

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA EN CARDIOPATÍAS**

**ISQUÉMICAS NO INTERVENIDAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**AUTOR:** Carmona Eugenio, Pascual.

**TUTOR:** Mas Penalva, Gema Concepción

**Departamento:** Patología y cirugía. Área de Fisioterapia

**Curso académico 2022-2023**

**Convocatoria de Junio**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1. FUENTES Y BÚSQUEDA DE DATOS.....	10
3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	10
3.3. LÍMITES.....	10
3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	10
3.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	11
3.6. SELECCIÓN DE ARTÍCULOS.....	11
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS.....	12
4.1.1. Características de los participantes.....	12
4.1.2. Características de las intervenciones.....	12
4.1.3. Herramientas de medición.....	13
4.2 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS.....	14
4.2.1 Función pulmonar.....	14
4.2.2 Capacidad funcional.....	14
4.2.3 Fuerza de la musculatura respiratoria.....	15
4.2.4 Otras herramientas de medición.....	15
4.3 CALIDAD METODOLÓGICA.....	16
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>6. LIMITACIONES Y SESGOS.....</b>	<b>20</b>
<b>7. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.....</b>	<b>22</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**Introducción.** La cardiopatía isquémica es una enfermedad cardiovascular inflamatoria, causada por desequilibrios en el aporte y demanda de oxígeno. Es la principal causa de mortalidad y hospitalización y afecta a millones de personas, lo cual conlleva elevados costes sanitarios. Las guías de práctica clínica se centran en los beneficios de la actividad física, pero la capacidad funcional está influenciada también por la debilidad en la musculatura inspiratoria asociada al sedentarismo, por una respuesta ventilatoria anormal y por la disnea de esfuerzo. Por ende, este tipo de entrenamiento puede abrir un nuevo campo en la rehabilitación cardíaca tradicional de las cardiopatías isquémicas no intervenidas, donde existe aún escasa evidencia al respecto.

**Objetivos.** Realizar una búsqueda bibliográfica para conocer los beneficios y efectividad del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en las cardiopatías isquémicas no intervenidas.

**Material y métodos.** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases Pubmed, EMBASE, WOS, Cinahl, y Cochrane que recogieran información sobre el tema.

**Resultados y conclusiones.** Los principales resultados observados destacan la mejoría en parámetros de función pulmonar, capacidad funcional, y calidad de vida, mediante el uso de dispositivos tipo Threshold o PowerBreathe. También, se corrobora un aumento de la adherencia a este tipo de tratamiento dentro de la rehabilitación cardíaca por una mejor tolerancia al ejercicio, mayor participación en actividades regulares y disminución de la percepción de fatiga y disnea. Esta intervención puede ser efectiva, útil y segura para añadir al tratamiento conservador.

**Palabras clave.** Enfermedad de las arterias coronarias, fisioterapia respiratoria, entrenamiento de la musculatura inspiratoria.

## **ABSTRACT AND KEY WORDS**

**Introduction.** Ischemic heart disease is an inflammatory cardiovascular disease, caused by imbalances in oxygen supply and demand. It is the main cause of mortality and hospitalization and affects millions of people, which entails high health costs. Clinical practice guidelines focus on the benefits of physical activity, but functional capacity is also influenced by inspiratory muscle weakness associated with a sedentary lifestyle, by an abnormal ventilatory response, and by exertional dyspnea. Therefore, this type of training can open a new field in the traditional cardiac rehabilitation of ischemic heart disease without intervention, where there is still little evidence in this regard.

**Objectives.** To carry out a bibliographic search to publicize the benefits and effectiveness of inspiratory muscle training in non-intervened ischemic heart disease.

**Material and methods.** A bibliographic search was carried out in the Pubmed, EMBASE, WOS, Cinahl, and Cochrane databases that collected information on the subject to be treated.

**Results and conclusions.** The main results observed highlight the improvement in lung function parameters, functional capacity, and quality of life, through the use of Threshold or PowerBreathe type devices. Also, an increase in adherence to this type of treatment within cardiac rehabilitation is corroborated due to better tolerance to exercise, greater participation in regular activities, and decreased perception of fatigue and dyspnea. This intervention can be effective, useful and safe to add to conservative treatment.

**Key words.** Coronary artery disease, respiratory physiotherapy, inspiratory muscle training.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cardiopatía isquémica (CI) es una enfermedad cardiovascular (ECV) inflamatoria consecuencia de las alteraciones fisiopatológicas del desequilibrio entre la demanda y el aporte de oxígeno al miocardio (10).

Las ECV son las principales causas de mortalidad y de hospitalización, representando el 20-30% de las muertes en el mundo y del 40% en Europa. Se espera un aumento en los próximos años (11).

La CI es la manifestación más prevalente de las ECV. En 2017 se observó que la CI afecta a, aproximadamente, 126 millones de personas en el mundo (1655 por cada 100.000), lo que se estima en un 1,70% de la población mundial.

La CI es la primera causa de morbimortalidad en Europa, principalmente en mayores de 65 años, con más de 4 millones de muertes (16). En España hay una prevalencia de 2733 por cada 100.000, otorgando invalidez a 1503 (17).

La mayor parte del gasto sanitario se centra en la CI por el aumento de su prevalencia. En 2030 se espera una triplicación del gasto (8).

Estudios recientes muestran que estas alteraciones dependen de la función óptima de la mitocondria (23). En condiciones estables, el recambio mitocondrial, que implica la reparación mitocondrial, está regulado por los procesos de fusión y fisión. Ante cualquier daño en la red mitocondrial, las proteínas de fisión separan la parte disfuncional para su degradación, mientras que la mitocondria funcional se unirá con las proteínas de fusión a otras mitocondrias, y en las ECV se observaron interrupciones en el recambio.

La disfunción mitocondrial se caracteriza por una anormalidad estructural y funcional en el miocardio y los músculos esqueléticos. Esto conduce a un aumento de la permeabilidad del endotelio y la adhesión de monocitos a la pared vascular, promoviendo la formación de placas de ateroma (23).

El crecimiento de los depósitos de placa de colesterol en las arterias coronarias implica la obstrucción del vaso sanguíneo por su disminución de calibre, lo cual impide o dificulta el paso del flujo sanguíneo por la arteria (2).

Desde el punto de vista clínico, se diferencian dos formas de presentación de la CI, basándose en la aparición, duración e intensidad:

- CI estable o síndrome coronario crónico (SCC).

En esta entidad se podrían incluir los pacientes revascularizados.

- CI aguda o síndrome coronario agudo (SCA).

Aparición súbita de síntomas que progresan, en reposo inclusive. Entre ellas, se encuentran el infarto agudo de miocardio (IAM), cuyos síntomas son: dolor precordial de más de 20 minutos de duración, que puede ir acompañado de fatiga, sudor frío, o mareo; y angina de pecho estable e inestable, cuyos síntomas son: dolor con una duración menor de 15 minutos desencadenado tras el ejercicio físico (22).

La diferencia entre la angina de pecho y el IAM es la aparición de necrosis en el IAM debido a la obstrucción severa y prolongada del flujo sanguíneo en el miocardio(2).

La principal causa de CI es la aterosclerosis coronaria, relacionada con los factores de riesgo cardiovascular (FRCV). Se pueden encontrar los FRCV no modificables y los modificables: (10,12)

Los no modificables son:

- Edad. La incidencia aumenta a partir de la cuarta década de la vida, lo que refleja la edad como principal factor de riesgo (1,17).
- Sexo (1).
- Genética. Existen puntuaciones para la predicción de riesgo genético (19).

Los modificables:

- Hipertensión arterial.

