

La actividad física en cardiópatas. Infarto Agudo de Miocardio (IAM)

Proyecto de intervención

Director:

Txomin Pérez Bilbao

Autora:

Lucía Arenas Rincón

Universidad Pontificia Comillas

5º CAFYDE y Educación Primaria con
mención en inglés

Índice

1. Resumen/Abstract	2
2. Justificación.....	4
3. Introducción.....	5
4. Objetivos e hipótesis del estudio	18
5. Metodología.....	19
a. Diseño	19
b. Muestra y formación de grupos.....	19
c. Variables y material de medida	20
d. Procedimiento.....	22
e. Análisis de datos.....	23
6. Conclusiones	25
7. Referencias bibliográficas	26

1. Resumen

El Infarto Agudo de Miocardio (IAM) es una de las enfermedades cardiovasculares más comunes, además cuenta con un porcentaje muy alto de mortalidad, pero también tiene un amplio rango de mejora y mantenimiento a lo largo del tiempo. La actividad física le afecta positivamente.

El consumo de oxígeno pico es un gran predictor de supervivencia en pacientes con patología cardiovascular como aquellos que han sufrido un IAM.

El objetivo de esta propuesta de intervención será comparar el efecto de dos programas de ejercicio cardiorrespiratorio, uno de tipo intervalado de alta intensidad (AI) y otro de tipo continuo de intensidad moderada (MI), sobre el consumo de oxígeno pico (VO_2 pico) y la capacidad funcional en pacientes supervivientes de IAM.

Ochenta pacientes con IAM reciente de ambos sexos, serán asignados aleatoriamente a un grupo AI con una intensidad del 85%-95% de la frecuencia cardíaca pico (FCP) o a un grupo MI con una intensidad del 65%-75% de la FCP, 3 días a la semana durante 12 semanas. Las variables de medición serán VO_2 pico y el Índice de Barthel (IB).

Palabras clave: Infarto agudo de miocardio, rehabilitación cardíaca, consumo de oxígeno pico, entrenamiento cardiorrespiratorio.

Abstract

Acute Myocardial Infarction (AMI) is one of the most common cardiovascular diseases, it also has a very high percentage of mortality, but it also has a wide range of improvement and maintenance over time. Physical activity affects you positively.

Peak oxygen uptake (VO_2 peak) is a strong predictor of survival in cardiac patients, especially in AMI patients.

The aims of this study proposal will be to compare the effects of two cardiorespiratory training programs, a High intensity interval exercise program (HI) to moderate continuous program (MI) on VO_2 peak and functional capacity in AMI patients.

Eighty acute AMI patients will be randomized to either a HI at 85%-95% of peak heart rate (PHR) or MI at 65%-75% of PHR, 3 days a week for 12 weeks. Primary outcomes will be VO₂ peak and Barthel Index (BI).

Keywords: Acute Myocardial Infarction, cardiac rehabilitation, peak oxygen uptake, cardiorespiratory training.

2. Justificación

El tratamiento de pacientes con IAM mediante programas de ejercicio, es un asunto de gran relevancia que debe seguir siendo investigado muy a fondo para poder avanzar y desarrollar mejoras notables en este campo.

Además, he tenido la oportunidad de experimentar la mejora notable de algunos pacientes cercanos a mí con este tipo de enfermedades cardiovasculares y poder ver su proceso y los distintos momentos por los que han ido pasando. Por esto, creo que la actividad física fue un factor muy determinante para ellos y que les bastante ayudó en su progreso de mejora.

Desde mi punto de vista, este tema no recibe toda la importancia que debería. Sí que es cierto que existen múltiples estudios y, por lo general, las personas que sufren este tipo de enfermedades siguen un tratamiento de actividad mantenido en el tiempo.

Considero que, aunque está bastante arraigado este concepto de actividad física, faltan algunos conceptos por definir a la hora de estipular distintas líneas de acción para los diferentes pacientes. Creo que es muy importante llevar un seguimiento mucho más personal del que se suele hacer, además también es importante establecer entrenamientos acorde a las características de cada sujeto.

Aunque, sin duda, lo que más me ha motivado a realizar este trabajo, ha sido el tema de poder relacionar de manera directa la actividad física con una población con la que nunca he trabajado personalmente. Me causa gran interés poder llegar a observar el rango de mejora, el tiempo de acción y todas las características que lo conforman.

Con esta investigación lo que pretendo es afianzar aún más la importancia de todo este problema y su búsqueda de soluciones; para ello reflejaré diferentes estudios y resultados ya planteados, con el objetivo de compararlos posteriormente con otros, incluso con hipótesis de planteamiento de ejercicios que podrían realizarse en la realidad para observar las mejoras partiendo de distintos factores.

3. Introducción

Las enfermedades cardiovasculares siempre han estado presentes en nuestra sociedad. Poco a poco se han ido descubriendo cada vez más datos sobre ellas; cómo prevenirlas, tratarlas y cómo convivir con ellas. A día de hoy contamos con múltiples estudios epidemiológicos e investigaciones que nos ayudan a comprender cómo debemos actuar y qué pautas tenemos que seguir ante la presencia de muchas de estas enfermedades. Múltiples profesionales han dedicado gran parte de su tiempo a investigarlas para poder realizar planes de rehabilitación, mantenimiento y ejercicio para personas que sufren este tipo de enfermedades. Actualmente existen cantidad de propuestas, tanto de mantenimiento como de mejora, para personas con cardiopatías dentro de la actividad física, la salud y el deporte.

Las patologías cardiovasculares son muy frecuentes, y actualmente se encuentran muy relacionadas con la causa de muerte prematura, ya que representan la principal causa de mortalidad en occidente (Bermúdez et al., 2012).

