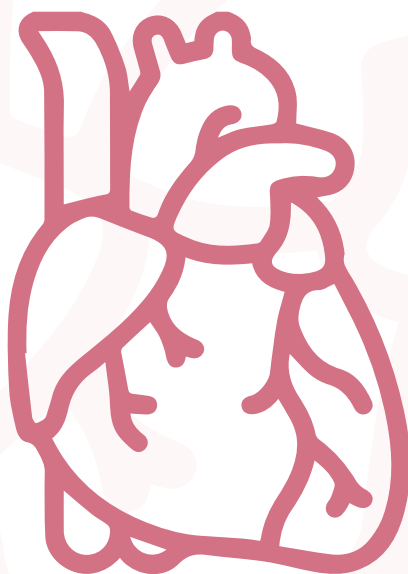


**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE**  
**Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**  
Curso: 2021-2022



**ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y ENTRENAMIENTO AERÓBICO  
PARA LA REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR:  
REVISIÓN DE LAS ÚLTIMAS RECOMENDACIONES**

AUTOR/A: **Gentzane Alday Calonge**  
DIRECTOR/A: **Dr. Iñaki Arratibel Imaz**

Fecha, 19 de mayo de 2022

## ÍNDICE

RESUMEN	3
JUSTIFICACIÓN	4
EPIDEMIOLOGÍA	6
METODOLOGÍA	9
FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR	11
FISIOPATOLOGÍA CARDÍACA	15
Insuficiencia cardíaca	16
Cardiopatía isquémica	18
Angina de pecho	19
Infarto de miocardio	20
REHABILITACIÓN CARDIACA	24
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIÓN	33
BIBLIOGRAFÍA	34



## RESUMEN

La práctica regular de ejercicio físico es actualmente una herramienta reconocida y necesaria para la salud de las personas con enfermedades cardiovasculares. En este ámbito se encuentra la rehabilitación cardíaca, un método global científicamente muy avalado. A pesar de ello, este tipo de intervención está poco utilizado y regularizado actualmente. Esta revisión bibliográfica procura poner en valor dicho método de intervención y a su vez repasar las últimas recomendaciones.

Después de analizar la epidemiología actual, los factores de riesgo cardiovascular y la fisiopatología cardíaca, se puede afirmar que: la rehabilitación cardíaca es segura, altamente eficaz y muy necesaria. Dentro de los diferentes métodos de entrenamiento utilizados, actualmente la línea de investigación apunta a que el HIIT es el mejor ejercicio junto con el entrenamiento de fuerza y ambos son seguros en su buen uso.

*Palabras clave:* Enfermedad cardiovascular, rehabilitación cardíaca, entrenamiento aeróbico continuo de intensidad moderada, entrenamiento interválico de alta intensidad, entrenamiento de fuerza, VO2max.



## JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son el principal problema en los países desarrollados. Numerosos estudios muestran los efectos beneficiosos que tiene el ejercicio físico en pacientes con enfermedades cardiovasculares, surgiendo como solución en la prevención y en el tratamiento de esta enfermedad como parte de un programa de rehabilitación cardíaca. Dichos programas, constan de una intervención integral multidisciplinaria que brinda apoyo a pacientes y familiares que han sufrido un evento cardiaco. Aunque la RC debiera ser parte de un programa integral de tratamiento en todas las personas con cardiopatías, actualmente, en España, únicamente alrededor de un 2-3% de la población accede a dichos programas (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Dato relevante ya que la enfermedad coronaria lleva siendo la principal causa individual de muerte en la población española más de 30 años y el síndrome coronario agudo es una de las principales causas de mortalidad, morbilidad y coste sanitario en España (Dégano et al., 2013). 9.000 millones de euros se destinan en España anualmente a dicha enfermedad (Ontiveros, s. f.).

Hay evidencia clara y suficiente (clase I) de que con este tipo de programa de rehabilitación, mejora la calidad de vida relacionada con la salud significativamente, con un descenso en las complicaciones y la mortalidad cercanos al 40% en los pacientes de bajo riesgo. Se ha considerado, además, que el riesgo del ejercicio, incluida la muerte súbita, es perfectamente asumible en función de los beneficios que reporta (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Con toda esta información, a día de hoy, seguimos esquivando la actividad física como terapia curativa no farmacológica, siendo esta la única polipildora capaz de actuar sobre todos los factores de riesgo, sin efectos secundarios. Dicho esto, el hecho de no incluir la rehabilitación cardíaca como parte de recuperación integral de la enfermedad, es una forma de retroalimentar la necesidad patente de un cambio de estilo de vida en el paciente, que lejos de llegar, cada día se aleja más, convirtiéndose así en “la pescadilla que se muerde la cola”.

Así mismo, este trabajo tiene como objetivo describir las últimas recomendaciones que la ciencia recoge sobre los programas de rehabilitación cardíaca. Con ello, se espera poner en valor la efectividad de estos programas y, a su vez, generar conciencia de la



necesidad de darles uso, haciendo efectivas las recomendaciones recogidas en este documento.



## EPIDEMIOLOGÍA

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen el principal problema de salud en los países desarrollados. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 17 millones de personas mueren anualmente por ECV y ocurren casi por igual en hombres y mujeres (World Health Organization Regional Office for Europe, n.d.)

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) causan más de la mitad de todas las muertes en la región europea. El 80% de las enfermedades cardíacas prematuras y los accidentes cerebrovasculares se pueden prevenir, controlando los principales factores de riesgo tales como, el tabaquismo, la dieta poco saludable y la inactividad física (World Health Organization Regional Office for Europe, n.d.)

La principal causa de muerte en el mundo es la cardiopatía isquémica, responsable del 16% del total de muertes. Desde 2000, el mayor aumento de muertes ha sido por esta enfermedad, aumentando en más de 2 millones a 8,9 millones de muertes en 2019. El accidente cerebrovascular y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica son la segunda y tercera causa de muerte, responsables de aproximadamente el 11% y 6 % del total de muertes respectivamente (World Health Organization, 2020)

Aunque la tasa de mortalidad por cardiopatía isquémica ha descendido en las últimas cuatro décadas en los países desarrollados, sigue siendo la causa de aproximadamente un tercio de todas las muertes de sujetos de edad >35 años (Ferreira-González, 2014).

Se estima que cada año la enfermedad cardiovascular causa, en total, unos 4 millones de fallecimientos en Europa y 1,9 millones en la Unión Europea, la mayor parte por enfermedad coronaria (EC), lo que supone un 47% de todas las muertes en Europa y el 40% de la Unión Europea. Ello conlleva un coste total estimado de la enfermedad cardiovascular en Europa de 196.000 millones de euros anuales, aproximadamente el 54% de la inversión total en salud, y da lugar a un 24% de las pérdidas en productividad (Ferreira-González, 2014).

La enfermedad coronaria (EC) lleva siendo la principal causa individual de muerte en la población española más de 30 años y el síndrome coronario agudo (SCA) es una de las principales causas de mortalidad, morbilidad y coste sanitario en España. En este periodo



se ha producido un descenso de la mortalidad por esta enfermedad, gracias principalmente a un descenso de la letalidad de los casos que consiguen ser atendidos en los hospitales. Este descenso de la letalidad, con una incidencia que parece estable, ha conducido a un aumento de la prevalencia de la EC y de sus complicaciones, una de ellas la insuficiencia cardiaca (Dégano et al., 2013).

La asistencia del SCA consume una gran cantidad de recursos en España. A comienzos del siglo XXI, sólo los costes directos de la asistencia sanitaria a los pacientes que se encontraban en el primer año tras el diagnóstico del SCA fueron 1.030 millones de euros anuales (Dégano et al., 2013).

Aunque la incidencia de EC sigue un ritmo decreciente en los países desarrollados, el envejecimiento progresivo de la población y la inmigración hacen suponer que el número absoluto de episodios coronarios y, por lo tanto, la prevalencia de EC no disminuirán o incluso aumentarán en un futuro próximo (Ferreira-González, 2014).

La causa más importante de este aumento será la expansión de la población anciana, que supondrá hasta un 60% del total de casos de SCA al llegar al año 2049 (Dégano et al., 2013).

Entre tanto, los cambios en el estilo de vida globalizados, como la dieta occidental y el sedentarismo, son decisivos en el progresivo aumento de la tasa de EC. Aunque la tasa de mortalidad por dicha causa ha disminuido y sigue ese proceso en los últimos años en nuestro entorno, en ciertos grupos de edades similares, sigue causando la mayoría de muertes. Si acaso, se ha percibido un descenso progresivo de la mortalidad en el que han influido tanto los tratamientos como las medidas de prevención (Ferreira-González, 2014).

La longevidad y los avances en los tratamientos han conducido a un incremento en la prevalencia de la enfermedad cardiaca. Su pronóstico se ha visto mejorado por la prevención, el tratamiento y la rehabilitación. Como resultado de estas intervenciones, hay más población susceptible de morbilidad debida a la progresión de la enfermedad. La prevención se antoja como la herramienta más eficaz y eficiente en la ECV y los programas de rehabilitación cardiaca (PRC), los más eficaces en la prevención secundaria (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Los PRC, cuya creación fue propuesta por la OMS en los años sesenta para mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) y el pronóstico de los cardiopatas, se definen como el conjunto de medidas terapéuticas para el cuidado integral de los pacientes con ECV (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).



