

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**



**GRADO EN FISIOTERAPIA**

***ENTRENAMIENTO MUSCULAR RESPIRATORIO CON DISPOSITIVOS DE CARGA  
UMBRAL FRENTE A DISPOSITIVOS DE RESISTENCIA AL FLUJO CÓNICO EN  
PACIENTES CON EPOC LEVE-MODERADO NO AGUDIZADO.***

***UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.***

AUTOR: Juan Bernabéu, Carlos.

Departamento: Patología y Cirugía

TUTOR: Llorca Cerdá, Carlos

Curso académico 2025-2026.

Convocatoria de junio.



## ÍNDICE:

- **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE ..... pág. 1**
- **ABSTRACT AND KEYWORDS..... pág. 2**
- **INTRODUCCIÓN..... pág. 3**
- **OBJETIVOS..... pág. 6**
- **MATERIAL Y MÉTODOS..... pág. 7**
- **RESULTADOS..... pág. 9**
- **DISCUSIÓN..... pág. 15**
- **LIMITACIONES..... pág. 17**
- **CONCLUSIONES..... pág. 18**
- **ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS..... pág. 19**
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA..... pág. 32**

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.**

**Introducción:** La EPOC es una patología respiratoria caracterizada por la restricción del flujo de aire por obstrucción de las vías aéreas. Es la cuarta causa de muerte a nivel mundial y nacional en España. El uso de los dispositivos IMT es frecuente en su rehabilitación, pero todavía no existe un consenso en los estudios sobre su eficacia en los parámetros de PIMax, disnea y capacidad funcional.

**Objetivos:** El objetivo principal de esta revisión bibliográfica es, analizar los efectos del entrenamiento con válvulas umbrales y válvulas de resistencia al flujo sobre la PIMax.

**Material y métodos:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, PEDro y Scopus, seleccionando ensayos clínicos publicados entre 2016 y 2026 en pacientes adultos >40 años.

**Resultados:** Se incluyeron 18 artículos que analizaron la aplicación de la IMT con dispositivos de carga umbral y dispositivos de resistencia al flujo cónico, con una duración media de intervención de 9 semanas. Los resultados muestran una mejora en PIMax y en capacidad funcional, mientras que, en la disnea, la mejora no es tan evidente o común entre los estudios.

**Conclusión:** La IMT mejora la PIMax en pacientes con EPOC estable independientemente del tipo de dispositivo usado, aunque la evidencia es mucho mayor en los de carga umbral versus los dispositivos de resistencia al flujo cónico. Se observaron mejoras en disnea y capacidad funcional en varios estudios, aunque los resultados fueron heterogéneos y no consistentes en todos los casos.

**Palabras clave:** EPOC, EMR, PIMax, capacidad funcional, disnea.

## **ABSTRACT AND KEYWORDS.**

**Introduction:** COPD is a respiratory disease characterized by airflow limitation due to airway obstruction. It is the fourth leading cause of death worldwide and in Spain. The use of inspiratory muscle training (IMT) devices is common in pulmonary rehabilitation; however, there is still no clear consensus regarding their effectiveness in improving maximal inspiratory pressure (PIMax), dyspnea, and functional capacity.

**Objectives:** The main objective of this literature review was to analyze the effects of training with threshold loading devices and flow resistance devices on PIMax.

**Materials and Methods:** A search was conducted in the PubMed, PEDro, and Scopus databases, selecting clinical trials published between 2016 and 2026 involving adults over 40 years of age with COPD.

**Results:** Eighteen articles were included, analyzing the application of IMT using threshold loading devices and conical flow resistance devices. The mean intervention duration was 9 weeks. The results showed improvements in PIMax and functional capacity, whereas improvements in dyspnea were less consistent across studies.

**Conclusion:** IMT improves PIMax in patients with stable COPD regardless of the type of device used, although the available evidence is considerably greater for threshold loading devices versus Flow resistance devices. Improvements in dyspnea and functional capacity were observed in several studies; however, the results were heterogeneous and not consistent in all cases.

**Keywords:** COPD, IMT, MIP, functional capacity, dyspnea.

## 1- INTRODUCCIÓN:

La **Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica** (EPOC) es una patología que se caracteriza por la restricción del flujo de aire debido a la obstrucción de las vías aéreas, daños en el tejido muscular e inflamación en el interior de los bronquios resultando también en la debilidad de la musculatura inspiratoria. Está **causada principalmente por el tabaquismo**, pero también, en menor medida, por exposición a agentes tóxicos o por factores genéticos. En los pacientes se presentan dos afecciones distintas:

- **El enfisema pulmonar**: afecta a los alveolos y las paredes que los separan, dañándolos y disminuyendo su elasticidad.
- **La bronquitis crónica**: inflamación crónica de los bronquios que a su vez está acompañada de un exceso de producción de mucosidad.

En gran parte de los pacientes se da una combinación de ambas. (1, 2)

Estas afecciones se presentan en el paciente como una disnea de esfuerzo que puede convertirse en disnea en reposo según la cronificación de la enfermedad.

La **EPOC** constituye una de las causas más frecuentes de morbilidad en el mundo, siendo la **cuarta causa de muerte mundial** y nacional (2) hoy en día según los datos más recientes de la Organización Mundial de la Salud (3), hablamos de un número total de 30.000 fallecidos solo a nivel nacional. En España, se estima que alrededor de unos 3 millones de personas padecen esta enfermedad y sobre el 80% de ellas sin diagnosticar. (2)

También existe un gran impacto económico en el sistema sanitario y la sociedad española. Se estima que el gasto total en esta enfermedad ronda los **3 mil millones de euros anuales**, lo que supone un 2% del gasto sanitario total y alrededor de unos 1.700 / 2.000 euros por paciente al año. (2)

El manejo de esta enfermedad requiere una **prevención primaria** centrada en el **abandono del tabaco** o similares, seguida de un **diagnóstico precoz** que se puede realizar mediante espirometría,

Tomografía Axial Computarizada (TAC) torácica, gasometría, pulsioximetría, prueba de esfuerzo o prueba del déficit de alfa-1-antitripsina entre otras pruebas complementarias. (2)

Un buen diagnóstico nos dará los datos necesarios para llevar a cabo un tratamiento adecuado. Aunque esta enfermedad no tenga una cura, una buena educación sobre la patología, un control adecuado de las agudizaciones y una buena planificación de la rehabilitación, harán posible reducir los síntomas y ralentizar la cronicidad, dando así una mejor calidad de vida al paciente.

Los tratamientos pueden variar, desde el tratamiento farmacéutico con broncodilatadores, hasta el tratamiento de fisioterapia respiratoria o incluso en casos muy graves, el trasplante de pulmón. (4)

La **rehabilitación respiratoria** en la EPOC es un tratamiento de alta evidencia y bajo coste (5) que tiene un rol importante en la mejora de síntomas, calidad de vida y ámbito psicosocial (6). Dentro de esta rehabilitación respiratoria, el uso del “Inspiratory Muscle Training” (**IMT**) ha cobrado importancia ya que se trata de un entrenamiento focalizado en la debilidad de los músculos inspiratorios (7) que se ha comprobado que puede otorgar una mejora en la presión inspiratoria máxima (5) y la percepción de bienestar en estos pacientes (6).

- Los dispositivos de **carga umbral** (número 1 y 2, Figura I), son dispositivos cilíndricos de pequeño tamaño con una boquilla. En su interior, se encuentra una válvula unidireccional e **independiente al flujo** de aire que otorga una **resistencia constante** y permite la regulación de la presión a través de un muelle. Aquí el paciente se ve forzado a superar una presión inicial en la inspiración que luego se mantiene sin cambios en la duración inspiratoria. (6) El coste de estos dispositivos ronda entre los 28 y 60 euros.
- Los dispositivos de **resistencia al flujo cónico**, como puede ser el **PowerBreathe KH2®** (número 3, Figura I). Este dispositivo electrónico consiste en una boquilla y una pequeña pantalla donde se pueden observar los diferentes parámetros medidos. En el interior del dispositivo se encuentra una válvula de respuesta rápida controlada electrónicamente para generar resistencia a la inhalación. Al inicio de esta inhalación, el paciente notará una **resistencia** que depende estrechamente del volumen de aire inhalado, siendo **máxima al inicio y disminuyendo hasta el**

**final** de la inhalación. (6) El coste de este tipo de dispositivo en España va de los 700 a más de 2.000 euros.

Este trabajo pretende focalizar su atención en estos **dos tipos de dispositivo** usados en la IMT, sintetizando la información que nos ofrecen los estudios científicos para realizar una comparación en los resultados obtenidos después de un entrenamiento usándolos.



## 2- OBJETIVOS

### 2.1. Pregunta PICO:

- Siguiendo la fórmula PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes), se ha llegado a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué efectos tiene el entrenamiento muscular respiratorio con dispositivos de carga umbral frente al entrenamiento muscular respiratorio con dispositivos de resistencia al flujo cónico en pacientes con EPOC leve-moderado no agudizado?