En España, las enfermedades cardiovasculares son la primera de las causas de muerte, representando el 28,3% de los fallecimientos en 2018 ("Las enfermedades cardiovasculares en España en datos", 2021).

Además, según Núñez y Sentmanat (2018), en Estados Unidos existen más de 6,5 millones de personas de 20 años o más que padecen algún tipo de enfermedad cardíaca. Por otro lado, también se ha llegado a la conclusión que si se sigue evolucionando de esta manera, dentro de 10 años estos datos podrían aumentar en torno a un 25% más de los valores actuales.

Después de múltiples estudios epidemiológicos e investigaciones, se ha demostrado que la prevención es uno de los puntos clave para atajar este tipo de patologías. La inactividad física es uno de los factores que más determinan el hecho de poder llegar a sufrir una enfermedad cardiovascular, es decir, el sedentarismo. Aunque también entran en juego otros muchos como pueden ser el tabaquismo, la obesidad y las enfermedades hereditarias entre otros (Bermúdez et al., 2012). Se considera

sedentaria a una persona cuando invierte menos del 10% de su gasto de energía diario en realizar algún tipo de actividad física (Bermúdez et al., 2012).

La actividad física no es importante únicamente por la prevención de este tipo de enfermedades, sino que también es muy determinante una vez que el sujeto ya las ha sufrido, es decir, como mantenimiento e incluso mejora de su salud, incremento en su calidad de vida, mejora en su pronóstico (León et al., 2016). Una de las recomendaciones, según la OMS, es caminar 30 minutos al día como mínimo (Bull et al., 2020).

La actividad física actúa positivamente sobre múltiples factores determinantes, como por ejemplo: consumo de oxígeno, hipertensión, control de diabetes, disminución de peso, vasodilatación, circulación, etc. También se observan mejoras como: mejor frecuencia cardíaca, contando con bradicardia en reposo (menos de 60 pulsaciones por minuto), ligero aumento del músculo cardíaco (grosor de la pared) y ligero aumento del número de capilares y de su capacidad de dilatación durante el ejercicio.

El consumo de de oxígeno pico es uno de los mayores predictores en el pronóstico de pacientes que llevan a cabo un programa de rehabilitación cardíaca (Kim et al., 2015; Strasser and Burtscher, 2018; Taylor et al., 2020) . Según el meta-análisis realizado por Kodama et al. (2009), una subida de 1MET ($3,5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de consumo de oxígeno) se relaciona con con un descenso del 15% de mortalidad por patología cardiovascular.

La actividad física no puede realizarse de manera aleatoria y sin control ni patrón estipulado; debe ser supervisada y controlada. Al igual que tampoco puede realizarse de la misma forma para todo tipo de sujetos; debe marcarse una pauta de manera personalizada y centrada en los objetivos propuestos para cada individuo. Esta pauta debe ir regida por los siguientes factores: frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de actividad (Alemán et al., 2014; Oses Puche & Toribio Cocho, 1974).

El tipo de actividad, rehabilitación o entrenamiento, debe seguir una progresión estipulada; además de depender de otros factores como la edad, el estado de salud y la condición física del momento. A medida que se vaya avanzando se podrían

introducir modificaciones según los resultados obtenidos, teniendo en cuenta las características individuales de cada individuo.

Una de las cosas más importantes es el mantenimiento de esta actividad a lo largo del tiempo. El realizar algún tipo de entrenamiento o actividad física, no significa que lo que se haya conseguido se vaya a conservar indefinidamente. Para este tipo de patologías es muy recomendable estipular un tipo de actividad de por vida, que se pueda ir modificando en función de la evolución del sujeto. Al comenzar cualquier tipo de entrenamiento o actividad física, siempre se pasa por las mismas fases; acondicionamiento, mejora notable y mantenimiento de este; como ya se ha mencionado.

Se debe destacar que, por lo general, los sujetos que son muy sedentarios suelen mostrar mejoras mucho más significativas y en menor tiempo que los sujetos activos que ya practicaban algún tipo de actividad previa. Esto es debido a que su nivel, al ser tan bajo, con un mínimo estímulo consigue tener resultados bastante notables. Lo que ocurre posteriormente, es que llega un punto que los sujetos bastante entrenados llegan a una meseta y parece que su margen de mejora llega a su fin. Es en este momento cuando no se debe cesar la actividad. Se tiene que seguir manteniendo e introduciendo pequeños estímulos algo más potentes mientras que los pacientes sigan respondiendo positivamente (Pancorbo & Pancorbo, 2010).

El IAM (Infarto Agudo de Miocardio) es una enfermedad bastante común, se encuentra una evidencia clara y directa de mejora respecto a los sujetos que realizan actividad física después de haberla sufrido (De et al., 2015).

Comúnmente, se entiende el Infarto Agudo de Miocardio como un ataque al corazón. El IAM es una necrosis o muerte de una porción del músculo cardíaco (corazón). Esto ocurre cuando se obstruye el flujo sanguíneo de una de las arterias coronarias. La palabra infarto significa necrosis, la palabra agudo significa súbito, “mio” se refiere a músculo y “cardio” a corazón, es decir, necrosis súbita del músculo cardíaco. Los síntomas se pueden presentar de forma muy repentina y el riesgo de muerte o complicaciones es bastante elevado.

