza</i>	<i>Entrenamiento</i>	<i>Calentamiento/ Enfriamiento</i>
<b>1ª semana</b>	Ejercicio Continuo	50% FCr	NO	30 minutos	5 minutos / 7 minutos
<b>2ª semana</b>	Ejercicio Continuo	60% FCr	NO	30 minutos	5 minutos / 7 minutos
<b>3ª semana</b>	Ejercicio Continuo	70% FCr	SI	30 minutos	5 minutos / 7 minutos
<b>4ª semana</b>	Ejercicio Continuo	80% FCr	SI	30 minutos	5 minutos / 7 minutos
<b>5ª-8ª semana</b>	Ejercicio Interválico	80% FCr	SI	30 minutos	5 minutos / 7 minutos

**En el presente estudio** cada sesión en el gimnasio supone **1 hora y media** de asistencia donde se realizan **mediciones de seguridad**: iniciales, post-fuerza (preentrenamiento), a mitad de entrenamiento y al finalizar la sesión de la **TA**. Una **monitorización constante de la FC** de cada paciente durante toda la sesión. También se mide la **glucemia a los diabéticos** al empezar la sesión, antes del ejercicio aeróbico y al final de la sesión.



Se inicia la sesión con un **calentamiento inicial**, general, de movilidad articular de piernas, brazos y tronco, dirigido por el fisioterapeuta.

Se realizan **a partir de la segunda semana los ejercicios de fuerza** pautados por el médico rehabilitador y dirigidos por el fisioterapeuta, consisten en: sentadillas, elevación bilateral de talones, curl bilateral de bíceps, press de pecho con mancuernas, crunch abdominal y extensiones de tronco en cuadrupedia; **previos al ejercicio aeróbico**.

El ejercicio aeróbico **inicia con un calentamiento progresivo e incremental y finaliza con un enfriamiento de descenso progresivo**, específico y adaptado al ejercicio interválico, controlado por el equipo multidisciplinar compuesto por fisioterapeuta, médico cardiólogo y enfermero. Además, se hace una consulta a los pacientes de su percepción del esfuerzo según la escala de Borg durante la realización del ejercicio.

**Finalizando la sesión con estiramientos estáticos** de miembro inferior, gemelos, pelvitrocantéreos, isquiotibiales y cuádriceps, antes de acabar la sesión, de nuevo dirigidos por el fisioterapeuta.

Las **demandas domiciliarias** consisten en caminar 1 hora al día, todos los días, pudiendo evadirse esta responsabilidad los días de asistencia al gimnasio.

**El protocolo** que se propone en este estudio trabajará durante las **8 semanas** con los pacientes, **3 veces por semana**, con un total de **24 sesiones**.

Como no se dispone de 11 bicicletas en el gimnasio, hay 4 pacientes que cada semana realizan ejercicio aeróbico de tipo continuo en cinta, con calentamiento incremental, 30 minutos de entrenamiento y enfriamiento de descenso progresivo posterior.

Las postas de ejercicio se cambian semana a semana, asegurando como mínimo 6 semanas de entrenamiento de tipo interválico a cada paciente.

**El protocolo de EIAI** consiste en **30 minutos de actividad precedidos por 6 minutos de calentamiento** y que finalizan con **otros 7 de enfriamiento**.

- Los **tiempos de trabajo/descanso** son pautados mediante **ratios** que salen de dividir el tiempo de esfuerzo entre el tiempo de descanso. El **tiempo de esfuerzo será siempre 30 segundos** y un descanso variable, trabajando siempre en **ratios entre 0,5 y 1.**<sup>20,22</sup> Consideramos así nuestro protocolo dentro del grupo de **EIAI de corto periodo** (EIAI\_C), debido a que el tiempo de esfuerzo es inferior a los 3 minutos<sup>22</sup>.

Los **límites de seguridad de la FC** basados en la ergometría (prueba de esfuerzo) del paciente se pautan en el **80% de la FCr** de cada paciente.

Nuestro protocolo funcionará entonces de la siguiente manera (Tabla 3):