- El tabaquismo aumenta el riesgo de todos los tipos de ECV. El tabaco favorece la aterosclerosis al aumentar la adherencia plaquetaria y causar lesiones directas en el endotelio. También, la limitación al flujo aéreo, que se encuentra en  $\frac{1}{3}$  pacientes con CI, está asociada con el tabaquismo (9).
- Diabetes mellitus.
- Dislipidemia.

También, el estilo de vida juega un papel importante en el desarrollo de estas enfermedades(13).

Las CI pueden ser discapacitantes, provocando que el paciente evite cualquier actividad física. Por ello, los profesionales de la salud deben informar al paciente de los beneficios que implica un programa de rehabilitación cardíaca (RC), ya que mejoran la recuperación del paciente y les permite alcanzar un estado óptimo de salud, reduciendo así el riesgo de muerte (2,7).

La limitación del ejercicio es común en las ECV, asociándose con un mal pronóstico debido al dolor, fatiga y/o dificultad para respirar. Una complicación que contribuye a los síntomas es la debilidad de los músculos inspiratorios (MI). Es importante destacar que esta debilidad se asocia a una movilidad reducida (sedentarismo) y un mayor riesgo de IAM por las respuestas ventilatorias anormales al ejercicio y la disnea de esfuerzo (24).

Por tanto, podría existir una relación directa entre la fuerza de los músculos inspiratorios y la tolerancia máxima al ejercicio en pacientes con CI. Como consecuencia, sería necesario mejorar la fuerza y resistencia muscular de estos pacientes, incluso en ausencia de debilidad (3).

Aunque sea un tratamiento común en las ECV, no existe una gran cantidad de evidencia científica sobre los posibles beneficios del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) en las CI no intervenidas(CINT). Lo contrario sucede en la CI intervenida u otra enfermedad cardíaca, donde otros

estudios muestran una alta efectividad del EMI en insuficiencia cardíaca, por ejemplo (6,16). Además, existe una escasa presencia de la CI en las revisiones sistemáticas (16).

Tradicionalmente, las guías de práctica clínica recomiendan la RC en la que se incluye únicamente la actividad física, pero no el EMI (18). Sin embargo, este podría ser un método seguro y eficaz, y se recomendaría agregarlo a los programas de rehabilitación cardiopulmonar de las CINT (25).

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general es conocer los diferentes tipos de EMI utilizados en pacientes con CINT y determinar sus beneficios, con la finalidad de incluirlo como una medida más en el tratamiento conservador y establecer un futuro protocolo eficaz de entrenamiento y tratamiento en esta población.

Respecto a los objetivos específicos:

- Conocer la efectividad del EMI en combinación con otras intervenciones.
- Conocer la duración e intensidad del tratamiento más recomendado.
- Conocer la seguridad de la utilización del EMI.
- Conocer la adherencia al tratamiento en estos pacientes.
- Evaluar la calidad metodológica de los artículos.

## **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

Esta revisión ha sido aprobada por la Oficina de Investigación Responsable de la UMH del campus de Sant Joan, quedando registrada con el código COIR: TFG.GFI.GCMP.PCE.230207.

### **3.1. FUENTES Y BÚSQUEDA DE DATOS**

Se realizaron búsquedas bibliográficas los días 18, 19 y 21 de enero, y a lo largo del mes de marzo de 2023 en las bases de datos Pubmed, EMBASE, Cochrane y Web Of Science (WOS). Las palabras clave son: enfermedad de las arterias coronarias, fisioterapia respiratoria, y entrenamiento de la musculatura inspiratoria.

En *Figura 1* se muestran los datos cuantitativos de la estrategia de búsqueda.

Para evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos se utilizó la escala de valoración Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (*Tabla 1*).

### **3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

La ecuación de búsqueda es la siguiente:

((myocardial ischemia) OR (ischemic heart disease) OR (coronary artery disease) OR (myocardial infarction) OR (angina pectoris)) AND ((respiratory physiotherapy) OR (Resistive training of the inspiratory muscles) OR (inspiratory muscle training) OR (inspiratory muscle)) NOT (surgery) NOT (heart failure).

### **3.3. LÍMITES**

Los filtros aplicados en esta búsqueda fueron (1) artículos de máximo 10 años, (2) en humanos, (3) en hombres y en mujeres, y (4) en personas mayores de 18 años.

### **3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

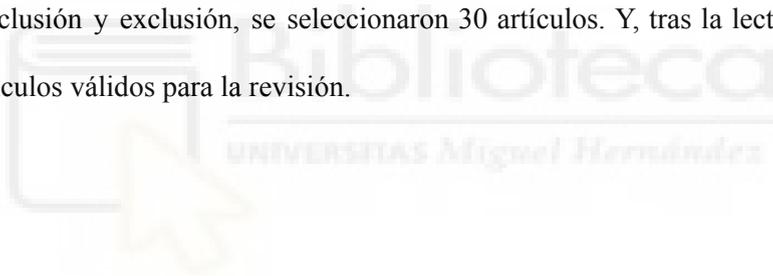
- Estudios que utilicen la técnica EMI, independientemente del tipo de estudio.
- Pacientes diagnosticados de CINT.

### **3.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Todos aquellos estudios que no cumplen con los criterios de inclusión.
- Estudios que no ofrezcan información precisa sobre la metodología empleada y/o los resultados.
- Pacientes con insuficiencia cardíaca.
- Pacientes diagnosticados de CI intervenida quirúrgicamente.
- Tratamientos que no apliquen el EMI.

### **3.6. SELECCIÓN DE ARTÍCULOS**

Según los criterios de la revisión, se encontraron inicialmente 969 artículos. Después de aplicar los filtros de búsqueda, se quedan en 356, y al eliminar duplicados entre bases de datos, en 273. Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 30 artículos. Y, tras la lectura exhaustiva, se identificaron 5 artículos válidos para la revisión.



## **4. RESULTADOS**

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS**

#### **4.1.1. Características de los participantes**

##### **4.1.1.1. Número**

La muestra total de pacientes de los ensayos es 298, variando el tamaño de cada ensayo entre 40 a 90 participantes.

##### **4.1.1.2. Sexo**

Esta información no estaba incluida en uno de los cinco ensayos. De los participantes del resto se observa que 182 eran del sexo masculino y 116 del sexo femenino (*Figura 2*).

##### **4.1.1.3. Edad**

Respecto a la edad de los pacientes, hay un rango de edad de 50 a 85 años. En un estudio se encuentra la mayor edad, que es 84 años (5). Mientras que en los demás, la edad media es 75 años.

##### **4.1.1.4. Tipo de cardiopatía isquémica**

Se observa una diferencia de tipos de CI según el ensayo revisado. Mayoritariamente, los estudios incluyen participantes con infarto, pero también con angina de pecho.

Además, en algunos ensayos se encuentra la CI junto a otra patología, como puede ser el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) (26) y el síndrome metabólico (15).

#### **4.1.2. Características de las intervenciones**

##### **4.1.2.1. Instrumento de EMI utilizado**

Los instrumentos del EMI utilizados en los estudios se dividen en dos: PowerBreathe y Threshold IMT. El más utilizado es el Threshold, excepto un ensayo que utiliza el PowerBreathe (26) (*Figura 3*).

#### **4.1.2.2. EMI en combinación con otras intervenciones**

En varios ensayos (5, 15, 26) se estudia el EMI en combinación con otras intervenciones, principalmente la RC, que incluye el entrenamiento de resistencia muscular periférica y el ejercicio aeróbico.

Algunos artículos también exploran combinaciones menos comunes, como la estimulación eléctrica neuromuscular (20).