La causa del IAM, como ya se ha mencionado anteriormente, es la necrosis de una parte del músculo cardíaco. Esta necrosis ocurre por las siguientes razones; El músculo cardíaco necesita abundante flujo de sangre y oxígeno constantemente, y todo este suministro llega a través de las arterias coronarias. Cuando se produce una erosión o una rotura de alguna de las paredes de estas arterias, se forma sobre ella un trombo o coágulo. Este trombo o coágulo, puede llegar a obstruir de forma completa esta arteria; de esta manera se interrumpiría el flujo sanguíneo. Cuando todo esto ocurre, el corazón deja de recibir oxígeno y nutrientes; si esta situación se alarga demasiado tiempo (20 minutos o más) esa parte de tejido del corazón se necrosa y muere, siendo imposible su regeneración y desarrollándose así un Infarto Agudo de Miocardio. (Fernández Ortiz, 2009)

El síntoma característico del IAM es el dolor torácico, y suele aparecer de forma brusca. Es un dolor opresivo e intenso en el centro del pecho; este dolor puede irradiarse hacia los brazos (más concretamente hacia el izquierdo), hacia el cuello e incluso hacia la espalda. Estos síntomas suelen durar unos 30 minutos, pero pueden prolongarse en el tiempo, llegando a perdurar incluso horas (Fernández Ortiz, 2009).

En investigaciones cardiovasculares, se ha demostrado que existen ciertos factores de riesgo que afectan en la aparición, gravedad y persistencia de esta enfermedad. Dentro de estos factores, hay algunos que son modificables y otros que no lo son. (De et al. 2015) (Gómez et al., 2016)

Los principales factores de riesgo modificables son la dislipemia, la hipertensión arterial, la diabetes, el tabaquismo, la obesidad y la vida sedentaria. Además de estos factores que son determinantes, existen otros (De et al., 2015):

- Factores de riesgo:
 - Ambientales modificables: posible infección, nivel socio-económico, ingresos insuficientes, dieta, ácidos grasos saturados y la sal.
 - Ambientales no modificables: edad, sexo masculino, genéticos (historial familiar con antecedentes).
 - Respuesta metabólica modificable: Colesterol, triglicéridos, diabetes, hipertensión.

- No existe respuesta metabólica no modificable.
- Factores protectores:
- Ambientales modificables: dieta, consumo de antioxidantes, ácidos grasos, Omega 3, vitaminas C, E y B12, actividad física, consumo de alcohol, apoyo social y nivel socioeconómico alto.
 - Ambientales no modificables: sexo femenino y genéticos (historial familiar con antecedentes).
 - Efectos metabólicos modificables: colesterol de alta densidad, Índice de masa corporal (IMC) apropiado.
 - No existen efectos metabólicos no modificables.

Un estilo de vida activo consigue que se reduzca en un gran porcentaje la posibilidad de sufrir una enfermedad cardiovascular. El impacto del ejercicio físico en las patologías cardiovasculares es muy notable, ya que se reflejan múltiples mejoras en los pacientes que las sufren. El IAM, concretamente, es la patología que cuenta con un rango más amplio de mejora en la calidad de vida y la capacidad funcional del paciente, además de ser de los que cuenta con mayor porcentaje de mortalidad. (Deportiva, n.d.) (Pancorbo & Pancorbo, 2010)

La investigación desarrollada por Sandoval et al. (2011) consistió en diferentes estudios analizados de forma conjunta. Se realizaron distintos grupos de sujetos, divididos según estado actual de salud, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto. Los sujetos destinados a los grupos más bajos (1 y 2) se encontraban en una situación poco favorable, en cambio los de grupos superiores (3, 4 y 5) se encontraban en una situación mucho más favorable.

Siguiendo el criterio médico, se conformó el grupo 1; sujetos que ya habían sufrido un Infarto Agudo de Miocardio, diabéticos, hipertensos, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), sedentarios con obesidad, mayores de 50 años con RCV

(Riesgo cardiovascular) elevado, mayores de 65 años saludables, aunque relativamente sedentarios, y con valores muy deficientes de VO₂ máx/kg.

El programa de actividad física, durante 24 semanas, planteado para este primer grupo fue el siguiente:

-Caminata u otra modalidad aeróbica de baja intensidad.

-Mínimo 3 veces a la semana.

-Comenzar con 10 minutos de manera continua e ir ampliando gradualmente 2 minutos cada semana.

-Intensidad de entre el 54 y el 60% de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) las primeras semanas, y pudiendo llegar a aumentar hasta un 70-75% de la FC máx.

No solo se realizará una evaluación en el momento final del programa, durante las semanas de entrenamiento también se deben ir realizando diferentes pruebas para ver la mejora progresiva que se va dando a lo largo de este programa de actividad física. Estos test serán: el test de 1 km entre la 1ª y 3ª semana, y el test de 3 km en la semana 12 y 24.

A continuación se conformó el grupo 2: pacientes que se encuentran en rehabilitación tras un IAM, con diabetes bien controlada, valores de hipertensión compensados, obesidad moderada pero con pocos factores de riesgo, personas mayores de 35 años con riesgo cardiovascular (RCV) moderado pero con fuertes antecedentes familiares de RCV y diabetes, personas mayores de 50 años no muy activas y con RCV moderado, y con valores deficientes de VO₂ máx./kg para su grupo de edad respectivamente.

El programa de actividad física destinado para este grupo 2, también fue de 24 semanas, y sus características fueron las siguientes:

-Caminata u otra modalidad aeróbica de baja intensidad.

-Mínimo 3 veces a la semana.

-Comenzar con 10 minutos de manera continua e ir ampliando gradualmente 2 minutos cada semana. A partir de la 5ª semana se podrá incrementar 4 minutos en las semanas impares y 2 en las pares.

-Intensidad de entre el 54 y el 60% de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) las primeras semanas, y pudiendo llegar a aumentar hasta un 70-75% de la FC máx, pero nunca exceder este último porcentaje.

-Se podrá incluir trabajo de fuerza isotónica una vez avanzado el programa. Todo ello bajo indicación médica.

Respecto a los test de valoración, se hará uso de los mismos; Electrocardiograma de Bruce (ECB) al comienzo y al final del programa para observar la evolución, el test de 1 km entre la 1ª y 3ª semana, el test de 3 km en la semana 9, 16 y 24.