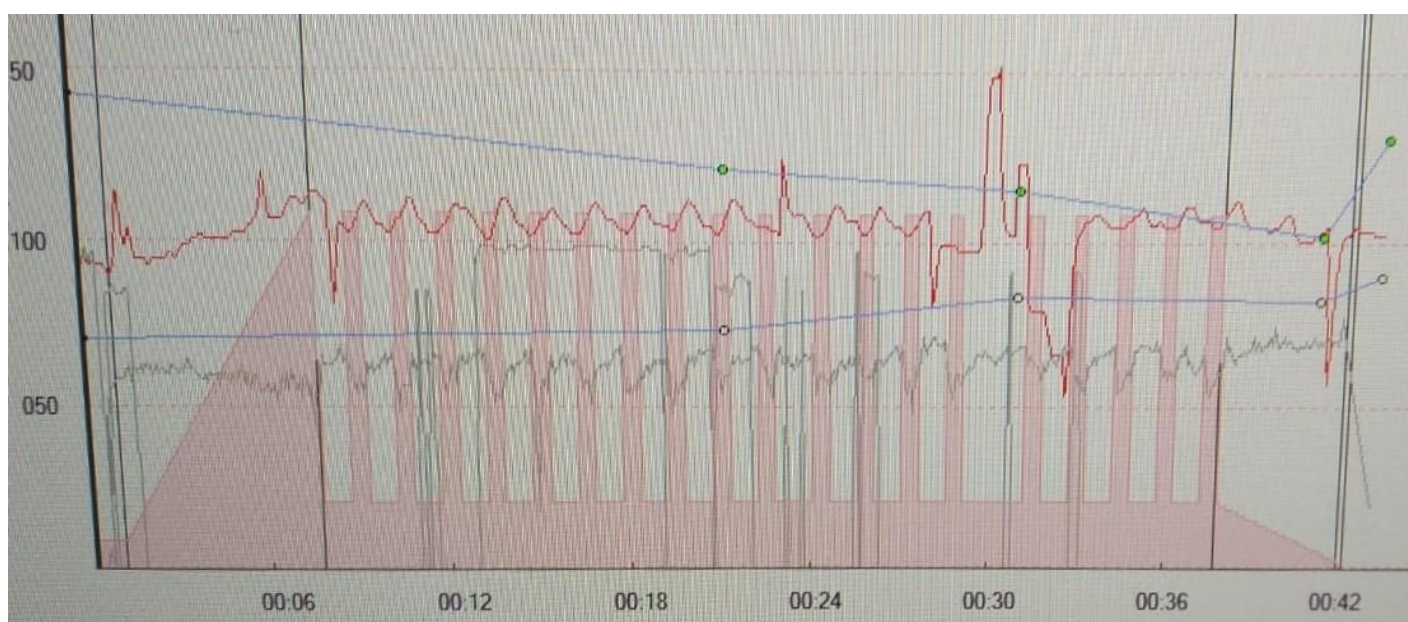
- En la **primera semana trabajaremos en ratio de 0,5** (30 segundos de trabajo y 60 de descanso) **con un límite de FC del 80% del Karvonen durante 30 minutos.**
- En la **segunda y tercera semana mantendremos la ratio 0,5 y el límite de FC** en el 80% de la FCr para el paciente, **implementando previo al EIAI, los ejercicios de fuerza.**
- En la **4ª semana mantendremos la FC límite** en el 80% y el trabajo de fuerza, **dando a elegir** al paciente si **mantiene la ratio 0,5 o aumentamos a ratio 1** (30 segundos de trabajo y 30 de descanso) **según su RPE** según la escala de Borg, **aconsejándolo** el equipo sanitario esta se ha mantenido **igual o inferior a 12** en las semanas previas.
- Durante el **segundo mes** (semanas 5ª a 8ª), mantenemos el ejercicio de fuerza, se realiza una **readaptación de la carga del EIAI**, tras realizar un **segundo SRT**, se eleva la **FC límite** de los pacientes al **80% de la FCr** y además se eleva el esfuerzo a **ratio 1.**

**Tabla 3. Resumen del protocolo de Ejercicio Interválico de Alta Intensidad del presente estudio.**

<i>Semana de entrenamiento</i>	<i>FC limite</i>	<i>Fuerza</i>	<i>Entrenamiento</i>	<i>Calentamiento /Enfriamiento</i>	<i>Ratio trabajo/ descanso</i>	<i>W trabajo/ descanso</i>
<b>1ª semana</b>	80% FCr	NO	30 minutos	7 minutos / 5 minutos	0,5 (30s/60s)	50%/10% 1 <sup>er</sup> SRT
<b>2ª - 3ª semana</b>	80% FCr	SI	30 minutos	7 minutos / 5 minutos	0,5 (30s/60s)	50%/10% 1 <sup>er</sup> SRT
<b>4ª semana</b>	80% FCr	SI	30 minutos	7 minutos / 5 minutos	0,5 - 1 (30s/60s - 30s/30s) *	50%/10% 1 <sup>er</sup> SRT
<b>5ª-8ª semana</b>	80% FCr	SI	30 minutos <sup>†</sup>	7 minutos / 5 minutos	1 (30s/30s)	50%/10% 2 <sup>do</sup> SRT

\*Se daba a elegir a los pacientes si mantener la ratio 0,5 o aumentarlo a 1.

†En la 5ª semana se permitía realizar 27 minutos de ejercicio, a aquellos pacientes, que habían mantenido la ratio 0,5 en la 4ª semana si no soportaban el incremento de carga y de tiempo de esfuerzo de golpe.



**Imagen 5. Protocolo de ejercicio descrito por el programa informático**

## RESULTADOS

Un total de **9 de los 11 pacientes completaron** con éxito **el programa** de EIAI, cumpliendo **todos nuestros criterios de inclusión-exclusión**, tras las 8 semanas de intervención se procede a realizar el **análisis estadístico** de los resultados del grupo de estudio utilizado el programa **IBM SPSS Statistics versión 22.0®**.

Se analizaron las medias de las **mediciones ergométricas** (Tiempo de esfuerzo, METs, FCmáx, FCbasal, TAmáx (PASmáx y PADmáx) y el DPM), del **SRT** (Tiempo de prueba y Pico de Potencia) y una **ratio potencia/peso**; se averiguó la desviación típica y se realizó la **prueba de T para muestras dependientes** para los valores medios preintervención y postintervención con un **intervalo de confianza del 95%** para los parámetros ergométricos, los resultados del SRT (además media de la 5ª semana) y la ratio potencia/peso.