Además, uno estudia la diferencia entre la aplicación del EMI en combinación con la RC y únicamente el EMI (26) (*Figura 4*).

#### **4.1.2.3. Dosificación de la intervención**

La duración de las intervenciones es de, aproximadamente, 6-8 semanas. Un artículo compara las diferencias entre el EMI iniciado a una carga baja constante de 10 cmH<sub>2</sub>O con otro iniciado al 30% de la PIMáx (25). Además, en otro estudio el grupo intervencionista comienza con el 70% PIMáx (26).

En los demás, se inicia el EMI con una carga del 30%, aumentándola gradualmente sin especificar cuánto durante las semanas de entrenamiento, junto con otra intervención.

La duración del tratamiento difiere entre los diferentes ensayos, desde 5 (15) hasta 20-30 minutos/sesión. También, la frecuencia semanal de las sesiones de entrenamiento varía entre 5 y 7 días, según el estudio. Todos tienen una frecuencia de entrenamiento de 2 veces/día (*Figura 5*).

#### **4.1.3. Herramientas de medición**

Hay 9 elementos totales en los artículos (*Figura 6*).

Principalmente: espirometría para conocer la función pulmonar; prueba de la caminata de 6 minutos para la capacidad funcional, y medida de la fuerza muscular respiratoria. En algunos casos, se emplean las encuestas generales de salud para conocer subjetivamente la calidad de vida y la evaluación de la fatiga y la depresión (25).

Los ensayos en los que aparece en combinación con otras patologías utilizan herramientas diferentes, como la medida de la fuerza de las extremidades inferiores (15), cuestionarios sobre la calidad subjetiva del sueño(26), datos poligráficos respiratorios (26) y el análisis de marcadores bioquímicos (20).

## **4.2 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS**

En esta revisión se han organizado e interpretado los resultados según los elementos valorados de cada uno de los ensayos, con el fin de obtener una visión más global del EMI en CINT.

### **4.2.1 Función pulmonar**

La medición de la función pulmonar se realizó mediante espirometría pre y post-intervención terapéutica en cuatro de los cinco ensayos incluidos (5, 20, 25, 26). Sus resultados permiten cuantificar las diferencias entre los parámetros de función pulmonar (FVC,FEV1, y PEF).

En tres de los cuatro estudios se observó una mejoría estadísticamente significativa entre las espirometrías en los valores de FEV1,FVC y PEF (5, 20, 26), mientras que el otro ensayo muestra una mejoría de FEV1 y FVC, pero no del valor PEF (25).

### **4.2.2 Capacidad funcional**

La medición de la capacidad funcional se realizó mediante la *prueba de caminata de 6 minutos* en los cinco estudios, por ello es uno de los elementos más importantes e imprescindibles. En este test también se valora la frecuencia cardíaca inicial (FCI) y máxima (FCM), así como el gasto energético empleado (MET).

El número de METs, la FCI y la FCM aumentaron, pero en comparación con los otros tratamientos incluidos (como la RC) no hubo diferencias significativas (15, 20, 26). Sin embargo, la evaluación de

la tolerancia al ejercicio mostró un aumento clínicamente significativo en comparación con el grupo control, sin intervención (5, 25).

#### **4.2.3 Fuerza de la musculatura respiratoria**

En la medición de la fuerza de la musculatura respiratoria se utilizan los parámetros de PIMáx (fuerza MI) y PEMáx (fuerza muscular espiratoria). Ambos se evaluaron con un medidor de presión respiratoria en posición de sedestación (5,15,20,25).

Hubo un aumento estadísticamente significativo en los parámetros de fuerza tanto en PIMáx como en PEMáx tras completar el EMI en tres estudios (5, 15, 20).

Sin embargo, en el ensayo comparativo con el entrenamiento clásico de fuerza y resistencia, solamente hubo un aumento significativo de la PIMáx, y no de la PEMáx (15).

También se observa un aumento estadísticamente significativo en PIMáx y PEMáx dentro del grupo de intervención en comparación con el grupo control (25), donde no hubo mejora.

#### **4.2.4 Otras herramientas de medición**

La encuesta de salud para la valoración de la calidad de vida de los participantes y la evaluación de la fatiga y la depresión, fueron estudiados en uno de los ensayos incluidos (25).

La disminución en los niveles de percepción de fatiga y depresión tras la intervención del EMI fue estadísticamente significativa en ambos grupos. Las diferencias se encontraron en los subparámetros de la escala de vida, además de los puntajes de suma de salud mental.

También, se encontraron mejoras significativas en la fuerza de la musculatura de los miembros inferiores (15), los datos poligráficos respiratorios (26) y el análisis de los marcadores bioquímicos (20).

### 4.3 CALIDAD METODOLÓGICA

Las puntuaciones de los ensayos en la escala PEDro para la calidad han sido variables, obteniéndose cuatro artículos con una puntuación superior a 5. Solamente uno de los cinco estudios utilizados en la revisión presenta una puntuación inferior a 5, siendo su puntuación un 4.

## 5. DISCUSIÓN

La búsqueda bibliográfica muestra información relevante sobre el EMI. Aunque hay un número reducido de artículos publicados por la reciente aplicación de la técnica en este grupo de población, se muestra como una herramienta prometedora en la RC y podría proporcionar alternativas para el tratamiento conservador.

El EMI ofrece ventajas para la rehabilitación en ECV, particularmente en pacientes con CINT. El principal objetivo de esta revisión es evaluar la hipótesis anterior, aportando artículos científicos que abordan dicho tema.

Únicamente se ha limitado la edad (mayores de 18 años), pero no el sexo. De esta manera se ha comprobado que la muestra de participantes de sexo masculino superaba al femenino, siendo esta característica común en la población de pacientes con CI.

Los estudios presentaban un tamaño muestral grande, siendo el mínimo de 40 participantes.

Todos ellos tenían CINT, pero se incluyeron estudios con diferentes tipos de CI, como IAM, angina de pecho estable y enfermedad de las arterias coronarias. Cabe señalar que en algunos ensayos la CI estaba asociada a otra patología, como el síndrome metabólico o el SAOS. Sería necesario incluir más pacientes que tuviesen únicamente la CI para poder conocer los efectos más específicos que ofrece el EMI. El predominio del IAM en los participantes estudiados podría deberse a que es el tipo de CI más común. Incluso el tamaño muestral de los participantes con IAM es mayor en comparación con los de angina de pecho.

Se utilizaron dos tipos de instrumentos para el EMI: PowerBreathe(26) y Threshold IMT (5, 15, 20, 15). El PowerBreathe es un dispositivo de carga resistiva, donde se varía el tamaño de la abertura por la que el sujeto debe respirar, mientras que el Threshold es un dispositivo de umbral que permite el flujo de aire durante la inspiración después de alcanzar una cierta presión inspiratoria. El Threshold tiene un rango de presión de 0 a 45 cmH<sub>2</sub>O, mientras que el del PowerBreathe Plus es de 17 a 98 cmH<sub>2</sub>O (4). Por tanto, podría haber una mejoría más relevante con el PowerBreathe, debido a que el rango de presión es mayor.

Otra diferencia destacable es que el Threshold tiene menor costo, lo cual puede ser una razón por la que se utiliza con mayor frecuencia (*Tabla 3. Diferencias*).