Los PRC deben ofrecer un planteamiento multidisciplinario e incluir entrenamiento físico (EF), pautas de actuación psicológica y control de los factores de riesgo para conseguir la máxima efectividad (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Hay evidencia clara y suficiente (clase I) de que con este tipo de actuación la CVRS mejora significativamente, con un descenso en las complicaciones y la mortalidad cercanos al 40% en los pacientes de bajo riesgo (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Sin embargo, los PRC son poco utilizados. En España, la población que accede a los PRC es escasa, alrededor de un 2-3% , y es el país de Europa donde menos centros de RC hay y menos RC se realiza, según el informe European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey (2008) (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Las causas de ello son múltiples; la más importante, que la mayoría de los pacientes con ECV son dados de alta y abandonan el hospital sin haber sido propuestos para entrar en un PRC (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

La CVRS es un importante factor a tener en cuenta, ya que aporta una información subjetiva sobre cómo el paciente percibe su enfermedad y las limitaciones que esta conlleva. La calidad de vida percibida depende de las expectativas del paciente respecto a su capacidad funcional y su estilo de vida. Parece ser, además, que las mejoras en la CVRS obtenidas con los PRC se correlacionan con las ganancias observadas en el potencial aeróbico (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).





## METODOLOGÍA

En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de la literatura científica actual existente en el ámbito de la rehabilitación cardiaca. La búsqueda concluyó el 19 de abril de 2022, de la principal base de datos biomédica, PubMed.

Se han aceptado artículos y documentos más relevantes publicados en los últimos 5 años (2017-2022), todos relacionados con el tema de este estudio. Se ha incidido principalmente en aquellos artículos que hablan de la actividad física para la rehabilitación cardiaca, tales como el entrenamiento de fuerza y resistencia. La búsqueda ha sido realizada en inglés por ser la lengua vehicular en el campo médico.

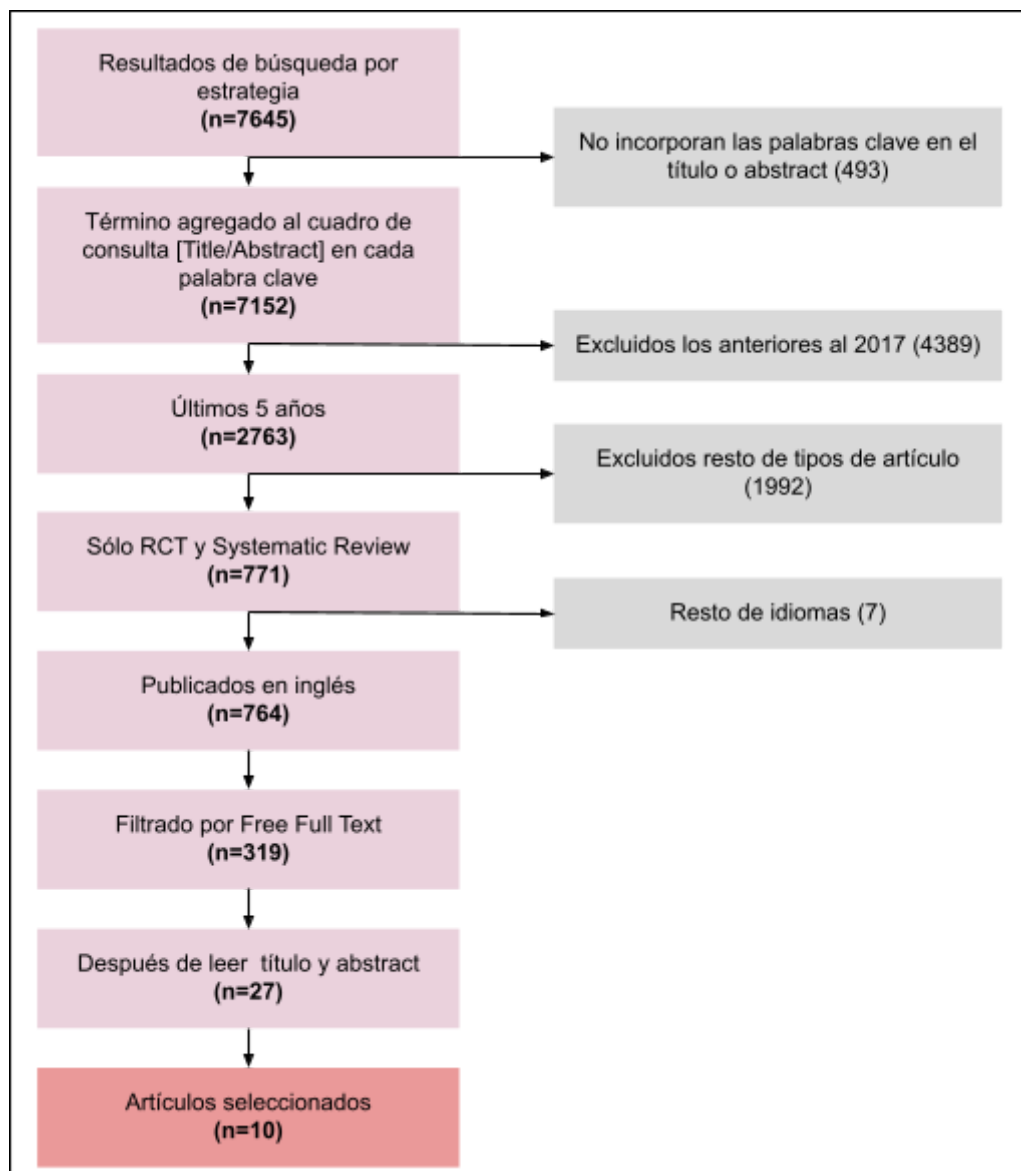
Las palabras clave utilizadas han sido: cardiac rehabilitation, resistance training, endurance training, HIIT y concurrent training. Los operadores booleanos utilizados han sido: "AND" y "OR". Se han combinado las palabras clave con los conectores para poder encontrar artículos válidos para el objetivo de trabajo. La estrategia de búsqueda por lo tanto es la siguiente: *"cardiac rehabilitation" AND "resistance training" OR "endurance training" OR "HIIT" OR "concurrent training"*, con lo que se encontraron 7645 resultados posibles.

Los 7645 resultados encontrados, se redujeron a 7152 trabajos al incluir en criterio [Title/Abstract] en cada una de las palabras clave. El siguiente criterio de exclusión introducido fue el límite de fecha, puesto que este estudio solo incorpora trabajos del 2017 en adelante. Con este límite de 5 años, la búsqueda decreció a 2763. Solo se incorporaron al estudio ensayos controlados aleatorios (Randomized Controlled Trial) y revisiones sistemáticas (Systematic Review) con lo que disminuyó el número de estudios en 771 resultados. Como se ha mencionado anteriormente, puesto que la lengua vehicular en el campo médico es el inglés, se excluyeron estudios en otros idiomas, con lo que quedaron 764. De dichos artículos, sólo se eligieron los libres de pago (Free full text) 319 resultados. La búsqueda completa con los criterios de exclusión quedaría de la siguiente manera: *"cardiac rehabilitation"[Title/Abstract] AND "resistance training"[Title/Abstract] OR "endurance training"[Title/Abstract] OR "HIIT"[Title/Abstract] OR "concurrent training"[Title/Abstract]* Filters: Free full text, Randomized Controlled Trial, Systematic Review, in the last 5 years, English.



De los 319 resultados se extrajeron 27 artículos, seleccionados una vez leídos los títulos y abstract-s. De los cuales 10, fueron los elegidos, puesto que dichos artículos se centran en enfermedades cardiovasculares con mayor aval en la RC, como lo son las cardiopatías coronarias y la insuficiencia cardiaca, con los que posteriormente se realizó el análisis de los resultados.

A continuación (*Imagen1*) se muestra en imagen la resolución de la búsqueda para el posterior análisis de los estudios.



*Imagen1. Flujo de diagrama de artículos seleccionados.*



## FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

Un factor de riesgo cardiovascular (FRCV) es una característica biológica o un hábito o estilo de vida que aumenta la probabilidad de padecer o de morir a causa de una enfermedad cardiovascular (ECV) en aquellos individuos que lo presentan. Precisamente, al tratarse de una probabilidad, la ausencia de los factores de riesgo no excluye la posibilidad de desarrollar una ECV en el futuro, y la presencia de ellos tampoco implica no obstante su aparición (Lobos & Brotons, 2011).

Las ECV son multifactoriales, es necesario monitorear y actuar sobre varios factores de riesgo diferentes al mismo tiempo (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Los factores que contribuyen al desarrollo de la aterosclerosis y las ECV se denominan factores de riesgo de ECV. Su acción se multiplica presentando así un gran problema de salud pública. Los factores de riesgo de ECV pueden ser variables e invariables (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Los factores de riesgo invariables son aquellos en los que no podemos influir (edad y sexo, hombres mayores de 45 años y mujeres mayores de 55 años respectivamente en la menopausia, antecedentes familiares de herencia positiva) (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Los factores de riesgo variables son aquellos en los que podemos influir cambiando los malos hábitos. Los factores de riesgo variables incluyen: tabaquismo, actividad física inadecuada, presión arterial elevada, aumento de peso corporal (obesidad), aumento de los niveles de grasa en la sangre (colesterol, triglicéridos), diabetes mellitus (DM) (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Actualmente se concede gran importancia también a los factores psicosociales, como el bajo nivel socioeconómico, el aislamiento social, la depresión u hostilidad y el estrés laboral o familiar; además de asociarse a un mayor riesgo cardiovascular, estos factores empeoran el pronóstico de los pacientes con cardiopatía isquémica establecida y dificulta significativamente el control de los FRCV clásicos (Lobos & Brotons, 2011).