### Resultados de los parámetros ergométricos (Tabla 4)

Tras las 8 semanas de protocolo de EIAI, se produjo un incremento significativo en el grupo del tiempo de realización de la prueba de esfuerzo (preintervención; 11:37  $\pm$  2:17, postintervención; 12:54  $\pm$  2:45 y de los METs (preintervención; 10,844  $\pm$  2,363, postintervención; 12,267  $\pm$  3,085).

Por otro lado, no se observaron variaciones estadísticamente significativas en los rangos de FCmáx, FCbasal, PASmáx, PADmáx y DPM.

**Tabla 4.** Resultado de la ergometría al inicio y tras el programa de ejercicios.

Parámetro	Preintervención Media (DE)	Postintervención Media (DE)	Postintervención-preintervención Media (IC 95%)	p- valor
Tiempo de esfuerzo	11:37 (2:17)	12:54 (2:45)	1:17 (0:06 – 2:28)	0,007 <sup>§</sup>
METs	10,84 (2,363)	12,27 (3,085)	1,42 (-0,015 – 2,860)	0,01 <sup>§</sup>
FC máxima	148,56 (16,935)	141,00 (12,196)	-7,56 (-20,943 – 5,832)	0,10
FC basal	71,44 (11,170)	67,22 (8,167)	-4,22 (-15,802 – 7,358)	0,26
PAS máxima	155,00 (12,748)	154,44 (12,105)	-0,56 (-21,376 – 20,265)	0,93
PAD máxima	85,56 (6,821)	81,67 (6,614)	-3,89 (-15,679 – 7,901)	0,30
DPM	23102,22 (3831,497)	21794,44 (2649,983)	-1307,78 (-5658,825 – 3043,269)	0,34

DE: desviación estándar IC: intervalo de confianza al 95%. §: P-valor < 0,05

## Resultados del esfuerzo empinado (SRT) (Tabla 5)

Hay diferencias significativas en el tiempo de realización de la prueba (preintervención;  $58,89 \pm 28,038$ , 5ª semana;  $67,78 \pm 29,907$ ) y en el pico de potencia (preintervención;  $197,22 \pm 70,094$ , 5ª semana;  $219,44 \pm 74,768$ ) entre el inicio del programa, la medición de la 5ª semana.

Mientras que en la medición entre la 5ª semana y la final, no presenta diferencias estadísticamente significativas, ni en el tiempo de la prueba ni en el pico de potencia alcanzado.

**Tabla 5.** Resultados del SRT, al inicio, 5ª semana (mitad de programa) y final del programa.

Parámetro	Preintervención Media (DE)	5ª semana Media (DE)	Postintervención Media (DE)	5ª semana – Preintervención Media (IC 95%)	p-valor	Postintervención – 5ª semana Media (IC 95%)	p-valor
Tiempo de prueba	58,89 (28,038)	67,78 (29,907)	76,67 (32,787)	8,89 (2,168 – 15,610)	0,002§	8,89 (-4,160 – 21,938)	0,052
Pico de Potencia	197,22 (70,094)	219,44 (74,768)	241,67 (81,968)	22,22 (5,419 – 39,025)	0,002§	22,22 (-10,400 – 54,844)	0,052

DE: desviación estándar IC: intervalo de confianza al 95%. §: P-valor < 0,05

En la **medición de los W/kg (tabla 6)** movidos por cada persona basándonos en los datos de peso recogidos previamente a la prueba de esfuerzo y los vatios movidos en el SRT se hallaron diferencias estadísticamente significativas (preintervención;  $2,306 \pm 0,683$ , postintervención;  $2,747 \pm 0,557$ ).

**Tabla 6.** Datos de potencia (vatios), divididos entre el peso de cada persona.

Parámetro	Preintervención Media (DE)	Postintervención Media (DE)	Postintervención-preintervención Media (IC 95%)	p-valor
W/kg	2,306 (0,683)	2,747 (0,557)	0,441 (0,152– 0,730)	0,001§

DE: desviación estándar IC: intervalo de confianza al 95%. §: P-valor < 0,05

## Seguridad de los pacientes

No se registró ninguna actividad anómala en los pacientes, inherente al ejercicio, en ninguna de las 8 semanas que pudiera ser perjudicial para ellos

mismos y para el protocolo, los 3 eventos adversos que se recogieron durante el programa fueron:

- Neumonía en 1 paciente, con 1 semana de duración (3 sesiones perdidas)
- Gastroenteritis de 1 paciente, de 1 semana de evolución (3 sesiones perdidas)
- Hipoglucemia previa a 1 sesión de entrenamiento de un paciente diabético, y por tanto no realización de dicha sesión.

## DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio muestran una mejoría notable en los pacientes en diversos parámetros, principalmente y como principal indicador de la mejoría de estos pacientes nos interesan los METs obtenidos en las ergometrías, aunque también debido a la naturaleza del ejercicio llevado a cabo la mejoría en la potencia máxima desarrollada por las piernas es un buen indicador de que nuestro protocolo tiene efectividad a diferentes niveles.

En cuanto a los **METs**, se consiguió **una mejoría media de 1,4 METs** al finalizar el programa lo que según diversos autores supone una **reducción de entre un 8 y 17% la tasa reinfarto**<sup>13, 20</sup>, habiendo incluso un paciente con una mejoría de 3,5 METs entre los resultados de las pruebas de esfuerzo.