Respecto al grupo 3, se debe destacar que su condición física es superior a la de los dos grupos anteriores. En este momento se realiza un pequeño salto en la modalidad del programa, para enfocarlo a una población más preparada, introduciendo algo de trote combinado con la caminata.

Los pacientes seleccionados para este grupo contaban con las siguientes características: diabetes tipo 1 ó 2 compensada, enfermedad cardiaca bien controlada, hipertensión menor de 140/90, exceso de peso rozando la obesidad leve, personas menores de 50 años o mayores con buena capacidad física y en algunos casos con RCV moderado.

El programa de 24 semanas para este grupo será el siguiente:

-Caminata combinada con trote.

-Mínimo 3 veces a la semana.

-Comenzar con 10 minutos de manera continua e ir ampliando gradualmente 2 minutos cada semana. A partir de la 3ª semana se podrá incrementar 4 minutos cada semana; llegando a realizar 40 minutos de manera continua en la semana 11. A partir de la semana 12 se mantienen los 40 minutos caminando y además se van sumando 2 minutos en la modalidad de trote semanalmente. Cuando llega la semana 16 la suma

total sería de 40 minutos de caminata más 10 de trote. A partir de la semana 17 se va disminuyendo semanalmente 2 minutos de la parte de caminata y se añaden 2 a la parte de trote, así en la semana 23 se realizarían 26 minutos de caminata y 24 minutos en la modalidad de trote. Finalmente en la semana 24 se disminuyen 4 minutos en la modalidad de caminata y se incrementan 4 en la modalidad de trote.

-La intensidad de este programa se ha planificado en torno a un 54-70% de la FC máx. en las primeras 11 semanas. A partir de la semana 12 se incrementa entre el 60-75% de la FC máx. más próxima al 75%. Si el paciente se encuentra en buenas condiciones físicas, se podrían realizar trotes cercanos al 80-85% de la FC máx. en torno a la semana 19.

-En este caso, también se podrá incluir trabajo de fuerza isotónica una vez avanzado el programa. Todo ello bajo indicación médica.

Los test de valoración funcional serán los siguientes: Electrocardiograma de Bruce (ECB) al comienzo y al final del programa para observar la evolución, el test de 1 km de caminata en la 1ª semana, test de 3 km de caminata en la semana 8ª, el test de caminata de 3 km entre las semanas 16 y 23 y el test de 3 km de trote entre las semanas 19 y 24.

En el grupo 4 se encuentran a personas con muy buena condición física y más jóvenes que los sujetos anteriores. Algunas de sus características son las siguientes: valores de VO₂ máx./kg calificados de excelentes o muy buenos, personas menores de 40 años con muy buen estado de salud y excelente condición física, peso normal o ligero sobrepeso, jóvenes diabéticos con la enfermedad controlada.

El programa de 24 semanas para este grupo será el siguiente:

-Predominio de la modalidad trote-carrera.

- Mínimo 3 veces a la semana, incrementando de forma gradual hasta llegar a la frecuencia diaria.

-Se puede introducir el trote en la 2ª semana y se puede aumentar la distancia de trote dependiendo del nivel de cada paciente.

-Los pacientes con buena CF (Condición física) y buen peso corporal, podrán combinar ambas modalidades entre 30 y 50 minutos.

-La velocidad de carrera para cada sujeto, se corresponderá con su valor máximo de FC (Frecuencia cardiaca), aunque los pacientes diabéticos no deben sobrepasar el 75% de su FC.

Además se realizarán: el test de caminata de 3 km en la semana 12, el test de 3 km de trote-carrera en las semanas 14 y 20, y el test de 5 km de trote-carrera en las semanas 17 y 24.

Para finalizar, en el grupo 5, se encuentran las personas clasificadas con buena salud, menores de 25 años y con buena condición física. Habrá algunos subgrupos:

El primer subgrupo será el 5.1, y estará conformado por jóvenes sedentarios o relativamente inactivos sanos. A este subgrupo se le podrá aplicar el mismo programa de entrenamiento que el aplicado a los grupos 3 y 4, incluyendo gradualmente ejercicios de fuerza isotónica o isométrica, siguiendo los mismos valores y test de evaluación del rendimiento, haciendo uso de los test de 3 y 5 km. Test de caminata de 3 km en la 1ª semana, test de 5 km de caminata en la 8ª semana; si hay evidencias de mejora en la CF, más adelante se podrá realizar los test de trote de 3 y 5 km.

El segundo subgrupo, 5.2, se conformará por pacientes practicantes de algún deporte acíclico (fútbol, baloncesto, balonmano, voleibol, tenis, kárate...) 1 ó 2 veces a la semana. Se les propondrá un programa en el que trotarán 3 días a la semana durante 30 minutos. Se les realizará los mismos test, comenzando por un test de caminata de 3km en la 1ª semana para conocer la CF de los sujetos, posteriormente un test de 3 km de trote-carrera a partir de la 3ª semana, y a partir de la semana 12 hasta la 18 un test de trote-carrera de 5 km.

El tercer subgrupo, 5.3, se conformará por practicantes de culturismo, halterofilia y las áreas de lanzamiento de la parte de atletismo. Para este subgrupo se podrá seguir utilizando el mismo programa que para el subgrupo 5.2. El único inconveniente será que al dedicarse a este tipo de deportes, tendrán una CF aeróbica más baja, por ello se podrá realizar un reajuste utilizando parte de los programas para los grupos 3 y 4 en

esta parte. Los test de evaluación serán: test de 3 km en la 1ª semana, posteriormente test de 5 km de caminata, y a partir de las 12 semanas test de trote-caminata de 3 km. Si se aprecia avance, más adelante se podría realizar el test de 5 km de trote-carrera.