El objetivo del manejo de los factores de riesgo variables es reducir la morbilidad y la mortalidad por ECV. Estudios clínicos: Framingham, Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT), Asia Pacific Cohort Studies Collaboration (APCSC), INTERHEART han



demostrado que múltiples factores de riesgo multiplican el riesgo de ECV y el riesgo de infarto de miocardio aumenta progresivamente . Por lo tanto, las ECV son enfermedades multifactoriales como se ha mencionado anteriormente (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Dentro de los factores variables y por lo tanto, modificables, se encuentran los siguientes:

*Tabaquismo:*

Fumar cigarrillos es un factor de riesgo dominante de mortalidad y morbilidad cardiovascular y no cardiovascular. Se estima que para el año 2025 habrá 1.600 millones de fumadores en el mundo, y que 10 millones de personas al año morirán por fumar (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

España se asemeja a la mayoría de los países de la Unión Europea, con una prevalencia de sujetos fumadores en torno al 36% en hombres y 31% en mujeres (Lobos & Brotons, 2011).

El tabaquismo es uno de los factores de riesgo prevenibles con mayor contribución en el desarrollo de ECV y como tal debe ser el factor más importante que el médico tiende a reducir (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

*Inactividad física:*

La inactividad física es un factor de riesgo del desarrollo de ECV, pero también del desarrollo de otras enfermedades crónicas. Incluso el 60% de la población mundial no cumple con el mínimo recomendado de 30 minutos diarios de actividad física moderada. El riesgo de ECV aumenta 1,5 veces en personas que llevan un estilo de vida sedentario. La inactividad física provoca 2 millones de muertes al año y el 22% de todas las cardiopatías isquémicas. Debido al aumento de la inactividad física de los jóvenes, se espera un mayor aumento de ECV (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

La actividad física regular es protectora y tiene muchos beneficios: incide directamente en la reducción de lesiones vasculares ya existentes y reduce otros factores de riesgo (reduce el peso corporal, reduce los niveles de lípidos, azúcar en sangre, reduce la presión arterial) y por lo tanto disminuye la incidencia de enfermedad coronaria (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Reduce la progresión de la aterosclerosis, protege al paciente del estrés oxidativo, aumenta la sensibilidad a la insulina, disminuye la incidencia de arritmias malignas, equilibra



el sistema vegetativo. En consecuencia reduce la mortalidad total y CV (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

### *Presión arterial*

La presión arterial (PA) se define comúnmente como una presión arterial persistente de 140/90 mmHg o más, y afecta a una cuarta parte de la población adulta (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

La hipertensión arterial (HTA) es uno de los factores prevenibles de mortalidad prematura más importantes en el mundo. La HA es también el factor de riesgo independiente más importante de ECV. En la mayoría de los países desarrollados más del 30% de los adultos padecen HA. La prevención primaria debe comenzar a la edad más temprana. Es un factor de riesgo de ECV, pero también de mortalidad por enfermedad coronaria o accidente cerebrovascular. El riesgo de ECV se duplicó con cada aumento de la PA: diastólica de 10 mmHg y sistólica de 20 mmHg (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

La prevalencia de HTA (PA  $\geq$  140/90 mmHg y/o tratamiento farmacológico antihipertensivo) en la población adulta en España es de un 35%. La frecuencia de HTA se incrementa con la edad, alcanzando el 68% en personas de edad  $\geq$  60 años y es posible que vaya en aumento debido al envejecimiento poblacional (Lobos & Brotons, 2011).

### *Obesidad*

La prevalencia de la obesidad en el mundo está aumentando, especialmente en los países industrializados. Contribuye a un aumento significativo de la morbilidad por ECV. El sedentarismo y los malos hábitos de alimentación son la causa de la obesidad. Existe una asociación lineal del índice de masa corporal (IMC), la obesidad y especialmente el grosor abdominal con la mortalidad total. La tasa de mortalidad más baja en el IMC oscila entre 20 y 25 kg/m<sup>2</sup> (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

España ocupa el tercer lugar en prevalencia de obesidad infanto-juvenil entre más de 40 países (Lobos & Brotons, 2011).

### *Lípidos*

En el plasma sanguíneo los lípidos (colesterol y triglicéridos) circulan como lipoproteínas asociadas a proteínas (apolipoproteínas). La mayor parte del colesterol circulante está en forma de colesterol LDL (aterogénico) que está directamente asociado con el riesgo de ECV. La hipercolesterolemia es un indicador de mayor riesgo. Existe una



asociación positiva entre el colesterol LDL total y las ECV (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Se ha observado un incremento en la evolución temporal de los lípidos (excepto en el cHDL) en España, donde la hipercolesterolemia muestra una asociación frecuente con el resto de los FRCV, con un gradiente ascendente en las cifras medias de PA paralelo al aumento del colesterol (Lobos & Brotons, 2011).

El metabolismo lipídico alterado conduce a la dislipidemia, que sola o en interacción con otros factores de riesgo de ECV, conduce a la aterosclerosis y, en consecuencia, a la ECV (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

La hipertrigliceridemia también es un factor de riesgo para el desarrollo de ECV. Es un importante factor de riesgo de ECV independiente, pero en relación con la hipercolesterolemia, está menos asociado con las ECV (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

### *Diabetes mellitus*

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce la insulina necesaria para el cuerpo o su acción está disminuida, no pudiendo hacer uso de esta eficazmente (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

La diabetes se clasifica según la Organización Mundial de la Salud y la Sociedad Estadounidense de Diabetes en: diabetes mellitus tipo 1 (DM1), diabetes mellitus tipo 2 (DM2), DM de “otros tipos específicos” y DM gestacional (Frančula-Zaninović & Nola, 2018).

Los pacientes con diabetes mellitus (DM) tienen un riesgo significativamente mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares con sus secuelas de infarto agudo de miocardio, ictus y muerte cardiovascular (Lobos & Brotons, 2011).

Distintos estudios indican que el control estricto de los FRCV en los diabéticos tipo 2 puede disminuir en un 50% la aparición de complicaciones micro y macrovasculares, y reducir el riesgo de mortalidad. Asimismo, mediante la promoción de estilos y hábitos de vida saludables, la actividad física y una dieta saludable, entre otras medidas, se puede evitar o retrasar la aparición de nuevos casos de diabetes tipo 2 (Lobos & Brotons, 2011).



## FISIOPATOLOGÍA CARDÍACA

Aunque el aparato cardiovascular se ve afectado en múltiples enfermedades, las vías fisiopatológicas que dan lugar a un corazón “estropeado” se condensan en seis mecanismos principales (Kumar et al., 2021):

- *Insuficiencia de la bomba.* En la situación más frecuente, el músculo cardíaco se contrae débilmente y las cavidades no se vacían bien, la denominada disfunción sistólica. En algunos casos, el miocardio no puede relajarse lo suficiente como para permitir el llenado ventricular, con la consiguiente disfunción diastólica.

- *Obstrucción al flujo.* Las lesiones que impiden la apertura de las válvulas (p. ej., estenosis calcificada de la válvula aórtica) o causan aumento de las presiones de la cavidad ventricular (p. ej., hipertensión sistémica o coartación de la aorta) pueden hacer trabajar en exceso al miocardio, que tiene que bombear en contra de la obstrucción.

- *Regurgitación del flujo.* Las alteraciones de las válvulas que permiten el flujo de sangre en dirección retrógrada provocan una mayor carga de volumen y pueden superar la capacidad de bombeo de las cavidades afectadas.

- *Derivación del flujo.* Los defectos (congénitos o adquiridos) que desvíen la sangre inadecuadamente de una cavidad a otra, o de un vaso a otro, determinan sobrecargas de presión y volumen.

- *Trastornos de la conducción cardíaca.* Los impulsos cardíacos descoordinados o las vías de conducción bloqueadas son una causa posible de arritmias que ralentizan las contracciones o impiden por completo el bombeo eficaz.

- *Rotura del corazón o de un vaso principal.* La pérdida de continuidad circulatoria (p. ej., herida por arma de fuego que atraviesa la aorta torácica) puede provocar hemorragia masiva, shock hipotensivo y muerte.



## INSUFICIENCIA CARDÍACA

La insuficiencia cardíaca se define como el trastorno en el cual el corazón no puede bombear sangre para satisfacer adecuadamente las demandas metabólicas de los tejidos periféricos o solo es capaz de hacerlo con presiones de llenado elevadas. Se trata del estadio final común de muchas formas de cardiopatía crónica, y surge con frecuencia poco a poco sin levantar sospecha por los efectos acumulados de la sobrecarga de trabajo crónica (p. ej., en la enfermedad valvular o la hipertensión) o la cardiopatía isquémica (CPI) (p. ej., tras un infarto de miocardio [IM] con lesión cardíaca) (Kumar et al., 2021).

Los cambios morfológicos observados en la insuficiencia cardíaca (ICC) son en realidad secundarios a los trastornos inducidos por la hipoxia y congestión en tejidos periféricos no cardíacos (Kumar et al., 2021).