En valores relativos conseguimos una media de **mejora del 13%**, algo menor de lo esperado, comparado con diversos estudios<sup>8,11,14-17,25,27</sup> similar únicamente al estudio de Koufaki P. et al. 2014<sup>12</sup>, pero este realizó 36 sesiones (12 semanas); superior únicamente a los resultados de Benda NMM.<sup>26</sup> et al. 2015, y muy lejos de los resultados de Wissløf U et al.<sup>7</sup>

En cuanto a los demás parámetros ergométricos no se hallaron diferencias estadísticamente significativas, aunque hubo una **reducción visible en las medias en las FC máxima** (-7,56) y **FC basal** (-4,22) entre una y otra prueba de esfuerzo, así como de la **PAD** (-3,89) **durante el esfuerzo máximo**.

La **reducción de la FC basal** puede verse como algo positivo ya que reducimos las frecuencias del corazón en una situación de reposo, y por tanto el riesgo de taquicardia, algo que se trata de conseguir con los  $\beta$ -bloqueantes de forma química, podemos obtenerlo a través de una adaptación secundaria al ejercicio físico.

El **valor de PAD** viene dado por las resistencias periféricas, es decir la oposición de vasos y tejidos al paso de la sangre, una PAD con un valor elevado, suele ser típico de fumadores, obesos o gente con riesgo trombótico, una **reducción de este valor se traduce en una llegada de la sangre al organismo con menor esfuerzo para el corazón**, este resultado se consigue en varios estudios.<sup>16,17,25,27,34</sup>

Además, al producirse una **reducción de la FC máxima**, manteniéndose bastante similar la **PAS** durante el esfuerzo máximo, **el valor del Doble Producto Máximo al estar derivado de estos dos se redujo** (-1307,78). Lo cual en principio es un mal resultado en lo que a capacidad vital se refiere, ya que este indicador nos da un valor al esfuerzo máximo del corazón en valores máximos de frecuencia cardíaca y tensión arterial.

Aunque analizando los resultados si **un mayor tiempo realizando la prueba de esfuerzo** se consigue con unos **valores inferiores de FC máxima y una presión arterial similar**, podemos aventurar que esto puede ser **más seguro** para el corazón del paciente.

**Cabe pensar que esta reducción de la FC máxima** y por tanto del DPM se debe a una **adaptación fisiológica al ejercicio** tras las 8 semanas de entrenamiento, puesto que los resultados en cuanto a **duración de la prueba** (de 11:37 en la 1ª ergometría a 12:54 de media en la segunda) y **METs finales** (de 10,84 a 12,27 de media) dan a entender que el esfuerzo se ha prolongado más durante las segundas ergometrías.

Por otro lado, cabe señalar que **los primeros estudios que realizaban ejercicio interválico de alta intensidad**<sup>14</sup> propusieron este tipo de rutina física para pacientes que presentaban **insuficiencia cardíaca**, justificando que soportaban mejor este tipo de esfuerzos, antes que los de esfuerzo constante moderado, y que además eran capaces de trabajar con mayores cargas relativas a su prueba de esfuerzo que los pacientes coronarios, 186% de carga con respecto a la prueba de esfuerzo en pacientes con IC<sup>14</sup>, siendo algo menor en pacientes coronarios.

Se comenzó además a utilizar el **SRT como herramienta objetiva para averiguar la potencia muscular máxima aláctica**<sup>17</sup> y trabajar posteriormente al 50% de esta intensidad <sup>8,14,16,17</sup>, ya que es un test rápido (5 minutos por paciente como máximo) y con resultados claros para el investigador, que no presenta reacciones adversas para el paciente ni supera los valores de seguridad obtenidos en las pruebas de esfuerzo ya que al ser tan incremental, no permite un artefacto cardíaco<sup>8,14,16,17</sup>. A pesar de todo esto **no existe una validación de dicho test.**<sup>16</sup>



En nuestro caso el **aumento de la potencia máxima** desarrollada por los pacientes antes y después del entrenamiento es mayor al obtenido por otros autores, **44 W de media** frente a 26<sup>27</sup>, 12,4, con el doble de sesiones <sup>34</sup>, 38 W<sup>8,25</sup>, de otros autores, pero menor a los 54 W de mejora de Villelabeitia-Jaureguizar et al. 2011<sup>17</sup>.

Sin duda el **factor más importante dentro del EIAI es el tiempo y carga de esfuerzo**, a nivel de tiempo nos hemos encuadrado en el corto periodo de esfuerzo, < 3 min, a nivel de carga estamos en valores del 50% de la fuerza máxima anaeróbica, con un límite de seguridad del 80% de la FCr individualizado para cada paciente, menor del máximo al que se ha trabajado con pacientes de este tipo <sup>23</sup>.

Otro de los importantes factores a tener en cuenta del ejercicio interválico es el tiempo y forma de realizar la recuperación muscular, **optamos por una recuperación activa, porque el paciente no detenía su actividad, pero a tan baja carga relativa** (80% de decalaje respecto a la carga de esfuerzo) **que podía considerarse pasiva**, factor que **aumenta el tiempo hasta la fatiga** <sup>28,35,36</sup> (TTE – por sus siglas en inglés, Time To Exhaustion), se prefirió para un mejor aguante por parte de los pacientes. Ya que lo que importa a la hora de mejorar el consumo máximo de oxígeno y por tanto la capacidad funcional es la intensidad y no el tiempo de esfuerzo <sup>22,35</sup>.