Sin embargo, las variables medidas y el tiempo de aplicación de la técnica son similares, exceptuando dos ensayos en los que se añaden otras herramientas de medición (25, 26) y otro tiempo de aplicación(15). Existen diferencias en los anteriores estudios respecto a la aplicación de la técnica: uno durante 5 minutos/sesión, mientras que en los otros oscilaba entre 15-30 minutos, pero no hubo diferencias significativas entre ambos. También, se investigaron los factores subyacentes de la otra patología unida a la CI (los análisis de los marcadores bioquímicos en el síndrome metabólico y los datos poligráficos respiratorios en el SAOS) (25, 26). Todos tuvieron en común realizar una sesión de EMI a la semana supervisada por un fisioterapeuta, mientras que los días restantes, el paciente lo realizaba en casa.

Los autores de los estudios defienden la importancia de la medición de la fuerza muscular respiratoria, pero no consideran la resistencia, que se mide mediante máxima ventilación voluntaria. Esta puede ser un factor muy relevante a valorar en el EMI, pues una disminución de la resistencia puede desencadenar en una mayor fatigabilidad y una menor participación en las sesiones de EMI.

Respecto a la intensidad, la mayoría avala el inicio del EMI con una carga del 30% PIM<sub>áx</sub>, aumentándose gradualmente en cada sesión con el fisioterapeuta, exceptuando un estudio en el que el

grupo intervencionista comienza con el 70% (26). Otro estudio compara la aplicación del EMI en un grupo control con la carga más baja (10 cmH<sub>2</sub>O) y el grupo intervencionista con el EMI con el 30% PIM<sub>áx</sub> (25). Los valores PIM<sub>áx</sub> y PEM<sub>áx</sub> del grupo intervencionista eran mejores, pero en el control también se observaron efectos significativos. Estas ganancias pueden atribuirse al reflejo metabólico, que puede estar asociado con el EMI, ya que mejora la perfusión del músculo esquelético y retrasa la fatiga cuando se realiza, como puede ocurrir si se trabaja también a una baja carga (4, 15, 16).

Varios autores informan de que la MI se fatiga durante el entrenamiento, lo que limita la capacidad para realizar ejercicio; sin embargo, la evidencia sugiere que incluso los ejercicios respiratorios intensivos a corto plazo tienen un efecto significativo en la salud. Esto confirma que el EMI puede ser relevante para que la tolerancia al ejercicio aumente (15). No obstante, los ensayos clínicos proporcionan datos limitados en relación con la dosificación óptima, dado que se centran en grupos específicos de pacientes y pueden no reflejar completamente la variedad de la población con CINT.

No se observaron eventos cardíacos repentinos en ninguno de los participantes durante el entrenamiento, por tanto, este resultado puede respaldar la idea de que el EMI es un método de entrenamiento seguro y útil para los pacientes con CINT (25). En cambio, pueden ser interesantes futuras investigaciones para observar sus beneficios y/o consecuencias a largo plazo.

El deterioro de la calidad de vida en pacientes con CI está íntimamente relacionado con la gravedad de la patología, debido a los síntomas que presenta y a la reducida capacidad funcional, además de con puntuaciones más bajas en salud mental y rol emocional (25). Por ello, uno de los resultados de mayor interés puede ser el potencial que presenta esta intervención para mejorar la calidad de vida, permitiendo realizar más sesiones de rehabilitación y aumentar la adherencia al tratamiento, lo cual puede suponer un beneficio a largo plazo. Este está relacionado con la mejora de la capacidad funcional, la motivación, la participación en actividades regulares y la reducción de la percepción de disnea y fatiga (15, 25, 27). Puede ser relevante abordar los factores que influyen directamente con el deterioro de la calidad de vida para mejorar la adherencia y optimizar los resultados del tratamiento.

Respecto a la aplicación de EMI sin otra intervención, se han podido observar beneficios en todas las herramientas de medición en comparación con un grupo control (4). No obstante, en uno de los estudios más relevantes se observó diferencia entre la aplicación del EMI; la intervención EMI junto a la RC; y la RC sin el EMI. El EMI estuvo estrechamente relacionado con la mejora de la fuerza muscular inspiratoria y espiratoria. La unión de este junto a la RC, comparado con el EMI sin la RC, tuvo mejores resultados en la fuerza de la musculatura espiratoria, mientras que la RC por sí sola no actuó sobre esta musculatura. Sin embargo, no se observaron efectos beneficiosos diferentes en el grupo EMI respecto a aquel con RC y EMI de forma conjunta(4). Los programas de RC se han centrado, tradicionalmente, en la educación en estilos de vida, actividad física y apoyo psicosocial, pero su unión con el EMI puede ser beneficiosa para conseguir las ventajas descritas. Cabe destacar que el EMI, por sí solo, no puede abordar todos los aspectos de la RC, dado que el apoyo psicológico y la educación son componentes clave y no pueden ser reemplazados. Por ello, la adición del EMI en los programas de RC sería recomendable para optimizar los beneficios obtenidos y lograr un futuro protocolo, aunque se necesitaría más investigación al respecto.

En otra revisión sistemática, que incluye diez estudios con participantes tras IAM no intervenido (27), sólo uno defiende la utilización del EMI, mientras que los otros nueve aplican ejercicio terapéutico. Al comparar los resultados de dicho estudio, se observan diferencias significativas entre los participantes que recibieron EMI junto a RC, y aquellos que solo recibieron EMI. Estos hallazgos sugieren que esa combinación puede ser más efectiva, confirmando lo anterior.

Sin embargo, la falta de revisiones relacionadas con CINT sugiere una escasez de literatura científica sobre este tema, por lo que su efectividad no está completamente establecida. Sería necesario realizar más revisiones para obtener mejores resultados del EMI en CINT.

Por tanto, su uso en la práctica clínica debe ser considerado con precaución y bajo supervisión. Es importante la evaluación de cada paciente y considerar todas las opciones de tratamiento disponibles.

## **6. LIMITACIONES Y SESGOS**

La limitación principal de esta revisión bibliográfica es la falta de estudios disponibles hasta el momento, lo que puede sesgar la validez de las conclusiones obtenidas. Al haber un número tan reducido, es posible que no se hayan considerado algunos aspectos importantes, como la duración y el seguimiento del ensayo (dado que puede ocultar posibles efectos adversos o beneficios a largo plazo) o que no se hayan encontrado diferencias significativas entre los grupos de estudio. La falta de variedad en los tipos de estudio y en los grupos de poblaciones evaluadas podría introducir un sesgo, pues es posible que la efectividad del EMI varíe según el tipo de paciente y el enfoque terapéutico utilizado. Además, hay un artículo con una puntuación inferior a 5, por lo que podría limitar la validez y la confiabilidad de los resultados.

Cabe destacar el sesgo de publicación, pues puede existir una tendencia a la publicación de resultados positivos respecto a aquellos que no muestran efectos significativos o resultados negativos.

Otro elemento a considerar es la inexistencia de datos concretos respecto al aumento gradual de la carga de entrenamiento con el instrumento utilizado en el EMI. Esto puede introducir un sesgo de información.