Finalmente, el cuarto subgrupo, 5.4, se conformará por sujetos practicantes de largas distancias, correspondientes con distancias de medio fondo o fondo de atletismo, ciclismo, natación... Poseen una excelente CF aeróbica. Para este grupo de sujetos, el plan propuesto fue el de combinar dichos deportes que solían realizar de manera usual, con otros de tipo aeróbico también. El objetivo de este programa es conseguir que los deportistas sigan avanzando y desarrollando aún más su CF, pero además al realizar otro de deporte, se consigue que no siempre estén cargando determinados musculares y de esta manera evitar lesiones por desgaste. Respecto a los test para la evaluación, serán los siguientes: test de 5 km de trote en la 1ª semana, posteriormente se irán realizando controles de test de 5 km de trote-carrera cada 12 ó 24 semanas.

Para estos 5 subgrupos también se podrían incluir otro tipo de pruebas para la evaluación, como por ejemplo el test de 1 RM (Repetición Máxima).

En otro estudio, realizado por Díaz et al. (2011) estudiaron la evolución de un grupo de pacientes después de realizar un entrenamiento tipo durante 3 meses. Los criterios para incluir a los sujetos en el estudio fueron los siguientes:

Masculino menor de 70 años.

No haber presentado durante el ingreso otro tipo de episodio cardiaco.

No tener impedimento físico ni psíquico.

Contar con disponibilidad para poder asistir al gimnasio los días señalados en el horario establecido.

Al comienzo del estudio se realiza una prueba ergométrica (PE) para conocer el nivel inicial de los sujetos y la capacidad funcional de los sujetos incluidos en el estudio (38 pacientes).

A continuación los sujetos comenzaron la rehabilitación física, la cual consistía en un entrenamiento de entre 45 min y 2 horas, con una intensidad determinada por el pulso obtenido en la prueba ergométrica previamente.

Los ejercicios realizados fueron: calistenia, cinta de correr, bicicleta, abdominales, cuclillas y trote. Todo ello bajo la supervisión de un médico cardiólogo y la enfermera rehabilitadora.

Después de 3 meses, los sujetos fueron evaluados de nuevo para observar su evolución. Se descubrió que al comienzo de la rehabilitación los sujetos soportaban una carga de entrenamiento de 71,3 vatios; tres meses después, llegaron a tolerar una carga máxima de hasta 96,7 vatios.

Los pacientes fueron clasificados según sus clases funcionales al comienzo del estudio según los parámetros de la New York Heart Association (NYHA). De acuerdo a esta clasificación, se observó que el 53% pertenecía a la clase II, el 21% pertenecía a la clase I, y el 26% a la clase III.

Tras tres meses de entrenamiento, se pudo observar la evolución de los sujetos; el 55% se ubicaba en la clase I, el 42% en la clase II, y únicamente el 3% en la clase III (tabla 1).

A continuación, en la Tabla 1, se pueden observar las distintas clases existentes y la explicación correspondiente a cada una de ellas.

TABLA 1:

	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL NYHA
Clase I	No limitación de la actividad física. La actividad ordinaria no ocasiona excesiva fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase II	Ligera limitación de la actividad física. Confortables en reposo. La actividad ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase III	Marcada limitación de la actividad física. Confortables en reposo. Actividad física menor que la ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase IV	Incapacidad para llevar a cabo cualquier actividad física sin disconfort. Los síntomas de insuficiencia cardíaca o de síndrome anginoso pueden estar presentes incluso en reposo. Si se realiza cualquier actividad física, el disconfort aumenta.

Tabla tomada de (Villar, 1994)

Se ha observado la gran evolución de sujetos, ya que antes existía un gran porcentaje ubicado en la zona III de la clasificación “NYHA”, y posteriormente se consiguió bajar hasta un 3% únicamente, y subir al resto de sujetos a las zonas I y II.

En la investigación realizada por Gómez et al. (2016) comprobaron la efectividad de un programa de rehabilitación cardiovascular para personas post infarto agudo de miocardio. El estudio duró 2 meses, fue realizado con sujetos mayores de 50 años, la mayoría de ellos de sexo masculino y con presencia de uno o más factores de riesgo cardiovascular y enfermedades metabólicas.

La propuesta del programa de rehabilitación cardíaca (PRC) fue la siguiente:

Tres sesiones de entrenamiento de 60 minutos durante las tres primeras semanas de, para trabajar la capacidad cardiorrespiratoria, con una frecuencia del 50-70% de la frecuencia cardíaca máxima obtenida en el test de esfuerzo realizado previamente.

A continuación las siguientes cinco semanas, continuarían siendo tres sesiones semanales de 60 minutos, pero con una intensidad del 70-80% de la frecuencia cardíaca máxima.

Para trabajar la fuerza muscular también se realizaban sesiones dos veces por semana, cada sesión contaba con la realización de ejercicios con 12-15 repeticiones, con un nivel de esfuerzo entre 1 y 3, y series de entre 8-10 ejercicios de distintos grupos musculares.

Como conclusión, en el ámbito sanitario, se obtuvo el resultado de un aumento del 10% de la supervivencia (proporción de pacientes que sobreviven del total de pacientes afectados por una enfermedad en un lapso de tiempo determinado) al primer año del IAM. Por ello, se considera a la actividad física una pieza fundamental, la cual se tiene que tratar siempre, pero con más razón si contamos con algún tipo de patología cardiovascular, como por ejemplo puede ser el IAM.

En la intervención llevada a cabo por Estany et al. (2020), se plantea la evaluación funcional de un programa de entrenamiento físico en pacientes infartados.

El estudio tuvo una duración de 18 meses, se incluyeron 37 pacientes de ambos sexos (35 hombres y 2 mujeres) y sin límite de edad (con una media de 49 años), con diagnóstico de disfunción sistólica severa después de haber sufrido un IAM.