### 2.2. Objetivos principales:

- Analizar la efectividad del entrenamiento de la musculatura respiratoria (IMT) en pacientes con EPOC con el uso de ambos tipos de válvula y hacer una posterior comparación de resultados sobre la mejora de la PIM.

### 2.3 Objetivos secundarios:

- Descubrir si existe una mejora en la disnea después del tratamiento con cualquiera de los dispositivos.
- Descubrir si existe una mejora en la capacidad funcional después del tratamiento con cualquiera de los dispositivos.

### **3- MATERIAL Y MÉTODOS**

El siguiente estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: **TFG.GFI.CLC.CJB.260417**

#### **3.1. Fuentes y búsqueda de datos**

Durante los meses de febrero, marzo y abril de 2026, se llevó a cabo una búsqueda en la bibliografía online de literatura científica disponible en las siguientes bases de datos: *PubMed*, *PEDro* y *Scopus*.

#### **3.2. Estrategia de búsqueda**

La ecuación de búsqueda en PubMed se basó en las palabras clave:

- EPOC: “COPD”, “Obstructive Airway Disease”, “Chronic Obstructive Pulmonary Diseases”, “Chronic Obstructive Lung Disease”, “Chronic Obstructive Airway Disease”, “COAD”, “COBD”, “EPOC”, “Enfermedad Pulmonar Obstruc-tiva Crónica”, “Emphysema”, “Chronic Bronchitis”, “Pulmonary Emphysema”, “mild-to-moderate COPD”, “mild COPD”, “moderate COPD”, “moderate-to-severe COPD”, “GOLD A/B”, “stable COPD”.
- Entrenamiento: “IMT”, “Respiratory Muscle Training”, “device\*”, “tapered flow”.
- Outcomes: “Dyspnea”, “Disnea”, “Quality of Life”, “Functional Capacity”, “MIP”, “Maximal Inspiratory Pressure”

Todas ellas unidas mediante operadores booleanos (AND/OR)

En la base de datos Scopus, la ecuación de búsqueda se basó en las siguientes palabras clave: “COPD”, “chronic obstructive pulmonary disease”, “inspiratory muscle training”, “respiratory muscle training”, “IMT”, “threshold”, “resistive”, “flow resistance”, “device\*”.

Por otra parte, en la base de datos PEDro, al no permitir permitir la combinación de estos operadores booleanos, la estrategia de búsqueda se basó en las palabras clave “COPD” AND “IMT”.

Ecuaciones de búsqueda reflejadas en el anexo **Tabla I Estrategia de búsqueda**.

Proceso de búsqueda, selección y evaluación de la literatura científica reflejado en **Figura II. Diagrama de flujo PRISMA.**

### **3.3. Criterios de inclusión**

- Artículos con ensayos clínicos aleatorizados publicados desde 2016 hasta 2026.
- Artículos que estén redactados en inglés o español.
- Estudios que apliquen un programa de entrenamiento muscular inspiratorio (IMT) basado en el uso de dispositivos de carga umbral o de dispositivos de resistencia al flujo cónico.
- Estudios en pacientes adultos mayores de 40 años.
- Pacientes con EPOC leve-moderado según la escala GOLD.

### **3.4. Criterios de exclusión**

- Estudios que no describan los resultados del ensayo.
- Estudios que no describan el programa de entrenamiento utilizado.
- Estudios que incluyan a personas con otras patologías respiratorias diferentes a la EPOC.
- Pacientes con EPOC grave o muy grave agudizado según escala GOLD.
- Revisiones sistemáticas o metaanálisis.

#### 4- RESULTADOS:

Tras la búsqueda realizada en las distintas bases de datos ya mencionadas, se obtuvo un total de 790 artículos que fueron sometidos a los siguientes filtros: artículos publicados de 2016-2026 y ensayos clínicos aleatorizados, resultando así en 155 artículos. Se procedió entonces a la lectura del abstract y a la implementación de los criterios de inclusión y exclusión, a su vez, se eliminaron los artículos duplicados, permitiendo enfocar aún más nuestra selección y dando como resultado los 18 artículos incluidos en esta revisión bibliográfica. (**Figura II**).

Una vez concretados y analizados los artículos encontrados, se hizo una tabla a modo resumen de cada uno de estos artículos incluyendo los datos más relevantes para esta revisión bibliográfica. (**Tabla II**).

La calidad metodológica de los ensayos clínicos se midió en base a los criterios especificados por la escala PEDro con puntuaciones que variaron de 3 a 8 sobre 10, siendo la puntuación más baja la que menor calidad metodológica presenta y mayor riesgo de sesgo tiene. La media fue de 6.38, lo que significa que la calidad metodológica fue buena/moderada, generalmente fallando en ámbitos como el cegamiento en terapeutas o pacientes. Los resultados de la escala están reflejados en la **Tabla III**.

- ¿Qué dispositivos fueron usados?

El dispositivo de carga umbral fue usado en el 78% de los estudios:

- ❖ El dispositivo PowerBreathe® Medic y Medic + (Figura 1, número 2 y 4), fue usado en seis (8, 9, 10, 11, 12, 13).
- ❖ El dispositivo Threshold® clásico (Figura 1, número 1) fue usado en ocho (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

El dispositivo de resistencia al flujo cónico **PowerBreathe KH2®** (Figura 1, número 3) por otra parte, fue usado en el 11% de estudios: (22, 23).

Por último hicieron una comparación entre el dispositivo de carga umbral **Threshold®** y el dispositivo de resistencia al flujo **PFLEX®** (Figura 1, número 5) en otro 11% (24, 25).

- **Modalidad de entrenamiento**

El IMT, no siempre fue usado de forma individual, sino que se incluyó también dentro de programas ya establecidos:

- ❖ El IMT como un entrenamiento aislado se aplicó en el 66.6% (8, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25).
- ❖ El IMT junto a otros programas de rehabilitación como el ejercicio de musculatura periférica (14), el cicloergómetro (17), el ejercicio de resistencia (10) y la rehabilitación pulmonar (9, 11, 22) se aplicó en el 33.4% restante.

Los dispositivos de resistencia al flujo se estudiaron siempre como entrenamiento aislado menos en un caso que se estudio junto a otro programa de rehabilitación. Los dispositivos de carga umbral aplicaron el entrenamiento tanto de forma aislada como junto a otros programas, en mayor proporción que los dispositivos de resistencia al flujo.

- **FITT del tratamiento o Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo**

El FITT fue bastante variado entre los estudios. Partiendo de la base de que el Tipo siempre es la IMT, el resto de las variables se distribuyeron de la siguiente forma:

- ❖ **Frecuencia:** la frecuencia, se refiere a las veces por semana que se realizó el entrenamiento. La frecuencia más común en los estudios fue de 7 días/semana, usada en el 50% (9, 10, 12, 19, 20, 22, 23, 24, 25). La frecuencia de 6 días/semana, fue usada en un 11.1% (8, 14). La frecuencia de 5 días/semana, fue usada en el 16.7% (11, 15, 18). Por último, la frecuencia de 3 días/semana, usada en el 22.2% (13, 16, 17, 21).

Como se observa, la frecuencia en los estudios que usaron dispositivos de resistencia al flujo fue siempre de 7 días/semana (22, 23, 24, 25), mientras que la frecuencia con los dispositivos de carga umbral varió entre los 3 y los 7 días por semana.

- ❖ **Intensidad:** la intensidad, se refiere al nivel de resistencia aplicado. En este caso, se pone una resistencia en el dispositivo de x cmH<sub>2</sub>O en base a un porcentaje de la PIMax inicial del paciente determinado por los investigadores en el estudio.

Las **intensidades iniciales** más comunes fueron las siguientes: la intensidad inicial con una carga del 60% de PIMax fue usada en el 11.1% (24, 25). La intensidad inicial del 50% de la PIMax, fue usada en un 22.2% (10, 11, 20, 22). La intensidad inicial del 40% de PIMax fue usada en un 16.67% (19, 21, 23). La intensidad inicial con una carga del 30% de la PIMax se usó en el 33.3% (8, 9, 13, 14, 17, 18). La intensidad inicial del 15% de la PIMax la usó un 5.56% (16). El porcentaje restante (12, 15) usó una intensidad no medida en %PIMax.

Respecto a la **progresión de carga**, la mayoría de los estudios optaron por un aumento de intensidad progresivo. Los estudios que comenzaron con cargas del 50% (10, 11, 20, 22), del 40% (19, 21, 23), del 30% (8, 9, 14, 17, 18) y del 15% (16) incrementaron progresivamente la resistencia durante las semanas de tratamiento, ya fuera aumentando el % de carga cada semana o, midiendo la nueva PIMax y manteniendo el % de carga o aumentando la carga al máximo tolerable cada sesión. Por el contrario, una carga fija del 60% de la PIMax durante toda la intervención fue usada en dos estudios (24, 25), al igual, mantuvo fija una carga del 30% de la PIMax un estudio (13). En el caso de un estudio (15), la progresión se realizó aumentando la presión desde 15 cmH<sub>2</sub>O hasta 40 cmH<sub>2</sub>O.