## **7. CONCLUSIÓN**

Tras la revisión bibliográfica se ha llegado a una serie de conclusiones sobre el empleo del EMI para la rehabilitación de pacientes con CINT:

1. Ha demostrado ser efectivo y puede resultar una intervención útil para añadir al tratamiento conservador.
2. Ha mostrado beneficios en combinación con el entrenamiento clásico de resistencia y/o fuerza, por tanto, la unión de ambos podría incluirse en un futuro protocolo eficaz de tratamiento.
3. No se puede determinar la dosificación óptima del EMI para las CINT debido a la utilización de protocolos dispares, además de la falta de evidencia científica. Por lo que sería interesante

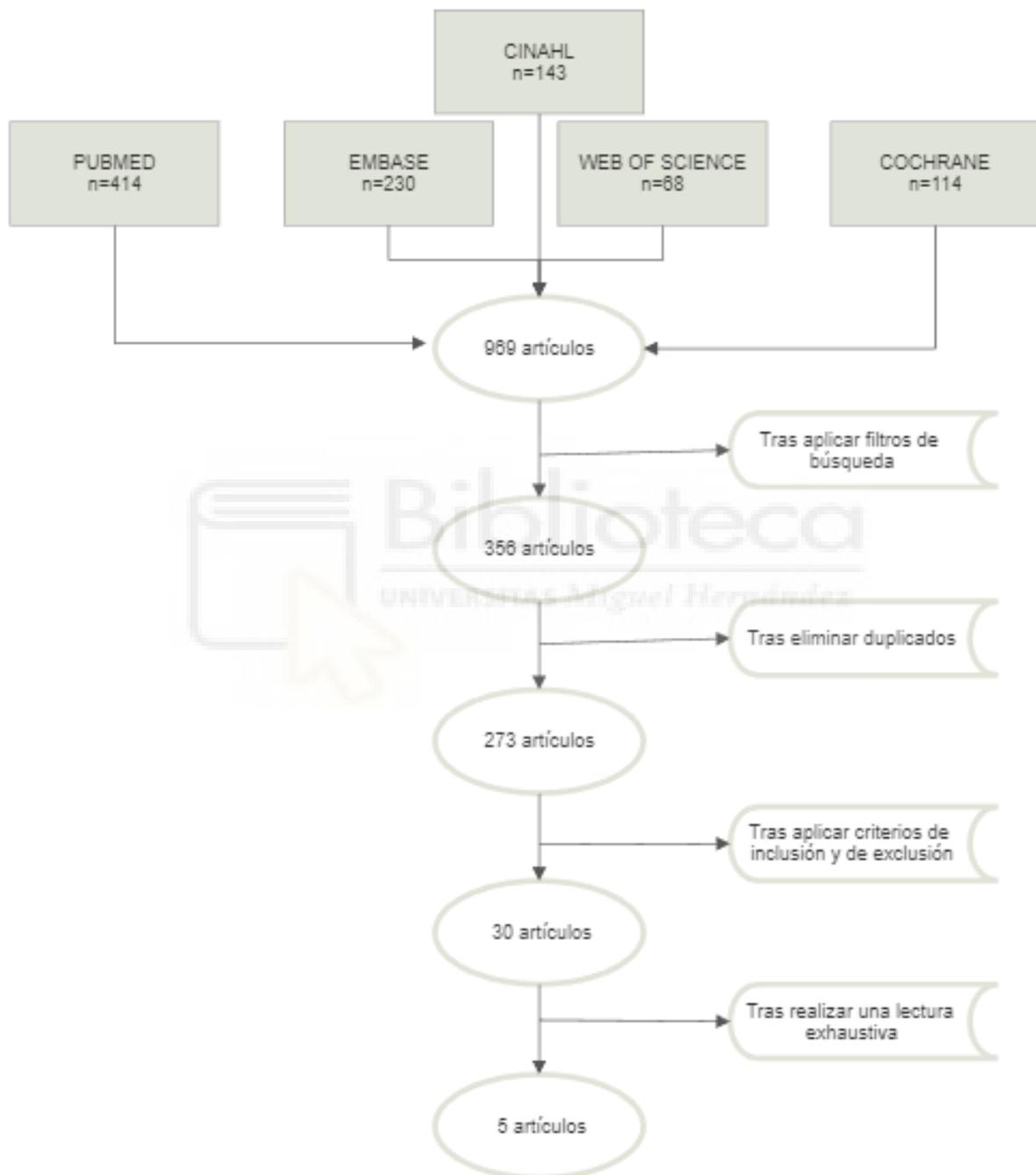
realizar futuras investigaciones para obtener una comprensión completa y establecer un protocolo óptimo específico para esta población.

4. No se han mostrado eventos cardíacos súbitos consecuentes al EMI durante los estudios, por lo que puede respaldar la idea de que es un método seguro para esta población.
5. El aumento de la calidad de vida debido a la mejora de la capacidad funcional y la reducción de la percepción de disnea y fatiga favorece la adherencia al tratamiento conservador.
6. La calidad metodológica de los artículos ha variado bastante, obteniéndose en más de la mitad una puntuación superior a 5.