El régimen de entrenamiento físico a realizar fue de intensidad moderada, entre el 60 y el 80% de la frecuencia cardiaca de reserva (diferencia entre la FC máxima y la FC reposo). Con una frecuencia de 3 a 5 sesiones semanales, y con una duración de entre 30 y 45 minutos por sesión.

En estas sesiones los ejercicios realizados fueron los siguientes: intervalos de calistenia de 10 minutos de duración a modo de calentamiento, ejercicios complementarios para trabajar fuerza, elasticidad y equilibrio. Caminata o carrera en una cinta y simulador de remos.

Se realizaron múltiples mediciones a lo largo de todo el estudio, una a los 2 meses, otra a los 8 y por último a los 18 meses. De esta manera, no solo se podía ver la evolución final, sino también todo el proceso de mejora que se iba dando durante el programa.

Los resultados fueron los siguientes:

La potencia media, medida en vatios (w), fue de 55,7 a 2 meses, 67,1 a los 8 meses, y finalmente 69,3 a los 18 meses.

La carga máxima, también medida en vatios (w), fue de 80,5 a los 2 meses, 96,8 a los 8 meses y 100 a los 18 meses.

La capacidad funcional, medida en porcentaje (%), fue de 66,9 a los 2 meses, 77,8 a los 8 meses y 84,6 a los 18 meses.

El VO₂ máx., medido en ml/kg, fue de 17,8 a los 2 meses, 22,2 a los 8 meses y 22 a los 18 meses.

4. Objetivos e hipótesis del estudio

Objetivos:

1. Evaluar el efecto de dos programas ejercicio cadiorrespiratorio, uno de tipo HIIT y otro de intensidad moderada (tratamiento habitual) sobre el nivel de condición física en los pacientes post-infartados.
2. Valorar efecto de dos programas ejercicio cadiorrespiratorio sobre la capacidad funcional.

Hipótesis:

1. El programa de ejercicio físico de tipo HIIT, mejorará en mayor medida los valores de VO₂ máx/pico que los sujetos de grupo de intensidad moderada.
2. El programa de ejercicio físico de tipo HIIT, mejorará en mayor medida la capacidad funcional, en comparación con los sujetos del grupo de intensidad moderada.

5. Metodología

a. Diseño

Para este estudio se realizará un plan de entrenamiento determinado, con el fin de observar las diferencias más significativas respecto al grupo control. Se estipulará unos criterios de exclusión a la hora de la selección de a muestra e sujetos.

Se realizarán algunas pruebas evaluativas antes y después de la realización de dicho programa. Estas serán: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar, grado de dependencia y antropometría.

El programa se llevará a cabo a lo largo de 12 semanas (tiempo medio estipulado). Al finalizar se compararán los datos tomados antes de comenzar y los conseguidos en ese momento.

b. Muestra y formación de grupos

Para la realización de este estudio se seleccionará una muestra de 80 pacientes de ambos sexos, 40 hombres y 40 mujeres, con un rango de edad de entre 45 y 60 años diagnosticados de infarto agudo de miocardio (IAM) entre las 2/12 semanas anteriores a iniciar el programa de entrenamiento (Moholdt et al., 2012).

Debido a que este estudio se realizará de manera paralela al tratamiento médico, las actuaciones clínicas, incluida la administración de medicamentos, serán decisión del equipo médico. Por consiguiente, no se pueden controlar pero serán registrados y tenidos en cuenta para el posterior análisis.

Será un criterio de exclusión el contar con una fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor del 30%, ya que será una contraindicación para la realización de actividad física vigorosa (Kim et al., 2015).

También será razón de exclusión de dicho programa, el contar con alguna otra enfermedad adicional que imposibilitara la realización de actividad física, como por ejemplo insuficiencia cardiaca, taquicardia ventricular, enfermedad pulmonar obstructiva crónica o insuficiencia renal, entre otras (De Santi et al., 2018).

Esta investigación se realizará de acuerdo a la declaración de Helsinki y con la aprobación del comité ético de la universidad de la universidad de Comillas. Todos los sujetos serán informados de la naturaleza y finalidad del estudio y firmarán un consentimiento informado.

c. Variables y material de medida

Todos los participantes realizarán las siguientes evaluaciones 1 semana antes y 1 semana después de las 12 semanas de entrenamiento. Las evaluaciones se realizarán antes de la asignación de participantes a los grupos de entrenamiento. La evaluación antes de comenzar la intervención de ejercicio se realizará tras el diagnóstico de IAM de tal manera que no existan diferencias significativas entre los grupos en cuanto a tiempo transcurrido desde el IAM y la evaluación

-Prueba de esfuerzo cardiopulmonar:

Evaluación en la que se medirá VO₂ pico y la FC pico. Se realizará en un tapiz rodante motorizado (H/P/COSMOS 3PW 4.0, H/P/Cosmos Sports & Medical, Nussdorf-Traunstein, Germany). y se medirá mediante un analizador de gases (Jaeger Oxycon Pro, Erich Jaeger, Viasys Healthcare, Germany). La velocidad será la siguiente: 2,4 km/h. durante el primer minuto, 4 km/h. durante el segundo minuto, y 4.8 km/h. fijo desde el tercer minuto con incrementos de pendiente del 2% cada minuto hasta que finalice la prueba por fatiga o por otras causas de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón (Fletcher et al. 2013). La respuesta cardiaca se monitorizará con un electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones (Quark T12, Cosmed, Italy).

- Grado de dependencia:

Para determinar la capacidad de realizar actividades de la vida diaria (AVD) se empleará el Índice de Barthel (IB). El IB mide la capacidad de una persona para realizar diez actividades de la vida diaria (AVD), consideradas como básicas, obteniéndose una estimación cuantitativa de su grado de independencia (Cuadro 1).