El aparato cardiovascular es un circuito cerrado. Así pues, aunque puede haber insuficiencia cardíaca izquierda e insuficiencia cardíaca derecha independientes, el fracaso de un lado (especialmente el izquierdo) a menudo produce un esfuerzo excesivo en el otro, que culmina en una insuficiencia cardíaca global (Kumar et al., 2021).

La insuficiencia cardíaca izquierda se divide en insuficiencia sistólica y diastólica (Kumar et al., 2021):

- La insuficiencia sistólica se define por una fracción de eyección insuficiente (fracaso de la bomba) y puede estar causada por cualquiera de los múltiples trastornos que dañan o alteran la función contráctil del ventrículo izquierdo.
- En la insuficiencia diastólica, el ventrículo izquierdo está anormalmente rígido y no es capaz de relajarse en la diástole. Así pues, aunque la función cardíaca se mantiene relativamente correcta en reposo, el corazón es incapaz de aumentar el gasto cardíaco en respuesta a incrementos de las demandas metabólicas de los tejidos periféricos (p. ej., durante el ejercicio).

La causa más frecuente de insuficiencia cardíaca derecha es la insuficiencia cardíaca izquierda, porque el incremento de la presión de la circulación pulmonar de la insuficiencia izquierda sobrecarga inevitablemente el corazón derecho. Aunque con menos frecuencia, también puede deberse a trastornos pulmonares primarios. Los síntomas están relacionados fundamentalmente con edema periférico y congestión visceral (Kumar et al., 2021).





Cuando la carga de trabajo del corazón aumenta o la función cardíaca se deteriora, se activan varios mecanismos fisiológicos, que pueden mantener, al menos inicialmente, la presión arterial y la perfusión de los órganos (Kumar et al., 2021):

- *Mecanismo de Frank-Starling*: los volúmenes de llenado crecientes dilatan el corazón, aumentando así la formación de enlaces cruzados entre actina y miosina, y potenciando la contractilidad y el volumen sistólico.

- *Activación de sistemas neurohumorales*: estos estimulan la función cardíaca y/o regulan los volúmenes y presiones de llenado (y muchos de los tratamientos de la ICC afectan a estos sistemas cuando se convierten en desadaptativos).

- Liberación de noradrenalina por parte de los nervios adrenérgicos del sistema nervioso autónomo, que eleva la frecuencia cardíaca, potencia la contractilidad miocárdica y aumenta la resistencia vascular.

- Activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, que promueve la retención de agua y sal (aumento del volumen circulatorio) y aumenta el tono vascular.

- Liberación del péptido natriurético auricular, contrarrestando el sistema renina-angiotensina-aldosterona mediante diuresis y relajación del músculo liso vascular.

- *Adaptaciones del miocardio*: en muchos estados patológicos, la insuficiencia cardíaca está precedida por hipertrofia del corazón, una respuesta compensadora ante el aumento del trabajo mecánico. Remodelación ventricular es el término general aplicado a los cambios colectivos moleculares, celulares y estructurales que ocurren en respuesta a la lesión o la alteración de la carga ventricular.

La insuficiencia cardíaca es el resultado del deterioro progresivo de la función contráctil del miocardio (disfunción sistólica), reflejada en un descenso de la fracción de eyección (FE; porcentaje de volumen sanguíneo expulsado del ventrículo en la sístole; la normal es aproximadamente del 45-65%) (Kumar et al., 2021).



## CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

La CPI representa un grupo de entidades relacionadas debidas a la isquemia del miocardio, un desequilibrio entre el suministro del miocardio (perfusión) y la demanda cardíaca de sangre oxigenada. La isquemia no sólo limita la oxigenación del tejido (y, por tanto, la producción de ATP), sino que también reduce la disponibilidad de nutrientes y la retirada de desechos metabólicos (Kumar et al., 2021).

En más del 90% de los casos, la isquemia del miocardio se debe a un flujo sanguíneo reducido debido a lesiones ateroscleróticas obstructivas en las arterias coronarias epicárdicas; en consecuencia, la CPI se denomina con frecuencia enfermedad arterial coronaria (EAC). En la mayoría de los casos hay un largo período (hasta décadas) de progresión silente y lenta de las lesiones coronarias antes de la aparición brusca de síntomas (Kumar et al., 2021).

La CPI se puede anunciar por una o más de las siguientes presentaciones clínicas (Kumar et al., 2021):

- Angina de pecho (literalmente dolor de pecho), en la cual la isquemia no alcanza la intensidad suficiente para causar un infarto, pero los síntomas conllevan, de todas formas, el riesgo de infarto.
- Infarto de miocardio (IM), en el que la isquemia causa necrosis cardíaca patente.
- CPI crónica con insuficiencia cardíaca.
- Muerte súbita cardíaca (MSC).

La CPI es la mayor causa individual de muerte en todo el mundo, responsable de más del 13% de los fallecimientos globales; en los países industrializados, esto supone más de 7,5 millones de muertos cada año. Incluso en los países de ingresos bajos, los avances en el tratamiento y la prevención de las enfermedades infecciosas y la adopción cada vez mayor de dietas occidentalizadas está acelerando la incidencia de CPI. Se ha predicho que pronto será la primera causa de muerte también allí (Kumar et al., 2021).

Más del 90% de los pacientes con CPI tienen aterosclerosis en una o más de las arterias coronarias epicárdicas. Normalmente se menciona la lesión fija que obstruye más del 70% del área transversal del vaso (denominada «estenosis crítica») como umbral para isquemia sintomática desencadenada por el ejercicio (que se manifiesta característicamente por angina de esfuerzo). Con este grado de obstrucción, la vasodilatación arterial coronaria



ya no es suficiente para satisfacer aumentos de la demanda del miocardio, incluso aunque sean moderados. La obstrucción del 90% del área transversal de la luz provoca, por lo general, un flujo sanguíneo coronario inadecuado, incluso en reposo. Las obstrucciones de desarrollo lento permiten la formación de circulación colateral capaz de aminorar los efectos de las estenosis, incluso las de alto grado, al permitir que otros canales perfundan el miocardio en riesgo (Kumar et al., 2021).

Aunque es posible que sólo esté afectado un vaso coronario epicárdico principal, es frecuente que se afecten dos e incluso los tres (arteria coronaria descendente anterior izquierda [DAI], circunfleja izquierda [Cxl] y coronaria derecha [ACD]) de forma simultánea por una aterosclerosis obstructiva. Las placas clínicamente importantes se sitúan en cualquier punto del recorrido de los vasos, aunque tienden a predominar en los primeros centímetros de la DAI y la Cxl (Kumar et al., 2021).

Los llamados síndromes coronarios agudos: angina inestable, IM agudo y muerte súbita están causados bruscamente por cambios agudos en las placas. Estos síndromes coronarios agudos se inician normalmente por la conversión impredecible y súbita de una placa aterosclerótica estable en una lesión aterotrombótica inestable y potencialmente mortal por rotura, erosión superficial, ulceración, fisuras o hemorragia profunda (denominadas colectivamente cambio agudo de las placas) (Kumar et al., 2021).

## ANGINA DE PECHO

La angina de pecho se caracteriza por ataques paroxísticos y habitualmente repetidos de molestias torácicas subesternales o precordiales causadas por isquemia miocárdica transitoria (de 15" a 15min) insuficiente para inducir la muerte de los miocardiocitos. El dolor anginoso es la consecuencia de la liberación, inducida por la isquemia, de adenosina, bradicinina y otras moléculas que estimulan los nervios aferentes vagales y simpáticos (Kumar et al., 2021).

La angina estable no aparece en reposo, pero en un paciente determinado puede ser inducida con fiabilidad mediante actividades que aumentan las necesidades energéticas del corazón, como actividad física, excitación emocional o estrés psicológico. La angina de pecho se describe clásicamente como sensación de opresión o compresión subesternal que a veces se irradia hacia el brazo izquierdo o la parte izquierda de la mandíbula (dolor referido) (Kumar et al., 2021).



La angina inestable, patrón de angina cada vez más frecuente, prolongada (> 20 min) o grave, desencadenada por ejercicio físico de grado progresivamente menor o que incluso aparece en reposo. La angina inestable se asocia a una rotura de las placas y trombosis superpuesta, embolización distal del trombo y/o vasoespasmo; es un indicador importante de IM, y predice potencialmente la oclusión vascular completa (Kumar et al., 2021).

## INFARTO DE MIOCARDIO

El IM, denominado asimismo con frecuencia «ataque al corazón», es la muerte del músculo cardíaco por una isquemia prolongada.