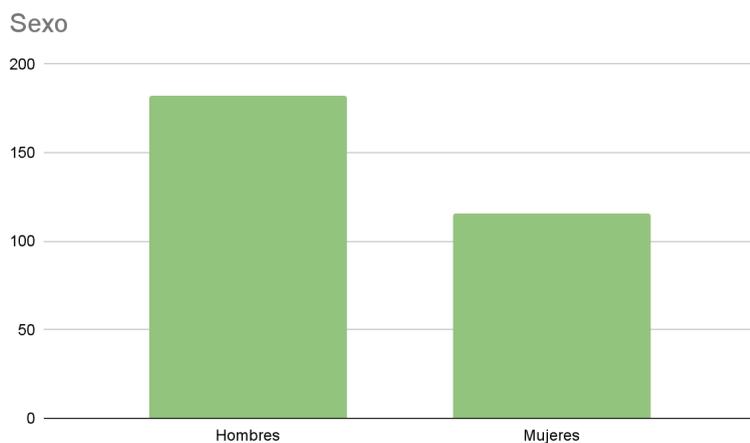


## 8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

*Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de búsqueda*



**Figura 2.** Gráfico del sexo



**Figura 3.** Gráfico de los instrumentos

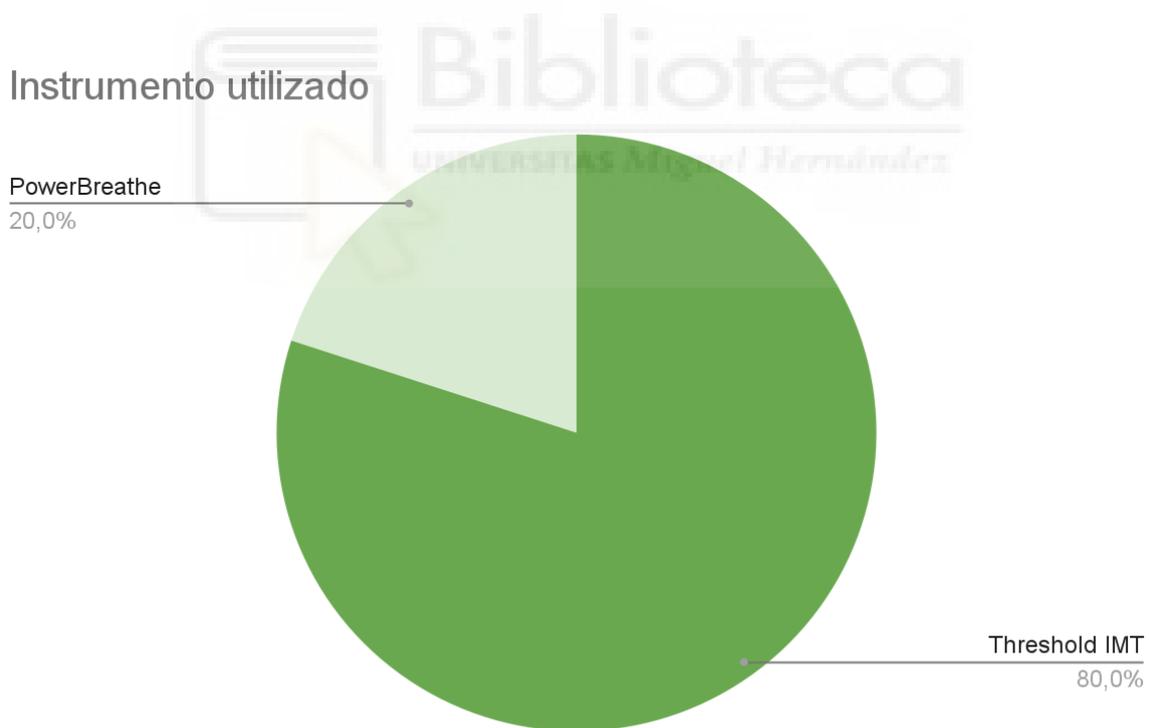


Figura 4. Gráfico de la comparación del uso del EMI

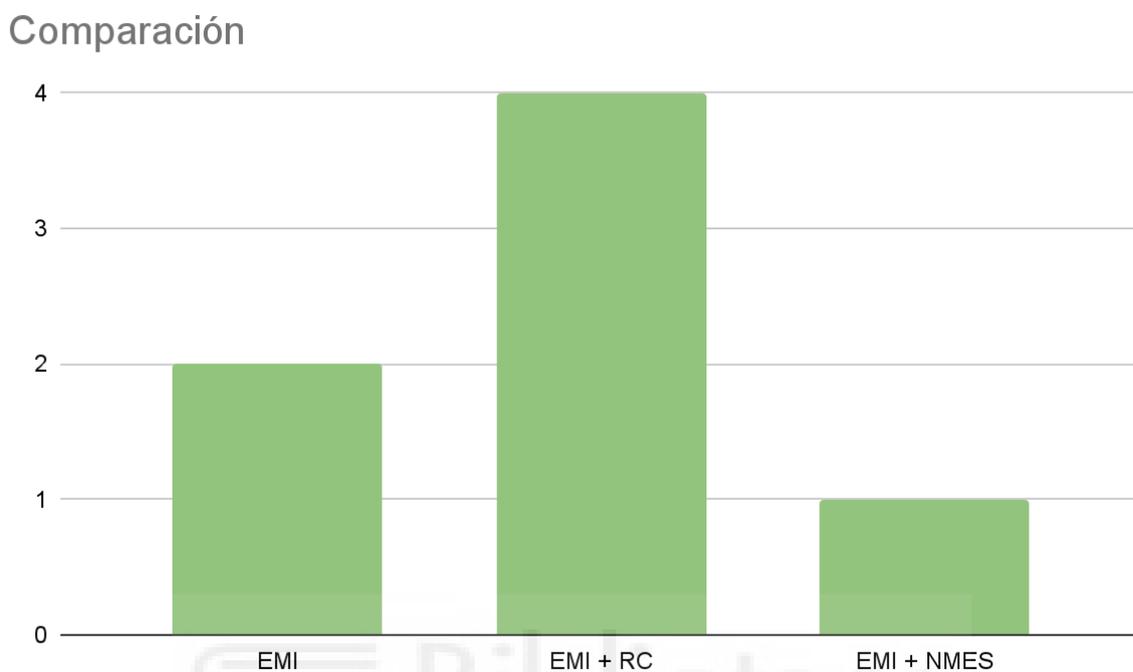
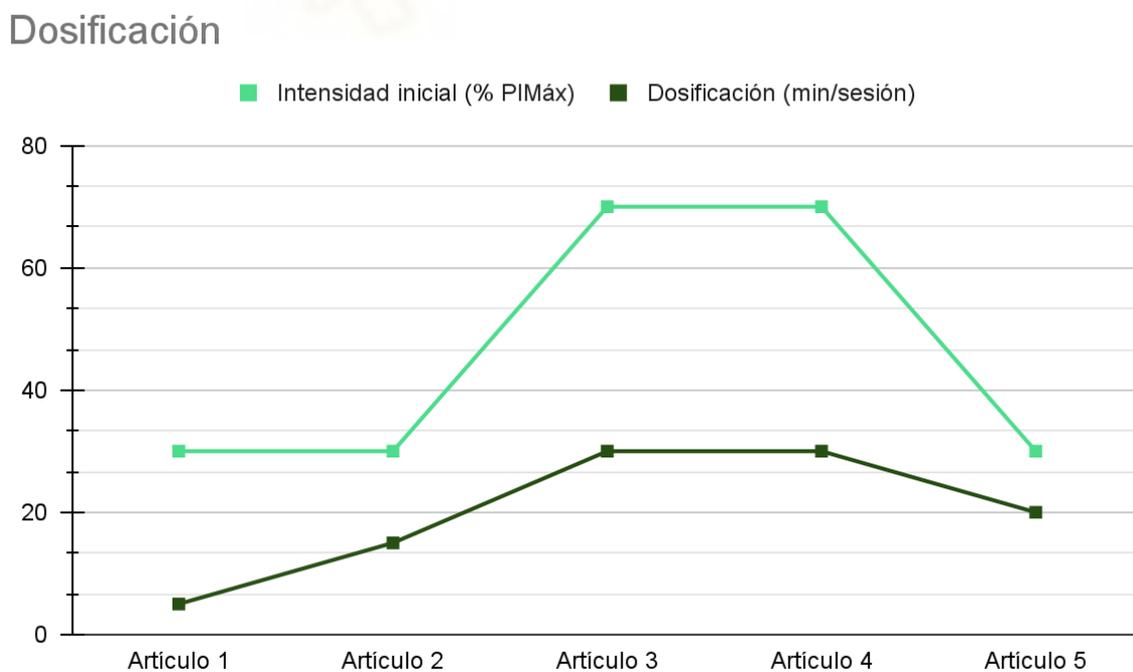
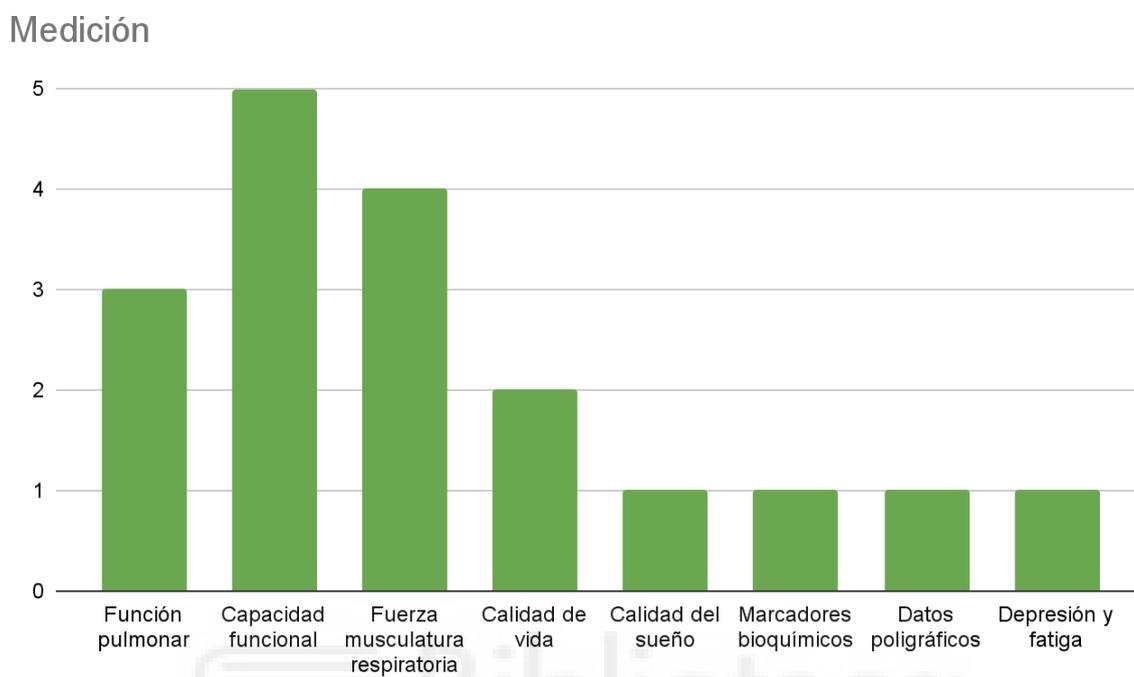