En cuanto a las ratios esfuerzo/descanso, ninguno de los artículos revisados posee una progresión de estas ratios de trabajo, a diferencia de nuestro protocolo. Algunos aumentan el tiempo de ejercicio según avanzan las semanas, otros realizan un incremento en la carga<sup>14,35</sup> y otros realizan ambas, pero en ningún caso se realizaba un cambio en los 3 parámetros, con lo que no se sigue el principio de progresividad del ejercicio físico<sup>22</sup>.

En cuanto al protocolo ideado para el estudio por los investigadores, ha sido basado en revisiones sistemáticas recientes<sup>5,6,20,22</sup> y adaptado a las condiciones particulares del Servicio de Rehabilitación Cardíaca del HNSG, los pacientes realizaron un trabajo mixto entre ejercicio interválico y ejercicio continuo debido a que por la particularidad del gimnasio era imposible que todos trabajaran en base a un mismo protocolo, además se mezcló ejercicio en cicloergómetro y en cinta rodante. Lo que a la vez se plantea como una

limitación para el estudio puede verse como un factor favorable al mismo, ya que los pacientes pueden verse beneficiados por los dos tipos de ejercicios y por los dos tipos de actividades.

El **ejercicio interválico** muestra mejoría en ciertos parámetros aeróbicos y cardiovasculares que el continuo no puede obtener tan fácilmente, y viceversa, el EIAI consigue una mejoría más rápida y notable en carga máxima, esfuerzo máximo alcanzado, capacidad aeróbica máxima, consumo máximo de oxígeno <sup>13</sup>, control de la glucosa en diabéticos, resistencia a la insulina<sup>9,33</sup>.

Por otra parte, el **ejercicio constante** mejora de forma más notable la **TA máxima, FC máxima y FC basal**, así como conseguir una mayor **reducción de peso** que el EIAI y por tanto del IMC, pero no obtiene tantas mejorías según artículos revisados en los parámetros donde el EIAI obtiene una gran mejora. <sup>13,25</sup>

En cuanto a las dos actividades funcionales, sabemos que el trabajo en **cinta rodante** favorece un **mayor aumento de la FC** durante el ejercicio, en torno a un **10-15%**<sup>3</sup>, ya que al movilizar prácticamente todos nuestros grupos musculares al caminar o correr favorecemos el mayor aumento de la FC, lo que a **nivel de mejora aeróbica es muy favorable**.

Cabe destacar que, en el **cicloergómetro** al realizar el trabajo sentados y no activar todos los grupos musculares por igual **las FC no suben tanto**, por lo que el trabajo cardiovascular podría ser menor, aunque **el trabajo de cargas es mucho mayor que en la cinta rodante** y más con una adaptación a la carga de ejercicio como la que se ha hecho en el presente estudio.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones más importantes del estudio es que la capacidad funcional de los pacientes y su posterior cambio es medida por una **estimación en METs tras la ergometría**, algo que depende únicamente del tiempo que aguantan realizando la prueba, en base a su peso corporal, y no como un cálculo directo del consumo de oxígeno individual (1MET =

3,5mlO<sub>2</sub>/kg·min<sup>-1</sup>), **esto supone un sesgo de información** ya que no todo el mundo consumimos el mismo oxígeno ante el mismo esfuerzo,

Por tanto, aunque el **porcentaje de mejora de nuestros pacientes analizados es de un 13%** entre una y otra prueba de esfuerzo, una mejoría similar al estudio de Koufaki P. et al. 2014<sup>12</sup> habría que **comprobar mediante una ergoespirometría si esta estimación se corresponde con la realidad**. Esta prueba no se realizó por la falta de tiempo y de personal investigador para ello, ya que realizar la ergoespirometría supone para el personal sanitario el doble de tiempo que una ergometría y al estar en un seno hospitalario su tiempo en muchas ocasiones era reducido.

Una de las limitaciones más grandes del presente estudio es la **no presencia de un grupo control**, con el que podamos comparar nuestros resultados sobre todo los espirométricos para ver si la mejoría dada es fruto del EIAI o simplemente del trabajo de fitness realizado por los pacientes que han pasado de estar en malas condiciones a estar algo entrenados debido a que no se pudo conseguir un grupo de paciente que se mantuviera trabajando bajo el protocolo previo de trabajo y cuyos datos se nos facilitaran, para el presente estudio.

Otro problema al que no enfrentamos fue que **no era posible realizar un protocolo de bici únicamente, ya que en el gimnasio de rehabilitación cardiaca donde realizamos el estudio hay 7 bicicletas estáticas y 4 cintas sin fin**, por tanto los pacientes realizaban el ejercicio interválico, únicamente en la bicicleta mientras que mantenían el ejercicio continuo de moderada intensidad (ECMI) en el ergómetro, se realizó por tanto un protocolo de EIAI combinado con el ECMI, asegurando como **mínimo 6 semanas en bicicleta y EIAI** y según defienden las revisiones sistemáticas actuales es el tiempo mínimo efectivo para que se vean adaptaciones fisiológicas al ejercicio <sup>6,22</sup>.