La puntuación obtenida oscila entre los 0 y los 100 puntos, cuanto más cerca del 0 mayor será el grado de dependencia. Esta puntuación se puede clasificar en diferentes categorías en función del grado de dependencia (Cuadro 2).

Cuadro 1. Actividades y descripción del Índice de Barthel:

Índice Barthel		
Actividad	Descripción	Puntaje
Correr	1. Incapaz.	0
	2. Necesita ayuda para cortar, extender, usar utensilios...	5
	3. Independiente.	10
Trasladarse entre la silla y la cama	1. Incapaz, no se mantiene sentado.	0
	2. Necesita ayuda importante (1 ó 2 personas), puede estar sentado,	5
	3. Necesita algo de ayuda.	10
	4. Independiente.	15
Aseo personal	1. Necesita ayuda con el aseo personal.	0
	2. Independiente en su aseo personal.	5
Uso del retrete	1. Dependiente.	0
	2. Necesita alguna ayuda pero puede hacerlo solo.	5
	3. Independiente.	10
Bañarse o ducharse	1. Dependiente.	0
	2. Independiente.	5
Desplazarse	1. Inmóvil.	0
	2. Independiente en silla de ruedas en 50 m.	5
	3. Anda con una pequeña ayuda.	10
	4. Independiente al menos 50 m con cualquier tipo de muleta excepto andador.	15
Subir y bajar escaleras	1. Incapaz.	0
	2. Necesita ayuda física.	5
	3. Independiente	10
Vestirse y desvestirse	1. Dependiente.	0
	2. Necesita ayuda física, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda.	5
	3. Independiente, incluyendo botones, cremalleras y cordones.	10
Control de heces	1. Incontinente.	0
	2. Accidente excepcional.	5

	3. Continente.	10
Control de orina	1. Incontinente o sondado incapaz de cambiarse la bolsa.	0
	2. Accidente excepcional.	5
	3. Continente, durante al menos 7 días.	10

Tomado de Solís et al. (2005)

Cuadro 2. Categorías de dependencia:

0-20	Dependencia Total
21-60	Dependencia Severa
61-90	Dependencia Moderada
91-99	Dependencia Escasa
100	Independencia

Adaptado de Solís et al. (2005)

-Antropometría:

La altura se medirá mediante un estadiómetro (SECA, rango 80-200cm, Valencia, Spain). El peso corporal (PC) y el porcentaje de grasa se determinarán empleando un analizador de impedancia bioeléctrica (TANITA BC-420MA balance , Bio Lógica Tecnología Médica S.L, Barcelona, Spain). El índice de masa corporal (IMC) se calculará utilizando la siguiente fórmula, $IMC = PC \text{ (kg)} / (\text{altura (m)})^2$.

d. Procedimiento

Los participantes se distribuirán de manera aleatoria 1:1 al grupo de entrenamiento cardiorrespiratorio interválico de alta intensidad (AI) y al grupo de entrenamiento cardiorrespiratorio de moderada intensidad (MI). Los grupos se estratificaron por sexo.

La intervención se llevará a cabo durante 12 semanas, los entrenamientos serán supervisados por un graduado/a en ciencias de la actividad física y del deporte y se realizarán 3 veces por semana. Se informará a los participantes para que no realicen ninguna actividad física extra durante la duración del estudio.

La intervención del grupo AI consistirá en un calentamiento de 5 minutos de duración a una intensidad entre 65 y el 75% de la FC pico, seguido de 4 intervalos de 4 minutos realizados a una intensidad entre el 85 y el 95% de la FC pico alcanzada en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar, intercalados con periodos de recuperación activa de 3 minutos a una intensidad entre 65 y el 75% de la FC pico alcanzada en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar. Para finalizar se realizará una vuelta a la calma de 3 minutos a una intensidad entre 65 y el 75% de la FC pico alcanzada en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar. La duración total de la sesión será de 33 minutos.

Para que el trabajo total, litros de oxígeno(LO_2), realizado por los dos grupos sea el mismo, se calcularán la duración de las sesiones de entrenamiento de ambos grupos. Para ello, se tendrá en cuenta el VO_2 pico medio para el grupo AI (90%) y para el grupo MI (60%). De esta manera el trabajo total para el grupo AI será $16 \text{ min} \times VO_2 90\% (\text{L/min}) + 17 \text{ min} \times VO_2 \text{ al } 60\% (\text{L/min})$ (5min de calentamiento + 9 min de pausas activas + 3min de vuelta a la calma). Una vez conozcamos el resultado total de LO_2 para el grupo AI dividiremos ese valor entre el valor en L/min a la intensidad del grupo MI (60% VO_2 pico) (Rognmo et al., 2004; Taylor et al., 2017)

Todos los participantes llevarán puesto un pulsómetro durante las sesiones de entrenamiento (Polar RS800CX, Polar Electro, Kempele, Finland).

Los participantes serán motivados para ejercitarse lo más cerca posible del límite superior de los intervalos de intensidad, excepto las dos primeras semanas en el grupo AI que los participantes se ejercitarán en el límite inferior antes de progresar al límite superior.

La velocidad y la inclinación del tapiz rodante se ajustará en función de la adaptación para asegurar que todas las sesiones se realizan a la FC deseada durante las 12 semanas que dura la intervención.