Figura 5. Gráfico de la dosificación



**Figura 6.** Gráfico de la medición

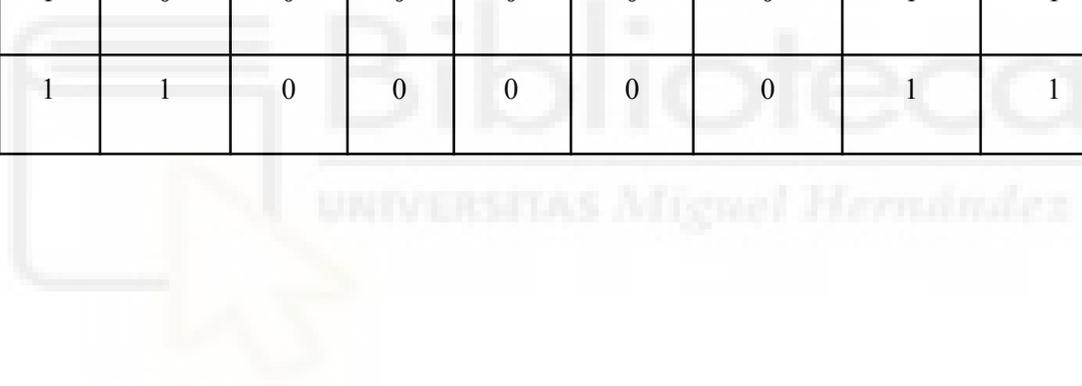


**Tabla 1.** *Escala de Evaluación PEDro.*

La escala PEDro sirve para la medición de la calidad de los informes de los ensayos clínicos. Se añade un punto por cada uno de los siguientes criterios que se cumpla:

1. Los criterios de elección fueron especificados
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos
3. La asignación fue oculta
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores de pronóstico más importantes
5. Todos los sujetos fueron cegados
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<b>Kurzaj M et al (2019)</b>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	6
<b>Muammer K et al (2020)</b>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9
<b>Labeix P et al (2022)</b>	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	6
<b>Huzmeli I et al (2022)</b>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4
<b>Kolesnikova EA (2013)</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	5



**Tabla 2.** Resultados de los artículos revisados

Estudio	Tipo de estudio	Descripción de la muestra	Tipo de cardiopatía isquémica	Medidas de evaluación	Intervención	Resultados
<b>Kurzaj M et al (2019) (15)</b>	Ensayo clínico	90 pacientes, 54 hombres y 36 mujeres, divididos en 3 grupos. Rango de edad de 50 a 75 años. Edad media = 65 años.	Infarto de miocardio	Prueba de tolerancia al ejercicio. Fuerza de la musculatura respiratoria. Función de la musculatura de los MMII.	Grupo 1: RC y EMI Grupo 2: RC Grupo 3: EMI EMI: 5 días/semana con Threshold IMT, comenzando con 30% PIMáx, aumentando gradualmente (5min 2 veces al día) RC: entrenamiento de resistencia interválico en cicloergómetro 3 veces/semana y ejercicios de rhb y resistencia 2 veces/semana. Duración: 8 semanas.	En los grupos 1 y 3, aumento significativo en la fuerza de la musculatura respiratoria (PIMáx y PEMáx) En grupo 2, sólo aumento de la PIMáx. En el grupo 1, hubo una reducción de personas con FMI por debajo de lo normal. En 1 y 2 los parámetros funcionales de la musculatura MMII mejoraron.
<b>Muammer K et al (2020) (20)</b>	Estudio prospectivo, simple ciego, aleatorizado y controlado	60 pacientes, 51 hombres y 9 mujeres, divididos en 3 grupos. Rango de edad de 39 a 74 años. Edad media de 56,42±7,4 años.	Enfermedad arterial coronaria con síndrome metabólico	Función pulmonar. Fuerza de los músculos respiratorios. Puntuaciones de disnea. Prueba de tolerancia al ejercicio. Análisis de los marcadores bioquímicos.	Grupo 1: NMES y PMT Grupo 2: EMI y PMT Grupo 3: PMT PMT: educación del paciente, entrenamiento respiración diafragmática, ejercicios de flexibilidad y estiramiento. EMI: 7 días/semana con Threshold IMT, comenzando con 30% PIMáx (15min 2 veces al día) Duración: 6 semanas	En el grupo 2, mejoraron significativamente las funciones respiratorias, la capacidad de ejercicio y los marcadores bioquímicos.

<p><b>Labeix P et al (2022) (26)</b></p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado</p>	<p>45 pacientes, 40 hombres y 5 mujeres, divididos en grupo control y grupo intervencionista. Edad media de 60+- 9 años.</p>	<p>Enfermedad arterial coronaria con AOS</p>	<p>Prueba de tolerancia al ejercicio. Datos poligráficos respiratorios Evaluación de la función respiratoria Cuestionarios sobre la calidad subjetiva del sueño y la calidad de vida.</p>	<p>Grupo control: RC (n=23) Grupo 2: RC y EMI (n=22) RC: 3 veces/semana durante hora y media (entrenamiento muscular de resistencia de MMSS y MMII; 80% ejercicios aeróbicos y 20% ejercicios de resistencia continuos e interválicos) EMI: 6 días/semana con PowerBreathe Plus con una carga del 70% PIMáx, ajustándose la carga de entrenamiento (30 inspiraciones 2 veces al día) Duración: 6 semanas.</p>	<p>El IMT produjo una reducción significativa en la carga hipoxémica y mejoría significativa de su PIMáx. También, la mejora significativa en el IAH está relacionada con la mejora en la somnolencia diurna, así como una mejora en la calidad del sueño.</p>
<p><b>Huzmeli I et al (2022) (25)</b></p>	<p>Estudio prospectivo aleatorizado, controlado, simple ciego</p>	<p>40 pacientes y 34 completaron el estudio, siendo 37 hombres y 3 mujeres, divididos en grupo control y grupo intervencionista. Edad media de 57,9+-74,7 años.</p>	<p>Angina estable</p>	<p>Fuerza de la musculatura respiratoria y periférica. Espirometría para las funciones pulmonares. Prueba 6 minutos para la capacidad funcional. Evaluación de la fatiga y la depresión. Funciones cardíacas. Encuesta general de Salud para la calidad de vida.</p>	<p>Grupo control: EMI carga más baja (10cm agua) constante Grupo intervencionista: EMI carga 30% PIMáx Todos los grupos fueron entrenados 30min/día, 7 días/semana En el grupo intervencionista la carga fue subiendo gradualmente. Duración: 8 semanas.</p>	<p>Mejoría significativa en la fuerza de la musculatura, la función pulmonar, la capacidad de ejercicio funcional, la calidad de vida, y la percepción de depresión y fatiga.</p>

<p><b>Kolesnikova EA (2013)</b></p> <p><b>(5)</b></p>	<p>Ensayo clínico</p>	<p>63 pacientes divididos en grupo control y grupo de entrenamiento. Edad media de 84,3+-5,2 años.</p>	<p>Infarto de miocardio complicado</p>	<p>Consumo máximo de oxígeno durante la prueba de caminata 6 minutos. Presiones bucales inspiratorias máximas (PIMáx) Calidad de vida relacionada con la salud.</p>	<p>Grupo control: RC Grupo de entrenamiento: RC y EMI. EMI: 10 a 12 capacitaciones 20 minutos 2 veces/día con Threshold IMT. Duración: 12 semanas.</p>	<p>Mejoría significativa en la capacidad funcional, presiones inspiratorias máximas, la calidad de vida relacionada con la salud y disminución significativa del número de hospitalizaciones por progresión de la patología y neumonías.</p>
---	-----------------------	--	--	---	--	--

MMII: Miembros inferiores; RC: Rehabilitación cardíaca; MMSS: Miembros superiores; RHB: Rehabilitación; FMI: Fuerza muscular inspiratoria; NMES: Estimulación eléctrica neuromuscular; PMT: Programa de ejercicios; AOS: Apnea obstructiva del sueño.