Los **dispositivos de carga umbral** mostraron una mayor variabilidad en las cargas iniciales empleadas, con intensidades variando entre el 15% y el 50% de la PIMax, además de un estudio que no utilizó porcentaje de PIMax, sino que usó cmH<sub>2</sub>O (15). En la mayoría de estos casos, la carga se fue incrementando progresivamente aumentando el % de carga cada semana o midiendo la nueva PIMax y manteniendo el % de carga. Por el contrario, los **dispositivos de resistencia al flujo** presentaron protocolos más uniformes, iniciando generalmente con cargas más elevadas, situadas entre el 40% y el 60% de la PIMax (22, 23, 24, 25). Además, mientras que los dispositivos de resistencia al flujo cónico (22, 23) ajustaron gradualmente la intensidad del entrenamiento según la nueva PIMax o aumentando la carga al máximo tolerable cada

sesión, los estudios que utilizaron el dispositivo de resistencia simple PFLEX® (24, 25) mantuvieron una carga fija del 60% durante toda la intervención.

- ❖ **Tiempo**: el tiempo, hace referencia a la duración (tiempo de uso del dispositivo o número de repeticiones) de cada sesión de entrenamiento. En este caso, la duración de entrenamiento más frecuente en los estudios fue la de 30 min/día, usada por el 50% (11, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25). La duración de entrenamiento de 14 min/día se usó en un 5.56% (17). Unas 30 respiraciones/sesión 2 veces/día, fueron usadas por un 33.3% (8, 9, 10, 12, 21, 23). Y, por último, 30 respiraciones/día usadas en un 5.56% (22). El 5.56% restante, usó una duración distinta (16).

No se observan diferencias especialmente relevantes entre el tiempo de duración de los entrenamientos en los dispositivos de carga umbral frente a los dispositivos de resistencia al flujo.

- **Duración de los programas**

La duración de los programas se refiere al tiempo total de la intervención. Hubo una duración de 12 semanas en el 16.67% (13, 16, 19). Una duración de 8 semanas en el 61.1%, aplicaron (10, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25). El 22.23% restante, tuvo duración variada de tres, cuatro, siete y veinticuatro semanas, (9, 11, 8, 20) respectivamente.

Los que usaron dispositivos de resistencia al flujo aplicaron siempre una duración de 8 semanas, mientras que los que usaron dispositivos de carga umbral, variaron entre las 3 y las 24 semanas.

- **Cambios en PIMax**

En la **PIMax**, los resultados variaron según los estudios y los dispositivos usados en cada uno.

Los 14 estudios que usaron un dispositivo con **válvula umbral**, mostraron resultados consistentes en la PIMax. En general los incrementos en la PIMax variaron entre un 5.5% (17) y un 79.5% (18), siendo la media de un 26.8% de mejora cuando se aplica IMT con válvula umbral.

Las **mejoras más discretas** (<15%), con incrementos entre el 5.5% y el 14.7%, se observaron en (9, 11, 14, 17) generalmente eran estudios donde el IMT se comparaba con intervenciones como la RP.

Las **mejoras moderadas** (15-30%), con incrementos entre el 15% y el 25.9 %, fueron las más frecuentes, se observaron en (16, 19, 20, 21),

Por otra parte, las **mejoras más altas** (30-60%), con aumentos entre el 36.7% y el 56.8%, se registraron en (10, 13, 15).

Finalmente, el **mayor incremento** con una mejora del 79.5% fue observado en (18).

2 estudios aplicaron **válvula de resistencia al flujo** (22, 23). En estos se observaron mejoras relativamente iguales en la PIMax, con incrementos comprendidos entre el 27.5% y el 28.8%. En uno de los estudios, la mejora fue superior al grupo que solo realizó RP, en el otro se observaron incrementos en la PIMax desde volumen residual y desde capacidad residual funcional.

Además, 2 estudios realizaron una **comparación entre dispositivos** (24, 25). En ambos, la mejora en la PIMax entre dispositivos fue similar. Cabe destacar que el dispositivo de resistencia al flujo fue un dispositivo de resistencia al flujo simple (PFLEX®) en el cual no varió la resistencia aplicada durante las semanas del programa, así como tampoco varió en los dispositivos de carga umbral Threshold® usados en ambos estudios.

- **Cambios en disnea**

La percepción de **disnea** fue evaluada en 15 de 18 estudios incluidos, (10, 13, 16) no la analizaron. En conjunto, los resultados fueron variables. Se observaron mejoras significativas en la disnea en un 33.3% (12, 14, 15, 21, 23, 24), mientras que en un 22.2% (8, 11, 17, 19) mostraron cierta mejoría, aunque sin alcanzar diferencias significativas frente a los grupos control. Por el contrario, no se encontraron cambios relevantes tras la intervención en un 27.7% (9, 18, 20, 22, 25).

La disnea se evaluó mediante diferentes escalas, siendo la mMRC la más utilizada, le siguieron escalas como BDI, TDI, CRDQ, CAT, Borg y MDP.

No se observan diferencias especialmente relevantes en los cambios de disnea en los dispositivos de carga umbral frente a los dispositivos de resistencia al flujo

- **Cambios en capacidad funcional**

La **capacidad funcional** fue evaluada en 15 de 18 estudios, (23, 24, 25) no la evaluaron. En términos generales, los resultados fueron favorables en la capacidad funcional, aunque los hallazgos no fueron completamente consistentes entre estudios. Se observaron mejoras significativas con un aumento medio del 29.7% en la distancia recorrida en las pruebas funcionales en un 16.67% (12, 13, 14). Además, hubo mejoras clínicamente relevantes en un 16.67% (15, 16, 21). También se observaron mejoras en la distancia recorrida en un 27.78% (10, 18, 19, 20, 22), pero estas no fueron significativas en comparación con los grupos control. Por último, no se encontraron beneficios adicionales asociados al uso del IMT. un 22.2% (8, 9, 11, 17)

La capacidad funcional se evaluó principalmente mediante el 6MWT, que fue la herramienta más utilizada, mientras que el ISWT se empleó con menor frecuencia.

En 3 de los 4 estudios que usaron dispositivos de resistencia al flujo, no se midió la capacidad funcional, por lo tanto, no se pueden observar diferencias entre estos y los dispositivos de carga umbral

## 5- DISCUSIÓN:

Los hallazgos de esta revisión nos dan a entender que el uso del IMT produce efectos beneficiosos sobre la fuerza muscular inspiratoria en los pacientes con EPOC independientemente del tipo de dispositivo que se use.

En el caso de los dispositivos con **válvula de carga umbral**, las mejoras en la PIMax variaron entre aumentos muy discretos, como describe Wang et al. (17), hasta aumentos mucho mayores, como presenta Saka et al. (18), diferencia que se explica por la heterogeneidad entre estudios en cuanto a intensidad de entrenamiento, duración de programas, características del paciente y presencia de intervenciones combinadas. Por otra parte, los dispositivos con **válvula de resistencia al flujo** cónico también presentaron un incremento en la PIMax en los resultados presentados por Charususin et al. (22) y Langer et al. (23). A pesar de la aparente superioridad de los dispositivos con válvula de carga umbral, debemos interpretarlo correctamente, ya que, el número de estudios que evaluaron este tipo de dispositivos fue claramente superior al número de estudios que evaluaron los dispositivos de resistencia al flujo cónico.

La PIMax puede entonces considerarse la variable analizada más consistente ya que es objetiva, cuantificable y está directamente relacionada con el objetivo del IMT. Además, se evaluó en prácticamente todos los estudios, permitiendo entonces una comparación sólida estudio por estudio. Pese a esto, la mejoría en la PIMax varía constantemente, claramente influida por la diferencia entre protocolos de entrenamiento, intensidad de carga aplicada, tiempo de entrenamiento y duración de los programas, así como también se ve afectada por la presencia de intervenciones combinadas que, como se observa en los resultados, proporcionan una mejora extra al uso de los dispositivos IMT.

En cuanto a la disnea, los hallazgos fueron inconsistentes en los estudios, mientras que autores como Abdelsalam et al. (12) o Elmorsi et al. (14) presentan mejoras claras en la disnea, otros autores como Saka et al. o Dosbaba et al. no presentaron apenas mejoras en esta variable. Esta inconsistencia puede deberse a la subjetividad a la que está sujeta esta variable y a la diversidad de escalas utilizadas, incluyendo mMRC, BDI, TDI, Borg, ... Esto dificulta la comparación directa entre estudios y reduce la solidez de la evidencia para esta variable.