## CONCLUSIONES

El **ejercicio interválico ha resultado efectivo en la mejora de la capacidad vital del sujeto, medida en METs, y la potencia máxima muscular de los miembros inferiores** al realizar este ejercicio en cicloergómetro en pacientes que han sufrido un episodio coronario.

A nuestro conocimiento este es el **primer estudio que presenta ejercicio interválico protocolizado en función de la carga y constante moderado basado en la FCr**, en un mismo grupo de trabajo con **dos actividades funcionales diferentes como son la bicicleta estática y la cinta sin fin**.

**No podríamos señalar un ejercicio como mejor que el otro**, puesto que cada uno aporta un tipo de beneficios al paciente si este está bien pautado, habría que **estudiar un mejor uso combinado de ambos ejercicios en futuros estudios**.

Se necesita mayor número de estudios al respecto, comparando uno y otro ejercicio con grupos homogéneos y estudios de tipo ensayo clínico.

Las **revisiones y metaanálisis** realizados hasta la fecha **dejan claros algunos apartados** del ejercicio interválico de alta intensidad (**EIAI**), pero al ser un **ejercicio complejo de pautar** y protocolizar es **necesario un mayor número de estudios** al respecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a todo el equipo del servicio de Rehabilitación Cardíaca del Hospital Nuestra Señora de Gracia que me dejaron realizar con todos sus apoyos y posibilidades materiales y humanas este estudio. En especial a Carmen por ser una guía y ayudante durante la realización del estudio completo, que sin su apoyo y ánimos este estudio no habría sido posible. Sin lugar a dudas también a María y Eva porque completaban el equipo multidisciplinar en todas y cada una de las sesiones y siempre tenían su mayor disposición para el trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. García-Porrero Pérez JA, Hurlé González JM, García-Porrero Alonso J. Anatomía humana. Madrid: McGraw Hill-Interamericana; 2005.
2. INEbase / Sociedad /Salud /Estadística de defunciones según la causa de muerte / Últimos datos 2018.
3. Aristizábal Rivera JC, Jaramillo Londoño HN, Rico Sierra M. Pautas generales para la prescripción de la actividad física en pacientes con enfermedades cardiovasculares. Iatreia. 2003;16:240-53.
4. Síndrome coronario agudo - Mayo Clinic 2017.
5. Gomes-Neto M, Durães AR, Reis HFC dos, Neves VR, Martinez BP, Carvalho VO. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis. Eur J Prev Cardiol. 2017;24:1696-707.
6. Hannan A, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes J, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. Open Access J Sport Med. 2018;9:1-17.
7. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. Circulation. 2007;115:3086-94.
8. Villelabeitia-Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Berenguel Senen A, Verónica Hernández Jiménez V, Lorena Ruiz Bautista L, Barrios Garrido-Lestache ME, et al. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. Cardiol J. 2013.
9. Hernández García S, Oquendo JÁM, Lago Prendes E, Rivas Estany EC. Fase de convalecencia en la rehabilitación cardíaca. Protocolo de actuación. CorSalud. 2015;7:60-75.
10. Ito S, Mizoguchi T, Saeki T. Review of High-intensity Interval Training

in Cardiac Rehabilitation. *Intern Med.* 2016;55:2329-36.

11. Keteyian SJ, Hibner BA, Bronsteen K, Kerrigan D, Aldred HA, Reasons LM, et al. Greater Improvement in Cardiorespiratory Fitness Using Higher-Intensity Interval Training in the Standard Cardiac Rehabilitation Setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2014;34:98-105.
12. Koufaki P, Mercer TH, George KP, Nolan J. 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. *J Rehabil Med.* 2014;46:348-56.
13. Liou K, Ho S, Fildes J, Ooi SY. High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Hear Lung Circ.* 2016;25:166-74.
14. Meyer K, Samek L, Schwaibold M, Westbrook S, Hajric R, Beneke R, et al. Interval training in patients with severe chronic heart failure: Analysis and recommendations for exercise procedures. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:306-12.
15. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2004;11:216-22.
16. Villelabeitia Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Ruiz Bautista L, De La Peña CH, Arriaza Gómez MJ, Calero Rueda MJ, et al. Effect of High-Intensity Interval Versus Continuous Exercise Training on Functional Capacity and Quality of Life in Patients with Coronary Artery Disease: A randomized clinical trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2016;36:96-105.
17. Villelabetia-Jaureguizar K, Díaz-Buschmann I, Vaquerizo-García E, Calero-Rueda MJ, Mahillo-Fernández I. Entrenamiento interválico en pacientes con cardiopatía isquémica: metodología y análisis de resultados ergoespirométricos. *Rehabilitacion.* 2011;45:327-34.
18. Warburton DER, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P,