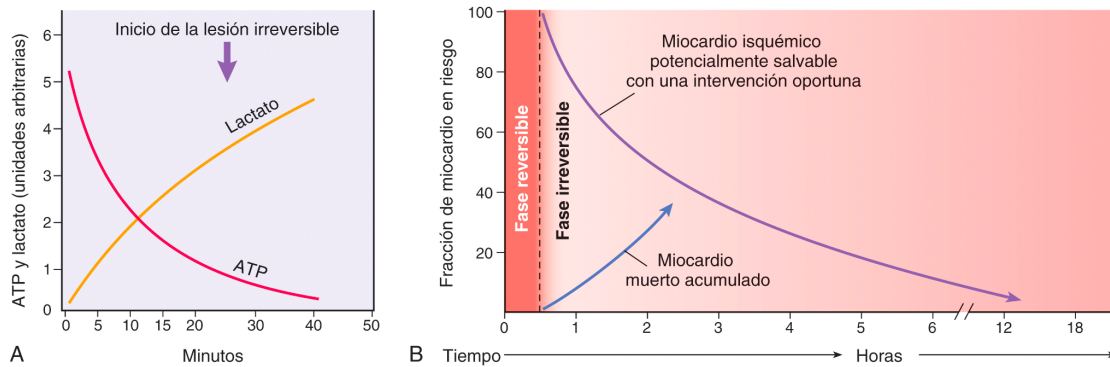
La causa principal subyacente a la CPI es la aterosclerosis; aunque los IM pueden aparecer prácticamente con cualquier edad: el 10% se producen en personas menores de 40 años, y un 45% afectan a menores de 65 años. A pesar de todo, la frecuencia aumenta progresivamente en paralelo a la edad y con el número de factores de riesgo de aterosclerosis. En personas de mediana edad, el sexo masculino aumenta el riesgo relativo de IM; ciertamente, las mujeres están protegidas por lo general del IM durante sus años fértiles. Sin embargo, el descenso posmenopáusico de la producción de estrógenos suele asociarse a una EAC acelerada, y la CPI es la primera causa de muerte en ancianas (Kumar et al., 2021).

La obstrucción arterial coronaria disminuye el flujo sanguíneo de una región del miocardio, causando isquemia, disfunción miocárdica rápida y, en último término, con el deterioro vascular prolongado, muerte de los miocardiocitos. La región anatómica irrigada por esa arteria se denomina área en riesgo. El resultado depende, sobre todo, de la gravedad y la duración de la privación de flujo (Kumar et al., 2021).

La consecuencia bioquímica precoz de la isquemia miocárdica es el fin del metabolismo aeróbico en segundos, lo que se traduce en una producción inadecuada de fosfatos de alta energía (p. ej., fosfato de creatina y trifosfato de adenosina) y en la acumulación de metabolitos potencialmente nocivos (p. ej., ácido láctico) (*Imagen2*). Debido a la enorme dependencia del funcionamiento miocárdico del oxígeno y los nutrientes, la contractilidad del miocardio cesa más o menos 1 min después del inicio de una isquemia grave. Esa pérdida de función contribuye al descenso de la función sistólica mucho antes de que mueran los miocardiocitos. También se producen cambios ultraestructurales (como

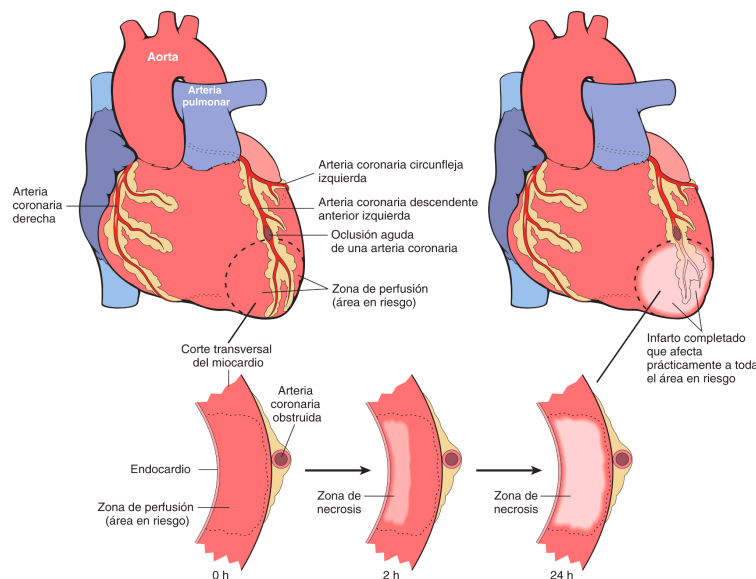


relajación de miofibrillas, agotamiento del glucógeno, tumefacción celular y mitocondrial) a los pocos minutos de la isquemia. A pesar de todo, estas manifestaciones iniciales de lesión isquémica son potencialmente reversibles. Sin duda, los datos científicos experimentales y clínicos muestran que sólo la isquemia grave (flujo sanguíneo un 10% del normal o menos) que dure de 20 a 30 min o más provoca el daño irreversible (necrosis) de los miocardiocitos (Kumar et al., 2021).



*Imagen2. Lesión del miocardio. A: Descenso de ATP e incremento de lactato. B: Cese de la contractilidad del miocardio. Kumar, V., Abbas, A., Aster, J., & Turner, J. (2021). Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease Tenth Edition*

En la siguiente imagen (*Imagen3*) se puede observar la progresión de la necrosis isquémica en el miocardio. La necrosis comienza en una zona pequeña del miocardio por debajo de la superficie endocárdica en el centro de la zona isquémica. El área que depende del vaso ocluido para su perfusión es el miocardio “en riesgo” (sombreado) (Kumar et al., 2021).



*Imagen 3. Progresión de necrosis isquémica de miocardio. Kumar, V., Abbas, A., Aster, J., & Turner, J. (2021). Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease Tenth Edition*



La localización, el tamaño y las características morfológicas específicas de un IM agudo dependen de lo siguiente (Kumar et al., 2021):

- Localización, gravedad y velocidad de desarrollo de las obstrucciones coronarias debidas a la aterosclerosis y la trombosis.
- Tamaño del lecho vascular perfundido por los vasos obstruidos.
- Duración de la oclusión.
- Necesidades metabólicas y de oxígeno del miocardio en riesgo.
- Magnitud de los vasos colaterales.
- Presencia, lugar y gravedad del espasmo arterial coronario.
- Otros factores, como frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco y oxigenación de la sangre.

El pronóstico a largo plazo de un IM depende de muchos factores; los más importantes son la función residual del ventrículo izquierdo y el grado de obstrucción vascular de los vasos que perfunden el miocardio viable restante. La mortalidad total global en el primer año llega al 30%; posteriormente, cada año que pasa se asocia con una mortalidad del 3-4% adicional en los supervivientes. La prevención del infarto (mediante el control de los factores de riesgo) en individuos que nunca han tenido un IM (prevención primaria) y la prevención de nuevos infartos en supervivientes de IM (prevención secundaria) son estrategias importantes que han recibido mucha atención y logrado éxitos considerables (Kumar et al., 2021).

La relación de las causas, la fisiopatología y las consecuencias del IM está resumida en la siguiente imagen (*Imagen4*), que incluye la posible evolución a una CPI crónica y el riesgo de muerte súbita, lo que se expone a continuación (Kumar et al., 2021).



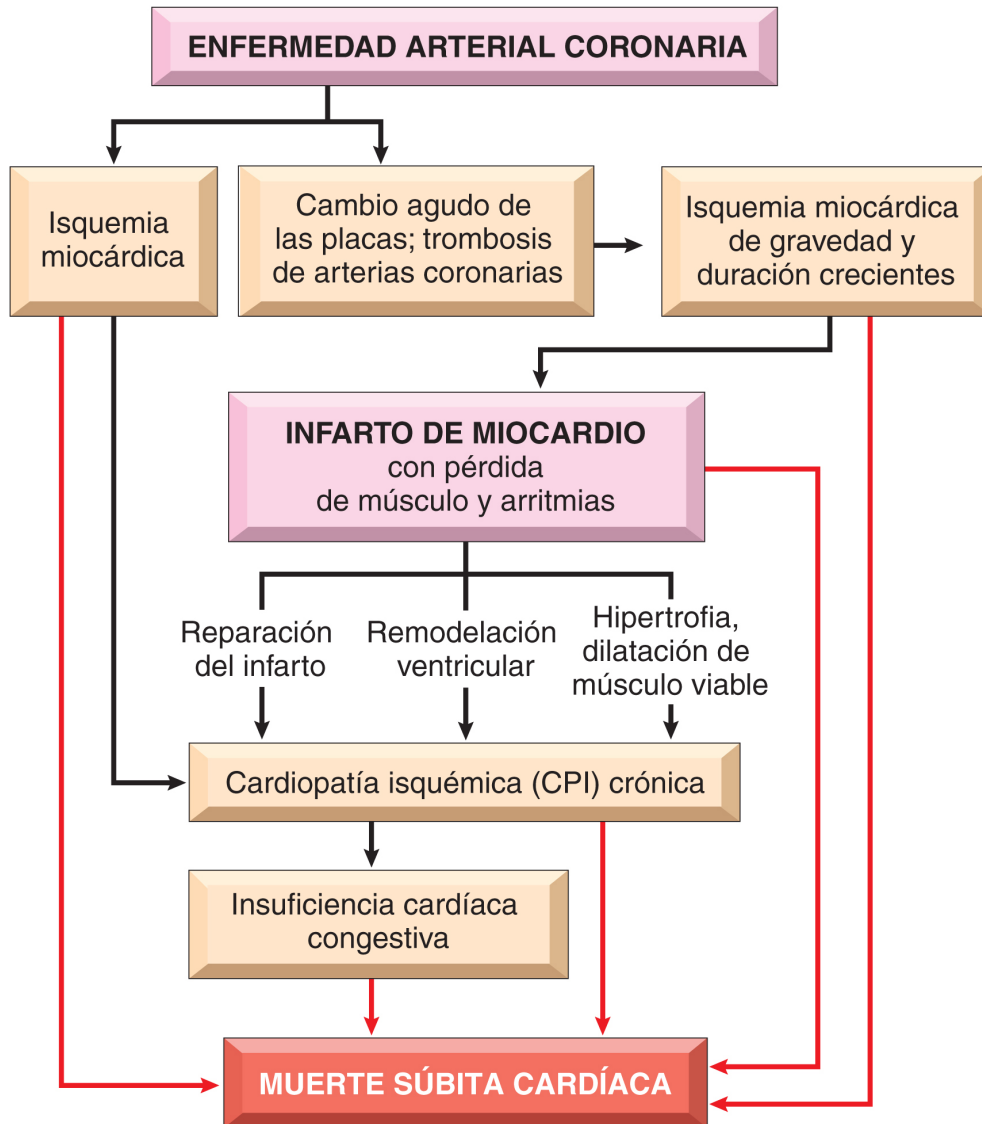


Imagen4. La fisiopatología y las consecuencias del IM, relación de las causas. Kumar, V., Abbas, A., Aster, J., & Turner, J. (2021). *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease Tenth Edition*



## REHABILITACIÓN CARDIACA

La rehabilitación cardíaca es un tratamiento valioso para pacientes con un amplio espectro de enfermedades cardíacas. La RC ha pasado de ser sólo ejercicio, a un programa integral que también aborda otros factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y brinda educación y apoyo social (McMahon et al., 2017).