Se establecerá una adherencia mínima del 70% para consideran válidos los datos de los participantes.

e. Análisis de datos

El análisis de datos se realizará con la versión 25.0 de IBM SPSS para Windows (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). El supuesto de normalidad se comprobará mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizarán ANOVAS 2 x 2 para evaluar el efecto del tipo de entrenamiento (factor inter-sujetos) y del momento de la evaluación (factor intra-sujetos) sobre la capacidad aeróbica y la capacidad funcional de los participantes. Como índice de tamaño del efecto se utilizará eta cuadrado (η^2). La interpretación de η^2 se basará en los siguientes valores: $<0,06$ pequeño, $\geq 0,06$ hasta $<0,14$ medio y $\geq 0,14$ grande (Cohen, 1988). Los datos descriptivos se presentarán como media (M) y desviación estándar (DE). El nivel de significación se fijará en 0,05.

6. Conclusiones

Después de haber realizado esta propuesta de investigación acerca de la aplicación de un programa determinado de actividad física para personas con patologías cardiovasculares, concretamente IAM, la literatura verifica que esta actúa positivamente en este tipo de sujetos.

A la hora de realizar los criterios de inclusión y exclusión para la muestra del estudio, debían ser bastante concisos, para poder crear una muestra fiable y objetiva para el programa.

Algunas debilidades de este tipo de programas, es que al ser HIIT (High Intensity Interval Training) conlleva un gran periodo de adaptación y familiarización, para poder llegar de forma segura a estas intensidades tan altas. No todas las personas que sufren algún tipo de cardiopatía pueden someterse a este tipo de esfuerzo, ya que es considerada actividad física vigorosa. Los sujetos que realicen este tipo de actividad deben encontrarse en plenas condiciones para ello y así no correr ningún tipo de peligro durante su realización.

Una posible solución podría ser ampliar más el rango de acción, es decir, no enfocarlo únicamente a la actividad física de alta intensidad. De esta manera el programa podría ser realizado por mucha más población afectada por alguna enfermedad cardiovascular. También, podría ser enfocado a más cardiopatías, además del IAM, ya que muchas cuentan con bastantes síntomas comunes.

Para que la aplicación de este programa pudiera darse en la práctica, sería necesario contar con múltiples recursos para ello. En primer lugar medios físicos (tapiz rodante, pulsómetro...) para poder llevar a cabo la propia actividad y ejercicios. Será necesario contar con los sujetos, seleccionados previamente, para la realización de dicho programa, además de los resultados de las mediciones previas a su comienzo. Será requisito indispensable la participación de estos para que la toma de resultados al finalizar el programa sea válida.

7. Referencias bibliográficas

- Bermúdez, V., Aparicio, D., Luti, Y., Acosta, L., Finol, F., Rojas, E., . . . Velasco, M. (2012). *Actividad física y enfermedad cardiovascular. Latinoamericana de Hipertensión; Vol 4, No 1 (2009): LATINOAMERICANA DE HIPERTENSIÓN.*
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., . . . Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, 54(24), 1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- De Santi, G. L., Moreira, H. T., de Carvalho, E. E. V., Crescêncio, J. C., Schmidt, A., Marin-Neto, J. A., & Gallo-Júnior, L. (2018). Influence of aerobic training on the mechanics of ventricular contraction after acute myocardial infarction: A pilot study. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 110(4), 383–387. <https://doi.org/10.5935/abc.20180049>
- De, A., Variabilidad, L., Recuperación, Y., Ritmo, D., & Casasola, C. D. (2015). *Análisis de la variabilidad y recuperación del ritmo cardíaco tras la realización de un programa multidisciplinar de rehabilitación cardiaca en pacientes con infarto agudo de miocardio mediante la práctica adaptada del tenis.*
- Deportiva, M. (n.d.). *Ejercicio físico y salud: pautas de actuación.*
- Fernández Ortiz, A. (2009). Qué es el infarto agudo de miocardio. *Libro de La Salud Cardiovascular.*
- Gómez, J. M., Rebolledo, J., López, P., & Cano, M. (2016). Costo efectividad de un programa de rehabilitación cardiovascular para personas post infarto agudo al miocardio : un análisis teórico Cardiovascular rehabilitation program in post myocardial infarction : a theoretical analysis of cost effectiveness. *Revista Chilena de Cardiología*, 35, 242–248.

- Kim, C., Choi, H. E., & Lim, M. H. (2015). Effect of high interval training in acute myocardial infarction patients with drug-eluting stent. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(10), 879–886.
<https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000290>
- León, A. C., Salvador, J. J. G., Casanova, C. A. Q., & Aceytuno, A. M. F. (2016). Recomendaciones para la actividad deportiva en atletas con cardiopatías congénitas en el adulto. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 33(2), 127–136.
- Moholdt, T., Aamot, I. L., Granøien, I., Gjerde, L., Myklebust, G., Walderhaug, L., Brattbakk, L., Hole, T., Graven, T., Stølen, T. O., Amundsen, B. H., Mølmen-Hansen, H. E., Støylen, A., Wisløff, U., & Slørdahl, S. A. (2012). Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 33–44. <https://doi.org/10.1177/0269215511405229>
- Oses Puche, J. J., & Toribio Cocho, J. (1974). Rehabilitacion Cardiaca. In *Rehabilitacion* (Vol. 8, Issue 1).
- Pancorbo, A., & Pancorbo, L. (2010). *Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica . La dosis del ejercicio cardiosaludable*. <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-salud/actividad-fisica-en-la-prevencion-y-tratamiento-de-la-enfermedad-cardiometabolica.pdf>
- Revista, A. (2018). *Original Valoración de un programa de rehabilitación cardiovascular en fase de mantenimiento para pacientes cardiopatas de bajo riesgo empleando como medio los gimnasios biosaludables*. 15(52), 131-147.
- Solís, C., Arrijoja, S. G., & Manzano, A.O. (2005). Índice de Barthel (IB): Un instrumento esencial para la evaluación funcional y la rehabilitación.
- Villar, R. (1994). Escala NYHA (New York Heart Association) Escala NYHA (New York Heart Association). *Medicina Interna*.