Respecto a la capacidad funcional, la tendencia general fue de mejora en las pruebas realizadas (6MWT, ISWT, 6MWD). En casos como el de los autores Abdelsalam et al., Cutrim et al. o Elmorsi et al., (12, 13, 14) las mejoras fueron clínicamente relevantes. Sin embargo, volvemos al problema que se presentó anteriormente, la combinación de la IMT con otras intervenciones nos dificulta la interpretación de la mejora de este parámetro y la atribución de la mejora únicamente al uso del IMT sea de válvula umbral o válvula de resistencia al flujo.

En este punto del análisis de los estudios, podemos concretar que la diferencia en el uso en práctica clínica entre los dispositivos de carga umbral frente a los dispositivos de resistencia al flujo cónico es importante. El gran número de estudios que evalúan los dispositivos de carga umbral, en concreto (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21), frente a los solamente dos (22, 23) que evalúan los dispositivos de resistencia al flujo cónico y los únicos dos que comparan dispositivos (24, 25), reducen drásticamente la posibilidad de comparar equitativamente los resultados entre dispositivos.

Esta gran diferencia de uso se debe sobre todo a una relación coste-beneficio que indiscutiblemente favorece a los dispositivos de carga umbral, que por su bajo coste (entre 28 y 60 euros) son más accesibles para los estudios y también para los pacientes. En cambio, un dispositivo de resistencia al flujo cónico puede variar entre los 700 y los 2000 euros, coste muy elevado que potencialmente limita a muchos autores a llevar a cabo estudios.

Valorando las ventajas entre tipos de dispositivos, los de **carga umbral** presentan como principal ventaja su bajo coste económico y el mayor respaldo científico a causa de ese mismo coste. Por otro lado, los dispositivos de **resistencia al flujo cónico** tienen una gran ventaja en la capacidad de monitorización (gracias a que son dispositivos electrónicos) y tienen un ajuste individualizado del entrenamiento gracias al funcionamiento de apertura de la válvula.

## **6- LIMITACIONES:**

Esta revisión presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, hay una heterogeneidad importante en cuanto a los protocolos de entrenamiento, la duración de las intervenciones, la intensidad de carga o el tiempo, por otra parte, tampoco disponemos de estudios que comparen en el mismo sujeto el uso de ambos dispositivos, dificultando así la comparación directa y limitando la posibilidad de establecer conclusiones firmes sobre la superioridad de un dispositivo frente a otro.

Otra limitación que se ha encontrado a la hora de esta revisión es la cantidad de estudios que no aplican el IMT como intervención aislada, sino combinándolo con otras como la RP, el ejercicio aeróbico, el cicloergómetro o la terapia manual. Esto dificulta atribuir de forma exclusiva las mejoras observadas al IMT.

Por otro lado, está claramente desequilibrada la evidencia entre un tipo de dispositivo y otro, con un predominio marcado en los de carga umbral. Escasez al mismo tiempo de estudios comparativos directos entre los tipos de dispositivos.

Como limitación final, el hecho de ser un único investigador en esta revisión bibliográfica aumenta el riesgo de sesgo de selección, aumenta la subjetividad y el riesgo de errores humanos.

## CONCLUSIÓN

La IMT produjo mejoras en la PIMax en pacientes con EPOC estable, independientemente del tipo de dispositivo utilizado. Los dispositivos de carga umbral fueron los más empleados en los estudios incluidos y mostraron un mayor porcentaje de mejora en la PIMax, pero el reducido número de estudios que evaluaran los dispositivos de resistencia al flujo cónico impide establecer una comparación sobre la superioridad de un dispositivo frente a otro.

En relación con la mejora en la disnea, hubo mejoría tras la aplicación de IMT en varios estudios, aunque los resultados fueron heterogéneos y sin una mejoría consistente en los ensayos analizados.

Respecto a la capacidad funcional, la aplicación de IMT se asoció con mejoras en varios de los estudios pese a que los resultados no fueron uniformes en todos los casos y la evidencia disponible fue mayor en los dispositivos de carga umbral.

De cara a futuras investigaciones, sería necesario desarrollar estudios con seguimiento a largo plazo que permitan determinar realmente la duración de los beneficios que se obtienen tras un entrenamiento como el que hemos estudiado, así como evaluar si estas mejoras se mantienen una vez acaba la intervención o si en cambio hacen falta programas de entrenamiento continuo. Del mismo modo, serían necesarios más ensayos clínicos que comparen directamente dispositivos de carga umbral y de resistencia al flujo cónico en un mismo paciente y con protocolos equivalentes para mejorar la precisión en la eficacia clínica.