Los programas de rehabilitación cardíaca, fueron propuestos por la OMS en los años sesenta para mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) y el pronóstico de los cardiópatas. Se definen como el conjunto de medidas terapéuticas para el cuidado integral de los pacientes con ECV, considerando su recomendación como útil y efectiva, especialmente en sujetos con enfermedad coronaria e insuficiencia cardíaca crónica (ICC) (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Cualquier PRC debe incluir componentes específicos para optimizar la reducción de riesgo cardiovascular, promover comportamientos sanos y su cumplimiento a través de programas de educación con participación activa del paciente en su propio tratamiento, y reducir la discapacidad mediante la promoción de un estilo de vida activo para pacientes con ECV (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Dichos programas, deben ofrecer un planteamiento multidisciplinario e incluir entrenamiento físico (EF), servicios nutricionales, psicológicos y asesoramiento para dejar de fumar, así como el control de los lípidos y la presión arterial (McMahon et al., 2017).

Hay evidencia clara y suficiente (clase I) de que con este tipo de actuación la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) mejora significativamente, con un descenso en las complicaciones y la mortalidad cercanos al 40% en los pacientes de bajo riesgo. Se ha considerado, además, que el riesgo del ejercicio, incluida la muerte súbita, es perfectamente asumible en función de los beneficios que reporta (Cano de la Cuerda, Roberto et al., 2012).

Los datos y las pautas disponibles respaldan firmemente el papel de la RC integral en pacientes con enfermedades cardíacas. Los pacientes se benefician de una disminución de la mortalidad, la morbilidad, la discapacidad y una mayor calidad de vida (McMahon et al., 2017).





Clásicamente consta de tres fases:

La Fase I se refiere a la rehabilitación del paciente hospitalizado durante la hospitalización índice. Debido a las duraciones cada vez más cortas de la estancia hospitalaria, la RC de fase I se ha vuelto menos formalizada (McMahon et al., 2017).

La fase II se refiere a la actividad física supervisada por un médico y ambulatoria durante los 4 meses posteriores al alta . Los pacientes suelen someterse a hasta 36 sesiones en un programa de ejercicio graduado (McMahon et al., 2017).

A partir de entonces, los pacientes pueden continuar con la fase III, que es un programa de ejercicio duradero sin supervisión (McMahon et al., 2017). Lo que busca es generar una adherencia de por vida a un estilo de vida saludable y activo.

La prescripción de ejercicio en los centros de RC comienza de manera óptima con una prueba de tolerancia al ejercicio, limitada por los síntomas y previa al entrenamiento. A partir de entonces, los entrenamientos suelen consistir en un breve período de calentamiento, seguido de ejercicio aeróbico individualizado supervisado y una breve fase de enfriamiento (McMahon et al., 2017).



## RESULTADOS

En la tabla (*Tabla1*) mostrada a continuación se encuentran resumidos los resultados extraídos que se desarrollarán posteriormente:

*Tabla1. Tabla de resultados.*

Autores	Población (N)	Metodología/Intervención	Duración	Parámetros medidos	Resultados
(Beigiené et al., 2021)	N=63 (>65 años) Pacientes con SCA GC N=19 GE1 N=26 GE2 N=18	ECA Los tres grupos realizaron RC convencional GC= RC convencional GE1= RC convencional + fuerza moderada extremidades superior/ inferior: bandas/ pesas/ejercicios de equilibrio dinámico. GE2= RC convencional + fuerza moderada extremidad inferior: máquina.	$\bar{X}$ 18,7 días $\pm$ 1,7	6MWT, CPET, SPPB, 1RM prensa pierna.	GC, GE1 ,GE2 mejora significativa en todos los parámetros de capacidad funcional y rendimiento físico, excepto en el VO2 pico, que aumentó significativamente solo en el GE1. GC, GE1, GE2, seguros >65 años.
(Fan Y. et al., 2021)	N= 2465 (GE= 1178; GC=1287) Rango edad 27 a 86 años. Pacientes EAC	Revisión sistemática de ECA 30 estudios compararon EF+EA vs. EA 3 ensayos EF vs. EA 7 ensayos EF vs.AHI (rutinas diarias).	Entre 3 semanas y 12 meses	VO2max, CdV, fuerza musculoesquelética (sin especificar), FEVI.	EF+EA es más efectivo en todos los parámetros medidos que EA sólo, menos en los de CdV. No hubo diferencia significativa en ninguno de los parámetros entre EF y EA. EF tuvo un efecto en la disminución de los eventos de rehospitalización que la AH.
(Hannan, A. L. et al., 2018)	17 estudios n= 953 (465=HIIT y 488=MICT) Pacientes EAC (57-72años)	Revisión sistemática y metaanálisis de ECA. HIIT vs MICT población cardiaca. Excluidos ICC <40% fracción de eyección.	Entre 4 semanas y 12 meses	VO2max	HIIT superior a MICT en mejora cardiorrespiratoria. Mejoras significativas en programas >6 semanas. HIIT=MICT seguro.
(Wewege, M.A. et al., 2018)	23 estudios n=1117 (HIIT=547; MICT=570) $\bar{X}$ 61,5 $\pm$ 5 años Pacientes EAC y ICC	Revisión sistemática Ensayos HIIT vs. MICT Eventos adversos durante ejercicio o 4 horas después.	>4 semanas	VO2max	HIIT (1 evento adverso cardiovascular por cada 17.083 sesiones + 3 eventos no cardiovasculares) MICT (2 eventos no cardiovasculares) HIIT=tasa relativamente baja de eventos adversos en entorno RC.
(Vilhelbeitia-Jaureguiza, K. et al., 2019)	Pacientes EAC estable n=110 (MICT=53; HIIT=57)	ECA HIIT vs MICT cambios en EM	8 semanas	CPET cicloergómetro (VO2pico), gasto energético neto.	EM mejora VO2pico y VT2 en HIIT EM VT1 mejora en ambos grupos, más en HIIT.



(Tabla1 continuación)

(Li, J. et al., 2021)	Pacientes CC ( 30-79 años) 8 estudios n=465 (GE=236; GC=229)	Revisión sistemática y metaanálisis de ECA GE = HIIT = >76%F <sub>cmáx</sub> / >65% VO <sub>2</sub> max GC= MICT= 64-75%F <sub>cmáx</sub> / 46-64% VO <sub>2</sub> max		VO <sub>2</sub> max, FEVI, VDF, 6MWT, CdV, LDL.	HIIT mejora el VO <sub>2</sub> max y eleva FEVI 6MWT HIIT>MICT
(Turri-Silva, N. et al., 2021)	N=23 ICC (X̄ 56±10años) (HIIT=8; TRC=6; GC=8)	ECA HIIT vs TRC vs GC	36 sesiones (3 por semana)	CPET cicloergómetro, SPPB, FEVI, Composición corporal, Fuerza muscular.	HIIT y TRC mejoran función vascular HIIT y TRC adherencia alta HIIT y TRC mejoras en VO <sub>2</sub> max y METsmax HIIT > TRC en fuerza muscular TRC > HIIT en rendimiento físico
(Yue, T. et al., 2022)	22 estudios n=949 (HIIT=476; MICT=473) Pacientes ECV (48-76 años)	Revisión sistemática y metaanálisis de ECA HIIT vs MICT sobre aptitud cardiorrespiratoria	Entre 3,5 semanas y 9 meses	VO <sub>2</sub> pico	HIIT > MICT VO <sub>2</sub> pico >VO <sub>2</sub> pico HIIT de intervalo medio y >12 semanas y frecuencia 3 sesiones semanales HIIT=1 evento cardiovascular menor adverso y 4 no cardiovasculares MICT= 6 eventos adversos no cardiovasculares
(Deka, P. et al., 2022)	n=90 (GC=45; GE=45) X̄ 69,23 años ± 4,9 Pacientes EAC	ECA HIIT+ EF (GE9) vs AH (GC)	8 semanas	Medidas antropométricas, IPAQ, ISWT, CdV (SF36)	IMC= inferior en GE/superior en GC GE mejor IPAQ y ISWT FCreposito sin cambios GE mejora CdV PA desciende en GE
(Marcin, T. et al., 2022)	n=69 hombres 4 semanas después de IM (HIIT=35; MICT=34)	ECA Fase inicial 3 semanas MICT Fase posterior 9 semanas Grupo HIIT= 2 HIIT + 1MICT/por semana Grupo MICT= 3 MICT/ por semana	12 semanas	CEPT	HIIT y MICT mejora parecida VO <sub>2</sub> pico >RPE en HIIT

ECV: Enfermedad cardiovascular; EAC: Enfermedad arterial coronaria; EF: Entrenamiento de fuerza; EA: Entrenamiento Aeróbico; RPE: Rating of Perceived Exertion; AH: Atención habitual; SCA: Síndrome coronario agudo; IM: Infarto de miocardio; FC: Frecuencia cardiaca; VFC: Variabilidad de la frecuencia cardiaca; EM: Eficiencia mecánica; ECA: Ensayo controlado aleatorio; ICC: Insuficiencia cardiaca; RC: Rehabilitación cardiaca; CdV: Calidad de vida; GE: Grupo experimental; GC: Grupo control; CC: Cardiopatía coronaria; FE: Fracción de eyección; FEVI: Fracción de eyección ventrículo izquierdo; HIIT: High intensity interval training; MICT: Entrenamiento continuo intensidad moderada; TRC: Entrenamiento en circuito; 6MWT: 6 minutes walking test; CPET: Prueba de esfuerzo cardiopulmonar; ISWT: Incremental shuttle walking test; RM: Repetición máxima; PA: Presión arterial.