- Ignaszewski AP, et al. Effectiveness of High-Intensity Interval Training for the Rehabilitation of Patients With Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol*. 2005;95:1080-4.
19. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, et al. Aerobic Exercise Intensity Assessment and Prescription in Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2012;32:327-50.
  20. Wewege MA, Ahn D, Yu J, Liou K, Keech A. High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease—Is It Safe? A Systematic Review. *J Am Heart Assoc*. 2018;7:1-19.
  21. Taylor J, Keating SE, Leveritt MD, Holland DJ, Gomersall SR, Coombes JS. Study protocol for the FITR Heart Study: Feasibility, safety, adherence, and efficacy of high intensity interval training in a hospital-initiated rehabilitation program for coronary heart disease. *Contemp Clin Trials Commun*. 2017;8:181-91.
  22. Ballesta García I, Rubio Arias JÁ, Ramos Campo DJ, Martínez González-Moro I, Carrasco Poyatos M. Dosis de ejercicio interválico de alta intensidad en la rehabilitación cardiaca de la insuficiencia cardiaca y la enfermedad arterial coronaria: revisión sistemática y metanálisis. *Rev Española Cardiol*. 2018.
  23. Moholdt T, Madssen E, Rognmo Ø, Aamot IL. The higher the better? Interval training intensity in coronary heart disease. *J Sci Med Sport*. 2014;17:506-10.
  24. Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:579-89.
  25. Conraads VM, Pattyn N, De Maeyer C, Beckers PJ, Coeckelberghs E, Cornelissen VA, et al. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: The SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol*. 2015;179:203-10.
  26. Benda NMM, Seeger JPH, Stevens GGCF, Hijmans-Kersten BTP, van Dijk APJ, Bellersen L, et al. Effects of High-Intensity Interval Training



- versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. *PLoS One*. 2015;10:e0141256.
27. Currie KD, Dubberley JB, McKelvie RS, Macdonald MJ. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45:1436-42.
  28. Guiraud T, Juneau M, Nigam A, Gayda M, Meyer P, Mekary S, et al. Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:733-40.
  29. Will PM, Walter JD. Exercise testing: Improving performance with a ramped Bruce protocol. *Am Heart J*. 1999;138:1033-7.
  30. Chura RL, Marciniuk DD, Clemens R, Butcher SJ. Test-retest reliability and physiological responses associated with the steep ramp anaerobic test in patients with COPD. *Pulm Med*. 2012;2012:7-12.
  31. Rozenberg R, Bussmann JBJ, Lesaffre E, Stam HJ, Praet SFE. A steep ramp test is valid for estimating maximal power and oxygen uptake during a standard ramp test in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sport*. 2015;25:595-602.
  32. De Backer IC, Schep G, Hoogeveen A, Vreugdenhil G, Kester AD, van Breda E. Exercise Testing and Training in a Cancer Rehabilitation Program: The Advantage of the Steep Ramp Test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88:610-6.
  33. Roldán EE, Rendón DE. Propuesta de prescripción del ejercicio en obesos. *Rev Politécnica*. 2013;9:75-85.
  34. Tamburús NY, Kunz VC, Salviati MR, Castello Simões V, Catai AM, Da Silva E. Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2016;52:1-11.
  35. Meyer P, Normandin E, Gayda M, Billon G, Guiraud T, Bosquet L, et al. High-intensity interval exercise in chronic heart failure: Protocol

- optimization. J Card Fail. 2012;18:126-33.
36. Dupont G, Moalla W, Guinhouya C, Ahmaidi S, Berthoin S. Passive versus Active Recovery during High-Intensity Intermittent Exercises. Med Sci Sport Exerc. 2004;36:302-8.
  37. Bires AM, Lawson D, Wasser TE, Raber-Baer D. Comparison of Bruce Treadmill Exercise Test Protocols: Is Ramped Bruce Equal or Superior to Standard Bruce in Producing Clinically Valid Studies for Patients Presenting for Evaluation of Cardiac Ischemia or Arrhythmia with Body Mass Index Equal to or Greater. J Nucl Med Technol. 2013;41:274-8.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I – CONSENTIMIENTO INFORMADO**

#### **DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE**

**Título de la investigación: BENEFICIOS DERIVADOS DEL EJERCICIO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN EL PACIENTE CARDIÓPATA. SERIE DE CASOS.**

**Trabajo de Fin de Grado en Fisioterapia por la Universidad de Zaragoza**

**Investigador Principal: Carlos Serrano Matos**

**Tfno: 661180060**

**Centro: Hospital Nuestra Señora de Gracia**

#### **1. Introducción:**

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en la unidad de Rehabilitación Cardíaca del Hospital Nuestra Señora de Gracia (HNSG). Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética, pero antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

#### **2. ¿Por qué se le pide participar?**

Se le solicita su colaboración porque cumple los requisitos de inclusión nuestro estudio sobre los BENEFICIOS DEL EJERCICIO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN PACIENTES CARDIÓPATAS y ha sido elegido como parte del grupo que va a realizar el estudio, por su condición de enfermo cardíaco. En el estudio participarán 11 pacientes de estas características.

#### **3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?**

Este estudio pretende reflejar los beneficios de un ejercicio interválico de alta intensidad frente a los ejercicios continuos de baja o media intensidad, y la mejoría asociada de las capacidades vitales del paciente cardíaco, como un mayor aumento del  $VO_{2\text{máx}}$  y su relación directa con la calidad de vida.

#### **4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?**

Si acepta participar en el estudio deberá asistir a por lo menos un 85% de las sesiones (20 de 24), que se realizan dentro de la unidad de Rehabilitación Cardíaca del HNSG; se le realizará una prueba de esfuerzo previa y posterior a la intervención, como marca el protocolo de rehabilitación cardíaca, y el Steep Ramp Test de forma previa al estudio para sacar valores de referencia. La duración del estudio será desde el día 21 de Enero hasta el 15 de Marzo de 2019. Sus datos pre y post intervención se analizarán y serán el objeto de estudio principal de nuestra investigación.