## ANEXOS DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURA I: Dispositivos.

1, dispositivo Threshold®



2, dispositivo carga umbral PowerBreathe® Medic



3, dispositivo PowerBreathe® KH2



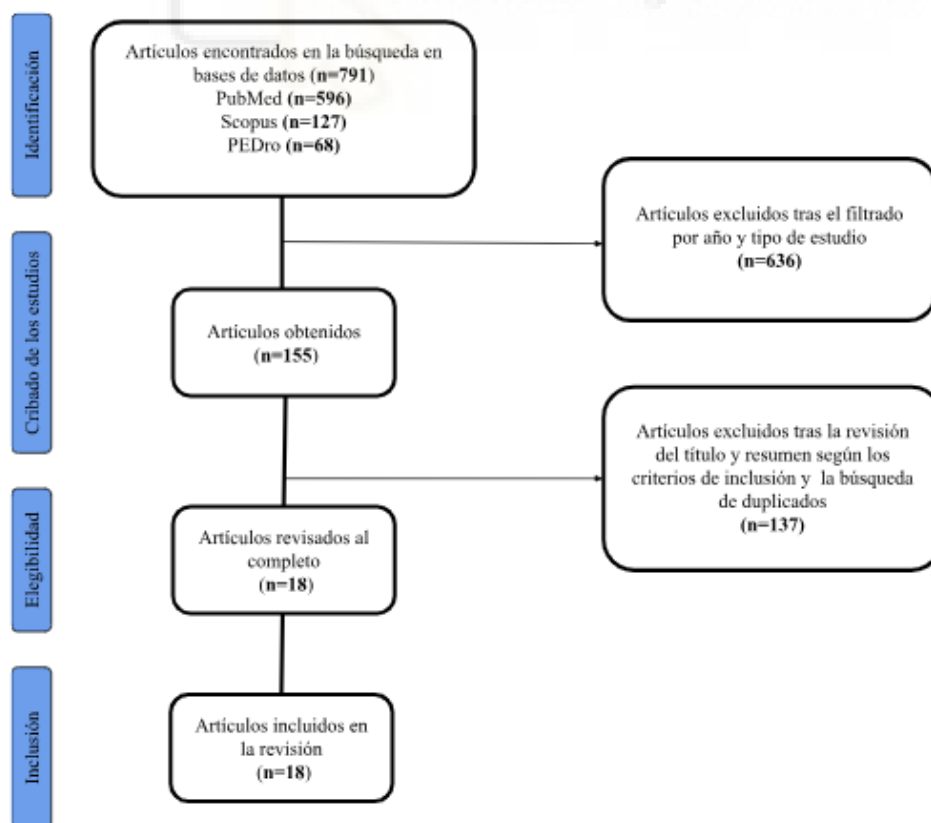
4, dispositivo PowerBreathe® Medic+



5, dispositivo PFLEX®



### FIGURA II: Diagrama de flujo PRISMA.



**TABLA I: Estrategia de búsqueda****PubMed:**

| Búsqueda | Ecuación de búsqueda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Resultados |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| #1       | ("Chronic Obstructive Pulmonary Disease"[mesh] OR<br>"COPD"[tiab] OR "Obstructive Airway Disease"[tiab] OR<br>"Chronic Obstructive Pulmonary Diseases"[tiab] OR "Chronic<br>Obstructive Lung Disease"[tiab] OR "Chronic Obstructive Air-<br>way Disease"[tiab] OR "COAD"[tiab] OR "COBD"[tiab] OR<br>"EPOC"[tiab] OR "Enfermedad Pulmonar Obstruc-<br>tiva Crónica"[tiab] OR "Emphysema"[tiab] OR "Chronic Bron-<br>chitis"[tiab] OR "Pulmonary Emphysema"[tiab] OR "mild-to-<br>moderate COPD"[tiab] OR "mild COPD"[tiab] OR "moderate<br>COPD"[tiab] OR "moderate-to-severe COPD"[tiab] OR<br>"GOLD A/B"[tiab] OR "stable COPD"[tiab] ) AND ("Inspira-<br>tory Muscle Training"[mesh] OR "Threshold"[mesh] OR "flow<br>resistance"[mesh] OR "Powerbreathe"[mesh] OR "IMT"[tiab]<br>OR "Respiratory Muscle Training"[tiab] OR "device*"[tiab]<br>OR "tapered flow"[tiab]) AND ("Symptoms"[mesh] OR "Dysp-<br>nea"[tiab] OR "Disnea"[tiab] OR "Quality of Life"[tiab] OR<br>"Functional Capacity"[tiab] OR "MIP"[tiab] OR "Maximal In-<br>spiratory Pressure"[tiab]) Sort by: Most Recent                                                                                    | 596        |
| #2       | ("Chronic Obstructive Pulmonary Disease"[mesh] OR<br>"COPD"[tiab] OR "Obstructive Airway Disease"[tiab] OR<br>"Chronic Obstructive Pulmonary Diseases"[tiab] OR "Chronic<br>Obstructive Lung Disease"[tiab] OR "Chronic Obstructive Air-<br>way Disease"[tiab] OR "COAD"[tiab] OR "COBD"[tiab] OR<br>"EPOC"[tiab] OR "Enfermedad Pulmonar Obstruc-<br>tiva Crónica"[tiab] OR "Emphysema"[tiab] OR "Chronic Bron-<br>chitis"[tiab] OR "Pulmonary Emphysema"[tiab] OR "mild-to-<br>moderate COPD"[tiab] OR "mild COPD"[tiab] OR "moderate<br>COPD"[tiab] OR "moderate-to-severe COPD"[tiab] OR<br>"GOLD A/B"[tiab] OR "stable COPD"[tiab] ) AND ("Inspira-<br>tory Muscle Training"[mesh] OR "Threshold"[mesh] OR "flow<br>resistance"[mesh] OR "Powerbreathe"[mesh] OR "IMT"[tiab]<br>OR "Respiratory Muscle Training"[tiab] OR "device*"[tiab]<br>OR "tapered flow"[tiab]) AND ("Symptoms"[mesh] OR "Dysp-<br>nea"[tiab] OR "Disnea"[tiab] OR "Quality of Life"[tiab]<br>OR "Functional Capacity"[tiab] OR "MIP"[tiab] OR "Maximal<br>Inspiratory Pressure"[tiab]) Filters: Clinical Trial, Randomized<br>Controlled Trial, Humans, from 2016 - 2026 Sort by: Most<br>Recent | 75         |

**Scopus:**

| Búsqueda | Ecuación de búsqueda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Resultados |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| #1       | ( TITLE-ABS-KEY ( "COPD" OR "chronic obstructive pulmonary disease" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR IMT ) AND TITLE-ABS-KEY ( threshold OR resistive OR "flow resistance" OR device* )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 127        |
| #2       | ( TITLE-ABS-KEY ( "COPD" OR "chronic obstructive pulmonary disease" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "inspiratory muscle training" OR "respiratory muscle training" OR IMT ) AND TITLE-ABS-KEY ( threshold OR resistive OR "flow resistance" OR device* ) ) AND PUBYEAR > 2015 AND PUBYEAR < 2027 AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MEDI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Chronic Obstructive Lung Disease" ) ) | 56         |

**PEDro:**

| Búsqueda | Ecuación de búsqueda                                                                       | Resultados |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| #1       | COPD IMT, (match all search terms with AND)                                                | 68         |
| #2       | COPD IMT, (match all search terms with AND), Method: Clinical trial, Published since: 2016 | 30         |

**TABLA II: TABLA DE DESCRIPCIÓN SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

| AUTOR/AÑO                | TIPO DE ESTUDIO | MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                            | MEDIDAS                                                                                                                                      | INTERVENCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nikoleitou et al. (2016) | ECA             | N=68 pacientes con EPOC moderado-grave según escala Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)<br><br>PIMax inicial media:<br><br>---                                                                                                           | PIMax, disnea con el Chronic Respiratory Disease Questionnaire (CRDQ) y capacidad funcional mediante el Incremental Shuttle Walk Test (ISWT) | IMT domiciliaria con dispositivo de carga umbral PowerBreathe® classic durante 7 semanas. El grupo experimental entrenaba a 30 respiraciones, 2 veces al día, 6 días/semana, al 30% de PIMax incrementando una vez por semana hasta el 62% PIMax. El grupo control hizo el mismo protocolo, pero a un 15 % de PIMax constante (placebo).                                                                                                                                                                                                     | 41 pacientes completaron el estudio.<br><br>PIMax: mejora en el grupo IMT (sin datos cuantificables)<br><br>Disnea (CRDQ): mejora en ambos grupos, sin diferencia significativa.<br><br>Capacidad funcional (ISWT): sin diferencia significativa entre ambos grupos                                                                                                                                                                                                                                |
| Elmorsi et al. (2016)    | ECA             | N=60 pacientes con EPOC moderada-muy severa según la GOLD scale, de 45 a 65 años, divididos en 3 grupos mixtos A, B y C<br><br>PIMax inicial media (cmH <sub>2</sub> O):<br><br>-grupo A: 51.05 ± 3.22<br><br>-grupo B: 52.95 ± 4.73<br><br>-grupo C: 51.50 ± 4.76 | PIMax, y disnea y capacidad funcional mediante el 6 Minutes Walking Test (6MWT)                                                              | Grupo A: pacientes tratados con terapia farmacológica, ejercicio de musculatura periférica e IMT<br><br>Grupo B: terapia farmacológica, ejercicio de musculatura periférica, sin IMT<br><br>Grupo C: solo tratamiento farmacológico<br><br>El entrenamiento muscular respiratorio (IMT) consistió en el uso de un dispositivo de carga umbral Threshold® al 30% de PIMax inicial, que fue aumentando gradualmente hasta un 60% al final del primer mes. La carga de entrenamiento fue de 30 min al día, 6 días a la semana, durante 2 meses. | 60 pacientes completaron el estudio.<br><br>Mejora notable en la PIMax en el grupo A, que aumentó su valor inicial hasta 70.75±3.34 cmH <sub>2</sub> O. El grupo B también mejoró su PIMax hasta los 65.60±5.09 cmH <sub>2</sub> O. El grupo C en cambio, no obtuvo apenas cambios en su PIMax.<br><br>La mejora en la disnea y capacidad funcional fue clara en los grupos A (de 296.65m ± 28.12 a 387.20m ± 32.87) y B (de 311.60m ± 46.18 a 372.45m ± 45.37), en cambio muy leve en el grupo C. |