**Tabla 3.** *Diferencias entre Threshold IMT y PowerBreathe*

	<b>Threshold IMT</b>	<b>PowerBreathe Plus</b>
<b>Tipo de dispositivo</b>	Umbral	Carga resistiva
<b>Utilización</b>	Flujo de aire a partir de una resistencia	Girar un dial, disminuyendo el calibre
<b>Cómo se valora la resistencia</b>	Cm de agua	Cm de agua
<b>Máxima resistencia</b>	45 cm de agua	98 cm de agua
<b>Coste</b>	Barato	Caro

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1): Domínguez LR, Gómez VH, Morejón EA. Algunos factores de riesgo que favorecen la aparición del infarto agudo del miocardio. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 1998;14(3):243–9.

(2): Díaz E. Rehabilitación cardíaca en cardiopatía isquémica. *Revista de Fisioterapia*. 2006;5(1).

(3): Neves LMT, Karsten M, Neves VR, Beltrame T, Borghi-Silva A, Catai AM. Relationship between inspiratory muscle capacity and peak exercise tolerance in patients post-myocardial infarction. *Heart Lung*. 2012;41(2):137–45.

(4): González-Montesinos JL, Vaz Pardal C, Fernández Santos JR, Arnedillo Muñoz A, Costa Sepúlveda JL, Gómez Espinosa de los Monteros R. Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. *Revisión bibliográfica. Rev Andal Med Deport*. 2012;5(4):163–70.

(5): Kolesnikova EA, Arutyunov GP, Rylova AK, Lobzeva VI, Rylova NV. *Respiratory*

muscle trainings as a way of physical rehabilitation for old patients with complicated myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2013;34(suppl 1):P5786–P5786.

(6): Cahalin LP, Arena R, Guazzi M, Myers J, Cipriano G, Chiappa G, et al. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2013;11(2):161–77.

(7): Hernández G, Rodríguez Y. Rehabilitación cardíaca: revisión bibliográfica del impacto en la capacidad funcional, mortalidad, seguridad, calidad de vida, factores de riesgo y reincorporación laboral. *Enferm Cardiol*. 2015;(65):52–61.

(8): Rich JB, Edwards F. Variation in cost-effectiveness in coronary revascularization: a new paradigm for evaluation? *Curr Opin Cardiol*. 2015;30(6):619–23.

(9): Franssen FME, Soriano JB, Roche N, Bloomfield PH, Brusselle G, Fabbri LM, et al. Lung function abnormalities in smokers with ischemic heart disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;194(5):568–76.

(10): Alcalá López JE, Maicas Bellido C, Hernández Simón P, Rodríguez Padial L. Cardiopatía isquémica: concepto, clasificación, epidemiología, factores de riesgo, pronóstico y prevención. *Medicine*. 2017;12(36):2145–52.

(11): Bravo-Escobar R, González-Represas A, Gómez-González AM, Montiel-Trujillo A, Aguilar-Jimenez R, Carrasco-Ruiz R, et al. Effectiveness and safety of a home-based cardiac rehabilitation programme of mixed surveillance in patients with ischemic heart disease at moderate cardiovascular risk: A randomised, controlled clinical trial. *BMC Cardiovasc Disord*. 2017;17(1).

(12): Palacios C, Caballero Martínez L, Carmona L. Protocolo, diagnóstico y cuantificación de los factores de riesgo cardiovascular. *Medicine*. 2017;12(42):2509–15.

(13): Malakar AK, Choudhury D, Halder B, Paul P, Uddin A, Chakraborty S. A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics: MALAKAR et al. *J Cell Physiol*. 2019;234(10):16812–23.

(14): Trotta FM, Caraceni D, Antonicelli R, Cherubini A. Ischemic heart disease in older adults. En: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier; 2019.

(15): Kurzaj M, Dziubek W, Porębska M, Rożek-Piechura K. Can inspiratory muscle training improve exercise tolerance and lower limb function after myocardial infarction? *Med Sci Monit*. 2019;25:5159–69.

(16): Cipriano GF, Cipriano G Jr, Santos FV, Güntzel Chiappa AM, Pires L, Cahalin LP, et al. Current insights of inspiratory muscle training on the cardiovascular system: a systematic review with meta-analysis. *Integr Blood Press Control*. 2019;12:1–11.

(17): Khan MA, Hashim MJ, Mustafa H, Baniyas MY, Al Suwaidi SKBM, AlKatheeri R, et al. Global epidemiology of ischemic heart disease: Results from the Global Burden of disease study. *Cureus*. 2020;12(7):e9349.

(18): Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407–77.

(19): Pechlivanis S, Lehmann N, Hoffmann P, Nöthen MM, Jöckel K-H, Erbel R, et al. Risk prediction for coronary heart disease by a genetic risk score - results from the Heinz Nixdorf Recall study. *BMC Med Genet.* 2020;21(1):178.

(20): Muammer K, Mutluay F, Demir R, Özkan AA. Effects of peripheral and different inspiratory muscle training methods in coronary artery disease patients with metabolic syndrome: A randomized-controlled trial. *Respir Med.* 2020;172(106119):106119.

(21): Huzmeli I, Ozer A-Y, Akkus O, Katayıfçı N, Sen F, Yurdalan SU, et al. Comparison of functional exercise capacity, quality of life and respiratory and peripheral muscle strength between patients with stable angina and healthy controls. *J Int Med Res.* 2020;48(12):300060520979211.

(22): Endara Galarza Ángela E, Agurto Cobos XG, Paredes Intriago LA, Paredes Intriago MA. Descripción y análisis de las implicaciones en cardiopatías isquémicas. *Dominio de las Ciencias.* 2021;7:2477–8818.

(23): Lim AY, Chen Y-C, Hsu C-C, Fu T-C, Wang J-S. The effects of exercise training on mitochondrial function in cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *Int J Mol Sci.* 2022;23(20):12559.

(24): Smith JR, Taylor BJ. Inspiratory muscle weakness in cardiovascular diseases: Implications for cardiac rehabilitation. *Prog Cardiovasc Dis.* 2022;70:49–57.

(25): Huzmeli I, Ozer AY, Akkus O, Yalcin F. The results of inspiratory muscle training on cardiac, respiratory, musculoskeletal, and psychological status in patients with stable angina: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2022;1–12.

(26): Labeix P, Berger M, Zellag A, Garcin A, Barthelemy J-C, Roche F, et al. Resistance training of inspiratory muscles after coronary artery disease may improve obstructive sleep apnea in outpatient cardiac rehabilitation: RICAOS study. *Front Physiol.* 2022;13:846532.

(27): Álvarez-Martínez P, Alonso-Calvete A, Justo-Cousiño LA, González-González Y. Efficacy of the different therapeutic exercise modalities in cardiac rehabilitation after myocardial infarction. A review of the literature. *An Sist Sanit Navar.* 2022;45(3).