Actualmente, como muestran los resultados de casi todos los artículos evaluados, 8 de 10 (Hannan, A.L. et al., 2018; Wewege, M.A. et al., 2018; Villeda-Beitia-Jaureguizar, K. et al., 2019; Li, J. et al., 2021; Turri-Silva, N. et al., 2021; Yue, T. et al., 2022; Deka, P. et al., 2022 y Marcin, T. et al., 2022), el HIIT es la herramienta más utilizada, en todos los casos recogidos en estos trabajos con un total de 3776 participantes. Beigienè et al. (2021) en cambio, que realizan un ensayo controlado aleatorizado (n=63), en el que no incorporan el método HIIT, sino que cuentan con un grupo de control y dos grupos experimentales (GE1 y GE2), en los que comparan la rehabilitación cardiaca convencional, método que seguirán los tres grupos, con dos intervenciones de fuerza, una distinta para cada grupo experimental. El GE1 realiza la RC convencional más fuerza moderada con pesas, bandas y ejercicios de equilibrio dinámico tanto en las extremidades superiores como inferiores del cuerpo y el GE2, sin embargo, realiza la RC convencional más fuerza moderada únicamente en el tren inferior utilizando máquinas para ello. En dicho artículo (Beigienè et al., 2021), todos los grupos de estudio muestran una mejora significativa en capacidad funcional y rendimiento físico, medidos a través de 6MWT y SPPB, para la evolución de la capacidad funcional y una prueba de esfuerzo cardiopulmonar junto con 1RM en prensa de pierna, para el rendimiento físico. A lo que añaden que las intervenciones efectuadas son seguras para pacientes con síndrome coronario agudo mayores de 65 años de edad. Por otro lado también, Fan Y. et al. (2021) recogen en una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados con un total de 2465 participantes, de los cuales 1178 participantes corresponden al grupo experimental y los 1287 restantes al grupo de control. Dichos participantes, pertenecen a un rango de edad amplio (27-86 años) y todos ellos padecen enfermedad coronaria aguda. En el mencionado estudio, se comparan el entrenamiento aeróbico más el entrenamiento de fuerza con exclusivamente entrenamiento aeróbico, además, el entrenamiento de fuerza con el aeróbico y el entrenamiento de fuerza con la atención habitual (tratamiento médico y rutina diaria habitual). Por lo tanto, tres tipos de investigación son las elegidas por Fan Y. et al. (2021) en su estudio para determinar los siguientes resultados; el entrenamiento concurrente (entrenamiento de fuerza y aeróbico), es más efectivo en todos los parámetros evaluados que el entrenamiento únicamente aeróbico, a excepción de la calidad de vida, que no mostró diferencias significativas. Asimismo, el entrenamiento de fuerza tuvo un efecto positivo en la disminución de los eventos de rehospitalización frente a la atención habitual. En cambio, los estudios evaluados por Fan Y. et al. (2021) que comparan el entrenamiento de fuerza y el aeróbico, no muestran diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados. Cabe destacar, que los parámetros de medición utilizados para determinar dicha conclusión son el VO2max, la calidad de vida, la fuerza musculoesquelética y la fracción de eyección del



ventrículo izquierdo. Estos datos, coinciden con los resultados descritos por Beigienè et al. (2021) para el grupo experimental 1 (GE1), en el que mejora el VO<sub>2</sub>max en una intervención basada en rehabilitación cardiaca convencional con base aeróbica y entrenamiento de fuerza.

Siguiendo con lo anterior, Deka, P. et al. (2022) muestran en un ECA efectuado con noventa pacientes coronarios (GE n=45; GC n=45), que el entrenamiento concurrente compuesto por un HIIT y entrenamiento de fuerza durante 8 semanas realizando una única sesión semanal, obtiene mejoras significativas respecto al grupo de control (atención habitual) en las medidas antropométricas, con una reducción del IMC, en la actividad física que realizada a diario, con un incremento de METs calculado por IPAQ (International Physical Activity Questionnaire), en la capacidad pulmonar, evaluada a través la prueba incremental de la marcha progresiva (ISWT), en la calidad de vida (SF-36 versión corta) y en la presión arterial, con una disminución de la misma.

En cuanto a los estudios mencionados anteriormente que emplean el entrenamiento interválico de alta intensidad, 6 de ellos comparan este tipo de intervención con entrenamiento aeróbico continuo de intensidad moderada (Hannan, A.L. et al., 2018; Wewege, M.A. et al., 2018; Villelabeitia-Jaureguizar, K. et al., 2019; Li, J. et al., 2021; Yue, T. et al., 2022; y Marcin, T. et al., 2022). Hannan, A.L. et al. (2018), Villelabeitia-Jaureguizar, K. et al. (2019), Li, J. et al. (2021) y Yue, T. et al. (2022), muestran una mayor mejora del VO<sub>2</sub>max en HIIT respecto a MICT. Por otra parte, (Hannan, A.L. et al., 2018; Wewege, M.A. et al., 2018 y Yue, T. et al., 2022) aseguran que el HIIT es seguro para pacientes con ECV. Hannan, A.L. et al. (2018), en una revisión sistemática y metaanálisis de ECA, con una muestra de 953 participantes en total, avala el HIIT poniendo en valor su mejora cardiorrespiratoria y seguridad. De igual manera, Wewege, M.A., et al. (2018), evaluaron 23 estudios (n=1117), en el que descubrieron 1 evento adverso cardiovascular grave por cada 17.083 sesiones HIIT realizadas, con lo que dedujeron una tasa relativamente baja de eventos adversos entorno al uso del HIIT en la rehabilitación cardiaca. Yue, T. et al. (2022), mostró un evento cardiovascular adverso menor y 4 no cardiovasculares en las intervenciones HIIT realizadas, frente a 6 eventos no cardiovasculares sucedidos en las sesiones MICT. De igual manera, Li, J. et al. (2021) aclararon recientemente en una revisión sistemática y metaanálisis realizado a pacientes con cardiopatía coronaria (30-79 años), que el HIIT mejora el VO<sub>2</sub>max, como se ha mencionado anteriormente, y además, eleva la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Dicha investigación comparó un grupo de control que realizaba ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada (64-75% FCmax o



46-64% VO<sub>2</sub>max) con un grupo experimental que desempeñó sesiones HIIT (>76% FCmax o >65% VO<sub>2</sub>max).

Desde otro punto de vista, Turri-Silva, N. et al. (2021), realizó un ECA con una muestra de 23 pacientes con insuficiencia cardiaca. Los participantes fueron separados en tres grupos, HIIT=8, TRC(Entrenamiento en circuito de resistencia)=6 y GC=8, y realizaron 36 sesiones, repartidas en 12 semanas. Turri-Silva, N. et al. (2021), mostraron una mejoría en la función vascular en los dos grupos experimentales, junto con una alta adherencia al programa y mejora en el VO<sub>2</sub>max. Respecto a la fuerza muscular también evaluada, el HIIT mostró mejoras significativas frente al TRC y GC.

Por su parte, Marcin, T. et al. (2022) reveló no haber encontrado diferencias significativas entre MICT y HIIT en el VO<sub>2</sub>max medido en una prueba de esfuerzo al inicio y final de los respectivos programas realizados. En cambio, sí mostró mayor RPE en los pacientes que efectuaban la programación HIIT.



## DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica, se recoge información sobre las actuales recomendaciones prácticas en el ámbito de la rehabilitación cardiaca. Para ello, se han revisado diez artículos en los que se encuentran recogidas diferentes actuaciones y métodos, y se ha determinado la efectividad y seguridad del entrenamiento interválico de alta intensidad, según la vía de investigación actual (Hannan, A.L. et al., 2018; Wewege, M.A. et al., 2018; Villelabeitia-Jaureguizar, K. et al., 2019; Li, J. et al., 2021; Turri-Silva, N. et al., 2021; Yue, T. et al., 2022; Deka, P. et al., 2022 y Marcin, T. et al., 2022).