|                      |     |                                                                                                                                                                                                |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chuang et al. (2017) | ECA | <p>N=60 pacientes con EPOC moderada-muy severa (según escala GOLD)</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>Grupo control: -31 ± 11.02</p> <p>Grupo experimental: -30.96 ± 10</p> | PIMax, Baseline Dyspnoea Index (BDI) para la disnea y 6MWT para la capacidad funcional | IMT con dispositivo de carga umbral Threshold® a presión inicial de 15cmH <sub>2</sub> O (incrementando progresivamente hasta los 40cmH <sub>2</sub> O en la 6ª semana), 30 min/día, 5 días/semana, 8 semanas vs. grupo control.                                         | <p>55 pacientes completaron el estudio,</p> <p>Media de mejora en la PIMax grupo control : -2.21 ± 0.4 cmH<sub>2</sub>O</p> <p>Media mejora grupo experimental: -17.6 ± 0.18 cmH<sub>2</sub>O.</p> <p>En la capacidad funcional, el grupo control: aumento medio de 5.6 ± 1.1 m</p> <p>Media mejora grupo experimental 47.8 ± 1.46 m</p> <p>En cuanto a la BDI sobre la disnea, el grupo control no tuvo cambios estadísticamente significantes (4.46 ± 2.29 a -5.57 ± 2.65), mientras que el grupo experimental sí los tuvo (4.48 ± 2.1 a -9 ± 2.27).</p> |
| Wu et al. (2017)     | ECA | <p>N=60 pacientes con EPOC estable con debilidad muscular</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>37.4 ± 6.2</p>                                                                 | PIMax, disnea mediante BDI y Transition Dyspnoea Index (TDI)                           | Dos tipos de IMT de igual intensidad: dispositivo de carga umbral Threshold® vs. dispositivo de carga resistiva simple PFLEX®; 15 min, 2 veces/día, 7 días a la semana, al 60% de PIMax, durante 8 semanas vs. grupo control                                             | <p>60 pacientes completaron el estudio.</p> <p>La PIMax aumentó alrededor del 22% en ambos grupos intervención.</p> <p>El grado de disnea según la TDI el cambio si fue notable en los grupos intervención comparado al grupo control, sin haber una diferencia significativa entre los grupos intervención.</p>                                                                                                                                                                                                                                           |
| Mehani (2017)        | ECA | <p>N=40 pacientes hombres, entre 50 y 60 años con EPOC moderada según la American Thoracic Society</p> <p>PIMax inicial media (mmHg):</p> <p>60</p>                                            | PIMax y capacidad funcional con el 6MWT                                                | Protocolo 1 (IMT con dispositivo de carga umbral Threshold®, 6 sets de 5 respiros profundos, válvula al 15% de PIMax con aumento de 5-10% semanal, hasta llegar al 60% PIMax, recibieron también EMT placebo) vs. protocolo 2 (EMT Threshold); 3 días/semana, 12 semanas | <p>40 pacientes acabaron el estudio.</p> <p>El grupo que aplicó IMT, mejoró 13.85±2.68 mmHg el valor de la PIMax.</p> <p>En el 6MWT, sumó 68.4±7.38m.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                      |     |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wang et al. (2017)   | ECA | <p>N=81 pacientes mayores de 40 años con EPOC estable según la escala GOLD</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>70.19±19.32</p>                                          | PIMax y capacidad funcional con el 6MWT y disnea mediante el modified Medical research Council test (mMRC) y el COPD Assessment Test (CAT) | Cicloergómetro 30 minutos, 3 veces por semana + IMT con dispositivo de carga umbral Threshold® (14 min, 3 veces/semana, 30% de PIMax con aumento progresivo) vs. cicloergómetro solo vs grupo control, 8 semanas                                 | <p>81 pacientes acabaron el estudio.</p> <p>Aumento significativo de la PIMax en los grupos intervención, las diferencias entre el grupo control, el grupo cicloergómetro y el grupo combinado con IMT (-2.38±0.94 cmH<sub>2</sub>O, 1.32±0.91 cmH<sub>2</sub>O y 5.20±0.89 cmH<sub>2</sub>O respectivamente).</p> <p>En la capacidad funcional, el cambio entre el grupo cicloergómetro y el grupo combinado fue: 32.55±4.59m 21.68±4.51m, respectivamente.</p> <p>Respecto a la disnea, se observó una mejora en comparación al grupo control tanto en la escala mMRC (-0.33±0.13 -0.47±0.13 0.11±0.13, respectivamente) como en la CAT (-3.00±0.34 -2.39±0.34 0.30±0.35, respectivamente).</p> |
| Langer et al. (2018) | ECA | <p>N=20 pacientes con EPOC moderada - muy severa</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>Desde volumen residual: 76±16</p> <p>Desde capacidad residual funcional: 59±14</p> | PIMax, MRC dyspnea scale, BMI y TDI para disnea                                                                                            | Grupo IMT con dispositivo PowerBreathe® KH2 al 40% de PIMax aumentando progresivamente hasta el máximo tolerable, 30 respiraciones, 2 o 3 veces al día, 7 días a la semana, 8 semanas vs. grupo placebo con dispositivo a carga mínima 10% PIMax | <p>20 pacientes completaron el estudio.</p> <p>El grupo IMT frente al grupo control, mejoró significativamente tanto la PIMax como la disnea.</p> <p>La PIMax desde volumen residual mejoró -21±16 cmH<sub>2</sub>O en el grupo IMT mientras que en el grupo control mejoró apenas -6±13 cmH<sub>2</sub>O.</p> <p>La PIMax desde capacidad residual funcional, mejoró -17±11 cm H<sub>2</sub>O en el grupo IMT frente a los -7±12 cm H<sub>2</sub>O del grupo control.</p> <p>La disnea según la escala MRC no tuvo cambios significativos en ninguno de los dos grupos, mientras que según la TDI, la diferencia en el cambio entre grupo control y grupo IMT fue de más de 3 puntos.</p>        |

|                          |                   |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Charusisin et al. (2018) | ECA multicéntrico | <p>N=219 pacientes con EPOC moderado-grave con debilidad muscular inspiratoria</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>51±15</p>                                                  | 6 Minutes Walking Distance (6MWD), disnea Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ), mMRC, PIMax | <p>Rehabilitación pulmonar + IMT con el dispositivo de carga umbral PowerBreathe® KHP2 al 50% de PIMax (incremento hasta tolerancia máxima), 30 respiraciones/día, diariamente durante 8 semanas vs. rehabilitación pulmonar + placebo</p> <p>El volumen de entrenamiento de la rehabilitación pulmonar varió entre 20 y 36 sesiones, entre 3 a 5 sesiones por semana, durante unos 60 min por sesión.</p> | <p>174 pacientes completaron el estudio.</p> <p>La capacidad funcional, tanto el grupo control como el grupo intervención mejoraron la distancia inicial alrededor de 30/35m en el 6MWD.</p> <p>En cuanto a la PIMax, el grupo intervención mejoró hasta los 75±19 cmH<sub>2</sub>O, mientras que el grupo control mejoró hasta los 61±13 cmH<sub>2</sub>O, aclarando así una mejora significativa al usar IMT.</p> <p>La disnea por otra parte no sufrió cambios significativos en ninguno de los 2 grupos.</p> |
| Schultz et al. (2018)    | ECA               | <p>N=602 pacientes con EPOC moderado – muy severo según escala GOLD que han recibido 3 semanas de rehabilitación pulmonar</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>68.43±23.35</p> | PIMax, 6MWD y disnea mediante BDI y TDI                                                        | <p>Grupo de rehabilitación pulmonar estándar (30-60 min) + IMT de alta intensidad con dispositivo de carga umbral PowerBreathe® Medic al 30% de PIMax con incremento progresivo hasta el 60%, 30 respiraciones 2 veces/día, 7 días a la semana, 3 semanas vs. grupo de solo rehabilitación pulmonar</p>                                                                                                    | <p>561 pacientes completaron el estudio.</p> <p>Ambos grupos mejoraron la PIMax, pero el grupo intervención mejoró significativamente sumando 18.66±16.11 cmH<sub>2</sub>O frente a los 8.97±14.89 cmH<sub>2</sub>O del grupo control.</p> <p>La disnea y la capacidad funcional no tuvieron diferencias significativas entre grupo intervención y grupo control.</p>                                                                                                                                            |

|                        |                |                                                                                                                               |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beaumont et al. (2018) | ECA controlado | <p>N=149 pacientes con EPOC severa o muy severa</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>65.5±22.35</p>          | <p>Disnea (Multidimensional Dyspnoea Profile o MDP, Borg y mMRC), PIMax y capacidad funcional con 6MWT</p> | <p>Rehabilitación pulmonar + IMT de carga umbral con dispositivo PowerBreathe® Medic al 50% PIMax, incremento hasta el 60%, 2 sesiones de 15 min al día, ciclos de 10 respiraciones repetidos 15 veces, 5 días/semana) vs rehabilitación pulmonar sola, 5 días a la semana, ejercicio aeróbico, 30 min al día.</p> <p>Ambos grupos durante 4 semanas.</p>                                                                                                           | <p>147 pacientes completaron el estudio.</p> <p>La disnea según el cuestionario MDP, mejoró tanto en el grupo intervención como en el grupo control (de 14.6±11.5 a 9.9±9.7 y de 14.1±11.7 a 10.2±8.6, respectivamente).</p> <p>En cuanto al valor de la PIMax, el grupo intervención mejoró más que en el grupo control (14.8±14.9 cmH<sub>2</sub>O y 9.9±13.8cmH<sub>2</sub>O, respectivamente).</p> <p>En la capacidad funcional según el 6MWT hubo mejora, pero, la diferencia entre grupo intervención y grupo control no fue significativa (23.4±51.2m y 36.2±44.9m, respectivamente)</p> |
| Cutrim et al. (2019)   | ECA            | <p>N=22 pacientes con EPOC</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>60 ± 18</p>                                  | <p>PIMax y capacidad funcional según el 6MWT</p>                                                           | <p>Grupo IMT con dispositivo de carga umbral PowerBreathe® Medic Plus al 30% de PIMax, 30 min/día, 3 veces/semana días intercalados, 12 semanas vs. grupo control con indicación de respiración diafragmática 15-20 respiros/día</p>                                                                                                                                                                                                                                | <p>22 pacientes completaron el estudio.</p> <p>Hubo un incremento de la PIMax de 22±6 cm H<sub>2</sub>O en el grupo IMT.</p> <p>Mejora muy leve en el grupo control en la distancia recorrida en el 6MWT ( de 386 ± 120m a 391 ± 75.25m), en cambio, diferencia significativa con la mejora en la distancia caminada del grupo intervención (de 368 ± 73.11m a 486 ± 74.56m).</p>                                                                                                                                                                                                               |
| Tounsi et al. (2021)   | ECA            | <p>N=32 pacientes hombres con EPOC moderada-muy severa</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>63.4 ± 21.75</p> | <p>Capacidad funcional con el 6MWT y PIMax</p>                                                             | <p>IMT específica (dispositivo de carga umbral PowerBreathe® Medic al 50% Pimax, 2 series de 30 respiraciones/día, 7 días/semana con incremento del 10% cada 2 semanas hasta llegar al 80%) + entrenamiento de resistencia vs. entrenamiento de resistencia solo, 8 semanas de duración</p> <p>El entrenamiento de resistencia se basó en 30 minutos de cinta a velocidad individualizada por paciente y una sesión de estiramiento de los miembros superiores.</p> | <p>32 pacientes completaron el estudio.</p> <p>La PIMax aumentó un 37% exclusivamente en el grupo IMT + entrenamiento. Mientras tanto en el grupo control, la PIMax tuvo apenas un cambio de 1.7±1.6 cmH<sub>2</sub>O.</p> <p>En el 6MWT no hubo diferencias significativas, el grupo experimental mejoró 42.6±25.4m y el grupo control mejoró 29.8±15.2m.</p>                                                                                                                                                                                                                                  |