### **5. ¿Qué riesgos o molestias supone?**

Los posibles riesgos o molestias derivadas de nuestra intervención son los mismo que en cualquier intervención de ejercicio físico: disnea, descontrol de la FC y/o la TA, cansancio, dolor muscular y lesiones. No hay ningún riesgo específico incontrolado ya que vais a estar monitorizados en todo momento y las lesiones vamos a prevenirlas con el calentamiento previo y estiramientos posteriores, además llevareis una medicación controlada por la médica cardiólogo.

### **6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?**

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no es probable que obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

### **7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?**

Toda la información recogida se tratará conforme a lo establecido en la legislación vigente en materia de protección de datos de carácter personal. En la base de datos del estudio no se incluirán datos personales (nombre, nº de historia clínica...) ni ningún dato que le pueda identificar. Sólo el equipo investigador tendrá acceso a los datos de su historia clínica y nadie ajeno al centro podrá consultar su historial.

De acuerdo con lo que establece la legislación de protección de datos, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos. Además, puede limitar el tratamiento de datos que sean incorrectos, solicitar una copia o que se trasladen a un tercero (portabilidad) los datos que usted ha facilitado para el estudio. Para ejercitar sus derechos, diríjase al investigador principal del estudio. Así mismo tiene derecho a dirigirse a la Agencia de Protección de Datos si no quedara satisfecho.

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos, pero sí se utilizarán los que ya se hayan recogido. En caso de que desee que se destruyan tanto los datos ya recogidos debe solicitarlo expresamente y se atenderá a su solicitud.

El promotor/investigador adoptará las medidas pertinentes para garantizar la protección de su privacidad y no permitirá que sus datos se crucen con otras bases de datos que pudieran permitir su identificación o que se utilicen para fines ajenos a los objetivos de esta investigación.

Las conclusiones del estudio se presentarán en congresos y publicaciones científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

### **8. ¿Quién financia el estudio?**

Este proyecto no tiene ningún tipo de financiación, se utilizan los recursos ya presentes en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca del HNSG.

### **9. ¿Se me informará de los resultados del estudio?**

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

## DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del PROYECTO:** BENEFICIOS DERIVADOS DEL EJERCICIO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN EL PACIENTE CARDIÓPATA. SERIE DE CASOS.

Yo, ..... (nombre y apellidos del participante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: .....(nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: SÍ NO (marque lo que proceda)

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

.....  
.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador:

Fecha:

.....

**Investigador Principal: Carlos Serrano Matos**

**Tfno: 661180060**

**Centro: Hospital Nuestra Señora de Gracia**

## **ANEXO II – PROTOCOLO ERGOMETRÍA**

Duración	<b><u>Bruce Rampa</u></b>			<b><u>Bruce Estándar</u></b>			METs obts.
	Etapas	Veloc. (mph)	Rampa (%)	Etapas	Veloc. (mph)	Rampa (%)	
0:00	1	1,7	0	1	1,7	10	1,8
0:20	2	1,7	1,3				1,9
0:40	3	1,7	2,5				2
1:00	4	1,7	3,7				2,3
1:20	5	1,7	5				2,6
1:40	6	1,7	6,2				2,7
2:00	7	1,7	7,5				2,7
2:20	8	1,7	8,7				3,1
<b>2:40*</b>	9	1,7	10				3,4
3:00	10	1,8	10,2	2	2,5	12	3,8
3:20	11	1,9	10,2				4,2
3:40	12	2,0	10,5				4,6
4:00	13	2,1	10,7				4,8
4:20	14	2,2	10,9				4,8
4:40	15	2,3	11,2				5,3
5:00	16	2,4	11,2				5,3
5:20	17	2,5	11,6				5,5
<b>5:40*</b>	18	2,5	12				5,5
6:00	19	2,6	12,2	3	3,4	14	6,1
6:20	20	2,7	12,4				6,3
6:40	21	2,8	12,7				6,5
7:00	22	2,9	12,9				6,8
7:20	23	3,0	13,1				7
7:40	24	3,1	13,4				7
8:00	25	3,2	13,6				7
8:20	26	3,3	13,8				7,6
<b>8:40*</b>	27	3,4	14				7,6
9:00	28	3,5	14,2	4	4,2	16	7,9
9:20	29	3,6	14,4				8,1
9:40	30	3,7	14,6				8,8

10:00	31	3,8	14,8				9
10:20	32	3,9	15				9,3
10:40	33	4	15,2				9,6
11:00	34	4,1	15,4				9,9
11:20	35	4,2	15,6				10,1
<b>11:40*</b>	36	4,2	16				10,1
12:00	37	4,3	16,2	5	5	18	10,4
10:20	38	4,4	16,4				10,4
10:40	39	4,5	16,6				11,1
11:00	40	4,6	16,8				11,1
11:20	41	4,7	17				11,4
11:40	42	4,8	17,2				11,7
12:00	43	4,9	17,4				12,5
14:20	44	5	17,6				12,8
<b>14:40*</b>	45	5,1	18				12,8
15:00	46	5,1	18	6	5,5	20	13,1

\* Punto donde el protocolo Bruce Rampa y el Bruce Estándar coinciden.

Extraído de: Bires AM, et al. 2013<sup>37</sup>



### ANEXO III – IMÁGENES GIMNASIO