Junto con el HIIT, la efectividad del entrenamiento de fuerza es el segundo parámetro de estudio más utilizado, así lo demuestran Beigienè et al. (2021), Fan Y. et al. (2021), Deka, P. et al. (2022) y Turri-Silva, N. et al. (2021) en sus investigaciones. De estos trabajos, podemos deducir que el entrenamiento de fuerza, por sí sólo, produce cambios antropométricos como la reducción de IMC y cambios en los parámetros fisiológicos como la reducción de la PA. Aun así, los mayores beneficios se consiguen con la combinación del ejercicio aeróbico y el de fuerza (Beigienè et al., 2021; Fan Y. et al., 2021; Turri-Silva, N. et al., 2021 y Deka, P. et al., 2022), con mejoras en la capacidad funcional y cardiorrespiratoria. Cabe descartar que 3 de los 4 autores que mencionan la fuerza en sus intervenciones (Beigienè et al., 2021; Turri-Silva, N. et al., 2021 y Deka, P. et al., 2022), lo hacen en un ensayo controlado aleatorizado en el que pacientes incluyen pacientes con EAC (Beigienè et al., 2021 y Deka, P. et al., 2022) e ICC (Turri-Silva, N. et al., 2021). Dichos estudios, llevan a cabo estrategias de intervención diferentes y realizan una valoración previa y posterior desigual, con lo que podríamos deducir, que aun desempeñando programas distintos, las intervenciones concurrentes son un buen aliado en la rehabilitación cardiaca. Sin olvidar que las mejoras mencionadas anteriormente proceden de estrategias llevadas a cabo en un tiempo determinado entre 8 y 36 sesiones, con lo que no podemos determinar que este progreso dure en el tiempo. Turri-Silva, N. et al. (2021) por su parte, asegura que tanto el entrenamiento HIIT como un entrenamiento en circuito, tienen una alta adherencia.

Respecto a los 6 estudios seleccionados que comparan HIIT con MICT, la evidencia es clara, el entrenamiento interválico de alta intensidad desarrolla una mayor mejora del VO<sub>2</sub>max que el aeróbico continuo utilizado hasta el momento (Hannan, A.L. et al., 2018; Villelabeitia-Jaureguizar, K. et al., 2019, Li, J. et al., 2021 y Yue, T. et al., 2022). Por su



parte, Hannan, A.L. et al. (2018), Li, J. et al. (2021) y Yue, T. et al. (2022), con una muestra total de 2367 aseguran tener un sesgo bajo en sus revisiones sistemáticas. Cabe mencionar que en ninguno de los casos los estudios son de muy alta calidad, según muestran sus autores en las revisiones sistemáticas analizadas basadas en la escala de PEDro, por lo que se entiende que todavía queda una amplia línea de investigación en este ámbito. Más aún, teniendo en cuenta que Marcin, T. et al. (2022) en un estudio reciente, muestra que HIIT y MICT consiguen mejoras similares del VO<sub>2</sub>max y en dicho caso, HIIT con un RPE mayor.





## CONCLUSIÓN

Los estudios realizados hasta el momento han demostrado que el ejercicio físico es una herramienta útil y necesaria en la rehabilitación cardiaca, de forma que el paciente reciba una terapia multifactorial compuesta por ejercicio físico, asesoramiento nutricional y apoyo psicológico, para una mejor calidad de vida y un mejor control de los factores de riesgo.

Sobre la base de lo descrito en esta revisión, actualmente el HIIT es la línea de estudio más frecuentemente utilizada por la comunidad científica. Esto puede deberse a que el entrenamiento interválico de alta intensidad conlleva unas mejoras en los parámetros fisiológicos con menor volumen de entrenamiento total. Cabe destacar que este tipo de entrenamiento suele resultar más duro que el aeróbico continuo, como así se demuestra un autor en esta revisión, aunque por otro lado también resulta tener una mayor adherencia, aspecto importante en este ámbito, puesto que la RC tiene como objetivo cambiar los hábitos del paciente.

Para concluir, la evidencia creciente avala el entrenamiento de fuerza como método de entrenamiento en la RC, demostrando su efectividad y seguridad. Incluso la combinación de ambos, HIIT y entrenamiento de fuerza, surge como opción recomendable para este tipo de terapias, priorizando siempre la salud y adecuando la frecuencia e intensidad a cada paciente y cada momento.



## BIBLIOGRAFÍA

- Beigienė, A., Petruševičienė, D., Barasaitė, V., Kubilius, R., & Macijauskienė, J. (2021). Cardiac Rehabilitation and Complementary Physical Training in Elderly Patients after Acute Coronary Syndrome: A Pilot Study. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(6)10.3390/medicina57060529
- Cano de la Cuerda, Roberto, Alguacil Diego, I. M., Alonso Martín, J. J., Molero Sánchez, A., & Miangolarra Page, J. C. (2012). Programas de rehabilitación cardiaca y calidad de vida relacionada con la salud. Situación actual. *Revista Española De Cardiología*, 65(1), 72-79. 10.1016/j.recesp.2011.07.016
- Dégano, I. R., Elosua, R., & Marrugat, J. (2013). Epidemiología del síndrome coronario agudo en España: estimación del número de casos y la tendencia de 2005 a 2049. *Revista Española De Cardiología*, 66(6), 472-481. 10.1016/j.recesp.2013.01.019
- Deka, P., Pathak, D., Klompstra, L., Sempere-Rubio, N., Querol-Giner, F., & Marques-Sule, E. (2022). High-Intensity Interval and Resistance Training Improve Health Outcomes in Older Adults With Coronary Disease. *Journal of the American Medical Directors Association*, 23(1), 60-65. 10.1016/j.jamda.2021.05.034
- Fan, Y., Yu, M., Li, J., Zhang, H., Liu, Q., Zhao, L., Wang, T., & Xu, H. (2021). Efficacy and Safety of Resistance Training for Coronary Heart Disease Rehabilitation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8, 754794. 10.3389/fcvm.2021.754794
- Ferreira-González, I. (2014). Epidemiología de la enfermedad coronaria. *Revista Española De Cardiología*, 67(2), 139-144. 10.1016/j.recesp.2013.10.003
- Frančula-Zaninović, S., & Nola, I. A. (2018). Management of Measurable Variable Cardiovascular Disease' Risk Factors. *Current Cardiology Reviews*, 14(3), 153-163. 10.2174/1573403X14666180222102312
- Hannan, A. L., Hing, W., Simas, V., Climstein, M., Coombes, J. S., Jayasinghe, R., Byrnes, J., & Furness, J. (2018). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 9, 1-17. 10.2147/OAJSM.S150596
- Kumar, V., Abbas, A., Aster, J., & Turner, J. (2021). *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease Tenth Edition*
- Li, J., Li, Y., Gong, F., Huang, R., Zhang, Q., Liu, Z., Lin, J., Li, A., Lv, Y., & Cheng, Y. (2021). Effect of cardiac rehabilitation training on patients with coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Palliative Medicine*, 10(11), 11901-11909. 10.21037/apm-21-3136



- Lobos Bejarano, J. M., & Brotons Cuixart, C. (2011). Factores de riesgo cardiovascular y atención primaria: evaluación e intervención. *Atención Primaria*, 43(12), 668-677. 10.1016/j.aprim.2011.10.002
- Marcin, T., Trachsel, L. D., Dysli, M., Schmid, J. P., Eser, P., & Wilhelm, M. (2022). Effect of self-tailored high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous exercise on cardiorespiratory fitness after myocardial infarction: A randomised controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(1), 101490. 10.1016/j.rehab.2021.101490
- McMahon, S. R., Ades, P. A., & Thompson, P. D. (2017). The role of cardiac rehabilitation in patients with heart disease. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 27(6), 420-425. 10.1016/j.tcm.2017.02.005
- Ontiveros, L. (s. f.). ¿Cuánto cuesta un enfermo cardiovascular? Fundación Española del Corazón. <https://fundaciondelcorazon.com/corazon-facil/blog-impulso-vital/2208-cuanto-cuesta-enfermo-cardiovascular.html>
- Turri-Silva, N., Vale-Lira, A., Verboven, K., Quaglioti Durigan, J. L., Hansen, D., & Cipriano, G. (2021). High-intensity interval training versus progressive high-intensity circuit resistance training on endothelial function and cardiorespiratory fitness in heart failure: A preliminary randomized controlled trial. *PloS One*, 16(10), e0257607. 10.1371/journal.pone.0257607
- Villelabeitia-Jaureguizar, K., Vicente-Campos, D., Berenguel Senen, A., Hernández Jiménez, V., Ruiz Bautista, L., Barrios Garrido-Lestache, M. E., & López Chicharro, J. (2019). Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. *Cardiology Journal*, 26(2), 130-137. 10.5603/CJ.a2018.0052
- Wewege, M. A., Ahn, D., Yu, J., Liou, K., & Keech, A. (2018). High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease-Is It Safe? A Systematic Review. *Journal of the American Heart Association*, 7(21), e009305. 10.1161/JAHA.118.009305
- World Health Organization (9 de diciembre de 2020). The top 10 causes of death. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- World Health Organization Regional Office for Europe (n.d.) Cardiovascular diseases. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/cardiovascular-diseases/cardiovascular-diseases2>
- Yue, T., Wang, Y., Liu, H., Kong, Z., & Qi, F. (2022). Effects of High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiac Rehabilitation in Patients With Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 845225. 10.3389/fcvm.2022.845225