|                           |                      |                                                                                                                                      |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saka et al. (2021)        | ECA                  | <p>N=45 pacientes con EPOC</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>72.25 ± 20.09</p>                                   | Disnea (mMRC, modified Borg), PIMax y capacidad funcional con el 6MWT | <p>IMT con dispositivo de carga umbral Threshold® al 30% de PIMax aumentada semanalmente según la nueva medición de PIMax, ciclos de 7-8 respiraciones con 3-4 de descanso durante 15 minutos 2 veces/día, 5 días/semana, 8 semanas vs. grupo control con IMT placebo al 15% de PIMax sin cambiar intensidad.</p>                                                                                                                    | <p>40 pacientes completaron el estudio.</p> <p>La PIMax incrementó significativamente en el grupo intervención pasando de 68.50 ± 19.12 cmH<sub>2</sub>O a 122.95 ± 18.6 cmH<sub>2</sub>O. A diferencia de la mejora de tan solo 2.75 ± 4.88 cmH<sub>2</sub>O del grupo control.</p> <p>La disnea no tuvo mejoras significativas en ninguno de los dos grupos.</p> <p>La capacidad funcional según el 6MWT tuvo una mejora de 42.80 ± 26.51m en el grupo intervención y de 17.06 ± 38.78m en el grupo control, de nuevo, una diferencia no estadísticamente significativa.</p>                   |
| Buran Cirak et al. (2022) | ECA                  | <p>N=60 pacientes con EPOC severa-muy severa según escala GOLD</p> <p>PIMax inicial media (cmH<sub>2</sub>O):</p> <p>56.15± 14.2</p> | PIMax, capacidad funcional con 6MWT y disnea según mMRC,              | <p>IMT + terapia manual (TM) vs. IMT sola; 12 semanas.</p> <p>La IMT consistió en el uso de un dispositivo de carga umbral Threshold® al 40% de la PIMax medida al inicio y durante las siguientes semanas, 15 min 2 veces/día todos los días, cada 10-15 respiraciones con dispositivo, 3-5 respiraciones sin dispositivo para promover relajación.</p> <p>La terapia manual fue 3 días a la semana con sesiones de 45 minutos.</p> | <p>60 pacientes completaron el estudio.</p> <p>Se comprobó que la PIMax mejoró en ambos grupos, siendo notablemente mayor la mejora en el grupo con TM frente al grupo solo IMT (de 55.5±14.6 cm H<sub>2</sub>O a 92.1±12.7 cmH<sub>2</sub>O y de 56.8±13.8 a 71.5±14.6 cm H<sub>2</sub>O, respectivamente).</p> <p>La capacidad funcional, gran mejora en la distancia caminada en ambos grupos, con una diferencia en la mejora final de tan solo 37±2.1m.</p> <p>La puntuación en la mMRC sobre la disnea disminuyó en ambos grupos, ofreciendo así una mejora en la percepción e disnea.</p> |
| Wu et al. (2024)          | Estudio experimental | <p>N=75 pacientes con EPOC estable moderada-muy severa</p>                                                                           | PIMax y disnea mediante BDI y TDI                                     | <p>Comparación de dos tipos de IMT de igual intensidad: IMT resistivo con el dispositivo de carga resistiva simple PFLEX® vs. IMT con dispositivo de carga umbral Threshold®; ambos grupos 8 semanas, presión inicial ajustada individualmente</p>                                                                                                                                                                                   | <p>75 pacientes completaron el estudio.</p> <p>Tras las 8 semanas, la PIMax mejoró de 38.58 ± 6.32 cmH<sub>2</sub>O a 44.62 ± 7.28 cmH<sub>2</sub>O en el grupo PFLEX®, mientras que en el grupo Threshold® mejoró de 37.96 ± 6.07 cmH<sub>2</sub>O a 45.33 ± 6.59</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                          |     |                                                                                                    |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |     | PIMax inicial media (cmH2O):<br><br>37.63 ± 6.27                                                   |                                                               | hasta el 60% de la PIMax, 15min, 2 veces/día, diariamente vs. grupo control                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cmH2O. La diferencia entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa. El grupo control por el contrario no tuvo mejora significativa.<br><br>El grado de disnea no tuvo cambios significativos en ninguno de los tres grupos.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dosbaba et al. (2025)    | ECA | N=52 pacientes con EPOC<br><br>PIMax inicial media (cmH2O):<br><br>61.14 ± 15.85                   | PIMax, capacidad funcional con el 6MWT y disnea según la mMRC | IMT domiciliaria a largo plazo: IMT tradicional con dispositivo de carga umbral Threshold® al 50% de la PIMax (36 respiraciones, 30 min/día, diariamente) vs IMT remota telemonitorizada con dispositivo PrO2 vs. grupo placebo con IMT a carga mínima. 24 semanas.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 36 pacientes completaron el estudio.<br><br>El grupo que usó el dispositivo PrO2 mejoró su PIMax 25.08 ± 15.96 cmH2O y el grupo que usó el dispositivo Threshold® mejoró 9.16 ± 7.78 cmH2O.<br><br>En la capacidad funcional, la mejora en los metros recorridos en el 6MWT en ambos grupos fue similar, el grupo placebo no sufrió mejoras.<br><br>En cuanto al grado de disnea según la mMRC, no hubo apenas mejora en ninguno de los grupos.                                                  |
| Aktan et al. (2025)      | ECA | N= 37 pacientes con EPOC moderado a severo<br><br>PIMax inicial media (cmH2O):<br><br>52.55 ± 5.10 | PIMax, capacidad funcional con el 6MWT y disnea según mMRC    | 8 semanas, grupo calentamiento vs. grupo no calentamiento. Ambos grupos realizarán IMT con dispositivo Threshold® al 40% de PIMax, 2 sets de 30 respiraciones/sesión, 2 veces/día, 3 veces a la semana en días alternos, aumento de carga según nuevo PIMax cada 2 semanas. El grupo calentamiento, seguirá un protocolo previo a la IMT de respiraciones diafragmáticas, 20-30 min de cinta y ejercicios de movilidad torácica a baja resistencia durante 5-10 min. El grupo no calentamiento, empezará directamente con el protocolo de IMT. | 30 pacientes completaron el estudio.<br><br>La PIMax mejoró en ambos grupos, siendo levemente superior la mejora en el grupo con calentamiento (18.1 ± 7 cmH2O) frente al grupo solo IMT (9.4 ± 5.7 cmH2O).<br><br>La mejora en el 6MWT fue de 88.9 ± 31.2m en el grupo calentamiento frente a los 53.7 ± 22.4m del grupo solo IMT.<br><br>En cuanto a la disnea según la escala mMRC, ambos grupos mejoraron, bajando 2 puntos en el grupo calentamiento frente a 1 punto en el grupo solo IMT. |
| Abdelsalam et al. (2025) | ECA | N=60 pacientes varones con EPOC moderado – grave<br><br>PIMax inicial media (cmH2O):               | Disnea según la mMRC y capacidad funcional según 6MWT,        | 8 semanas de duración, el grupo A, realizará una intervención con IMT con dispositivo PowerBreathe® classic (carga umbral), 30 respiraciones/sesión, 2 sesiones/día, 7 días/semana. El grupo B en cambio realizará un tratamiento de estimulación eléctrica diafragmática transcutánea con electrodos colocados sobre el nervio frénico a                                                                                                                                                                                                      | 60 pacientes completaron el estudio.<br><br>El grupo A mejoró notablemente tanto en percepción de disnea como en el 6MWT, en ambas alcanzando una diferencia estadísticamente significativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|  |  |     |  |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|-----|--|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | --- |  | nivel cervical, 20 min/día, 3 días/semana, 8 semanas. | <p>Disnea: Grupo A, pasó de <math>3.2 \pm 0.71</math> a <math>1.53 \pm 0.51</math>. El grupo B pasó de <math>3.33 \pm 0.66</math> a <math>3.17 \pm 0.7</math></p> <p>6MWT: Grupo A, pasó de <math>355.47 \pm 66.5m</math> a <math>449.8 \pm 52.36m</math>. El grupo B pasó de <math>346.73 \pm 45.85m</math> a <math>349.03 \pm 42.21m</math>.</p> |
|--|--|-----|--|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



**TABLA III: ESCALA DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA:****Physiotherapy Evidence Database (PEDro)**

| AUTOR Y AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | TOTAL |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| Nikoleitou et al. (2016)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + | + | - | + | - | - | + | - | - | +  | +  | 5     |
| Elmorsi et al. (2016)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | + | - | - | + | - | - | - | - | - | +  | +  | 3     |
| Chuang et al. (2017)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | + | + | - | + | - | - | - | + | - | +  | +  | 5     |
| Wu et al. (2017)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + | + | - | + | - | - | - | - | - | +  | +  | 4     |
| Mehani (2017)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | + | + | + | + | - | - | + | - | - | +  | +  | 6     |
| Wang et al. (2017)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | + | + | + | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 8     |
| Langer et al. (2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | + | + | + | + | - | + | + | - | +  | +  | 8     |
| Charususin et al. (2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - | + | - | + | - | - | + | - | + | +  | +  | 6     |
| Schultz et al. (2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | + | + | - | + | - | - | - | + | + | +  | +  | 6     |
| Beaumont et al. (2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 8     |
| Cutrim et al. (2019)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | + | + | + | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 8     |
| Tounsi et al. (2021)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | + | + | + | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 8     |
| Saka et al. (2021)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | + | + | - | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 7     |
| Buran Cirak et al. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | + | + | + | + | - | - | - | + | - | +  | +  | 6     |
| Wu et al. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + | + | - | + | - | - | - | + | + | +  | +  | 6     |
| Dosbaba et al. (2025)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | + | + | + | + | - | - | + | - | - | +  | +  | 6     |
| Aktan et al. (2025)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | + | + | + | + | - | - | + | - | + | +  | +  | 7     |
| Abdelsalam et al. (2025)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + | + | + | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 8     |
| <b>MEDIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 6.38  |
| Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 3. La asignación fue oculta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 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”.                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| (+) = PRESENTE (-) =AUSENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |
| Se incluye un criterio adicional (1) relacionado con la validez externa (“Aplicabilidad del ensayo”). El cual no se tendrá en cuenta en el cálculo de la puntuación final INTERPRETACIÓN: Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |

**TABLA IV: ABREVIACIONES**

|       |                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------|
| EPOC  | Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica                    |
| COPD  | Chronic Obstructive Pulmonary Disease                      |
| IMT   | Inspiratory Muscle Training                                |
| EMR   | Entrenamiento Muscular Respiratorio                        |
| EMT   | Expiratory Muscle Training                                 |
| PIMax | Presión Inspiratoria Máxima                                |
| MIP   | Maximal Inspiratory Pressure                               |
| RP    | Rehabilitación Pulmonar                                    |
| GOLD  | Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease     |
| 6MWT  | 6 Minutes Walking Test                                     |
| 6MWD  | 6 Minutes Walking Distance                                 |
| ISWT  | Incremental Shuttle Walk Test                              |
| CRDQ  | Chronic Respiratory Disease Questionnaire                  |
| CRQ   | Chronic Respiratory Questionnaire                          |
| BDI   | Baseline Dyspnoea Index                                    |
| TDI   | Transition Dyspnoea Index                                  |
| mMRC  | Modified Medical Research Council Dyspnea Index            |
| CAT   | COPD Assessment Test                                       |
| MDP   | Multidimensional Dyspnoea Profile                          |
| RV    | Residual Volume/ Volumen Residual                          |
| FRC   | Functional Residual Capacity/ Capacidad Residual Funcional |
| TAC   | Tomografía Axial Computarizada                             |
| ECA   | Ensayo Clínico Aleatorizado                                |
| mmHg  | Milímetros de mercurio                                     |
| cmH2O | Centímetros de agua                                        |
| ATS   | American Thoracic Society                                  |

## **8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. MedlinePlus. Enfermedad de obstrucción pulmonar crónica [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2021 august 20th. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/copd.html>
2. EPOC España. [Internet]. *EPOC España*. Disponible en: [www.epocespana.org](http://www.epocespana.org)
3. World Health Organization. The top 10 causes of death [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 Aug 7. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
4. Vogelmeier, C., Román-Rodríguez, M., Singh, D., Han, M. K., Rodriguez-Roisin, R., & Ferguson, G. T. (2020c). Goals of COPD treatment: Focus on symptoms and exacerbations. *Respiratory Medicine*, 166, 105938. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.105938>
5. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J*. 2011 Feb;37(2):416-25. doi: 10.1183/09031936.00031810. PMID: 21282809. <https://publications.ersnet.org/content/erj/37/2/416>
6. Vázquez-Gandullo E, Hidalgo-Molina A, Montoro-Ballesteros F, Morales-González M, Muñoz-Ramírez I, Arnedillo-Muñoz A. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) as Part of a Respiratory Rehabilitation Program Implementation of Mechanical Devices: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 May 3;19(9):5564. doi: 10.3390/ijerph19095564. PMID: 35564959; PMCID: PMC9099727. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9099727/>
7. O'Connor C, Lawson R, Waterhouse J, Mills GH. Is inspiratory muscle training (IMT) an acceptable treatment option for people with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) who have declined pulmonary rehabilitation (PR) and can IMT enhance PR uptake? A single-group prepost feasibility study in a home-based setting. *BMJ Open*. 2019 Aug

8;9(8):e028507. doi: 10.1136/bmjopen-2018-028507. PMID: 31399454; PMCID: PMC6701573. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6701573/#R14>

8. Nikolettou D, Man WDC, Mustfa N, Moore J, Rafferty G, Grant RL, et al. Evaluation of the effectiveness of a home-based inspiratory muscle training programme in patients with chronic obstructive pulmonary disease using multiple inspiratory muscle tests. *Disability and Rehabilitation*. 2016 Jan 30;38(3):250–9. doi:[10.3109/09638288.2015.1036171](https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1036171)
9. Schultz K, Jelusic D, Wittmann M, Krämer B, Huber V, Fuchs S, et al. Inspiratory muscle training does not improve clinical outcomes in 3-week COPD rehabilitation: results from a randomised controlled trial. *Eur Respir J*. 2018 Jan;51(1):1702000. doi:[10.1183/13993003.02000-2017](https://doi.org/10.1183/13993003.02000-2017) PubMed PMID: 29371382.
10. Tounsi B, Acheche A, Lelard T, Tabka Z, Trabelsi Y, Ahmaidi S. Effects of specific inspiratory muscle training combined with whole-body endurance training program on balance in COPD patients: Randomized controlled trial. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257595. doi:[10.1371/journal.pone.0257595](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257595) PubMed PMID: 34555068; PubMed Central PMCID: PMC8460029.
11. Beaumont M, Mialon P, Le Ber C, Le Mevel P, Péran L, Meurisse O, et al. Effects of inspiratory muscle training on dyspnoea in severe COPD patients during pulmonary rehabilitation: controlled randomised trial. *Eur Respir J*. 2018 Jan;51(1):1701107. doi:[10.1183/13993003.01107-2017](https://doi.org/10.1183/13993003.01107-2017) PubMed PMID: 29371379.
12. Abdelsalam EM, Serry ZM, Soliman YM, Elmasry DM, El Moatassem AM. Effect of Power-Breath Versus Transcutaneous Electrical Diaphragmatic Stimulation on the Severity of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Physiotherapy Research International*. 2025;30(3):e70073. doi:[10.1002/pri.70073](https://doi.org/10.1002/pri.70073)
13. Cutrim ALC, Duarte AAM, Silva-Filho AC, Dias CJ, Urtado CB, Ribeiro RM, et al. Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2019 May 1;263:31–7. doi:[10.1016/j.resp.2019.03.003](https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.03.003)

14. Elmorsi AS, Eldesoky ME, Mohsen MAA, Shalaby NM, Abdalla DA. Effect of inspiratory muscle training on exercise performance and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. 2016 Jan;65(1):41–6. doi:[10.1016/j.ejcdt.2015.10.006](https://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2015.10.006)
15. Chuang HY, Chang HY, Fang YY, Guo SE. The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised experimental study. *J Clin Nurs*. 2017 Dec;26(23–24):4830–8. doi:[10.1111/jocn.13841](https://doi.org/10.1111/jocn.13841) PubMed PMID: 28382660.
16. Mehani SHM. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Interv Aging*. 2017;12:1705–15. doi:[10.2147/CIA.S145688](https://doi.org/10.2147/CIA.S145688) PubMed PMID: 29066876; PubMed Central PMCID: PMC5644556.
17. Wang K, Zeng G qiao, Li R, Luo Y wen, Wang M, Hu Y he, et al. Cycle ergometer and inspiratory muscle training offer modest benefit compared with cycle ergometer alone: a comprehensive assessment in stable COPD patients. *COPD*. 2017 Sep;Volume 12:2655–68. doi:[10.2147/COPD.S140093](https://doi.org/10.2147/COPD.S140093)
18. Saka S, Gurses HN, Bayram M. Effect of inspiratory muscle training on dyspnea-related kinesiophobia in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*. 2021 Aug;44:101418. doi:[10.1016/j.ctcp.2021.101418](https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101418) PubMed PMID: 34034036.
19. Buran Cirak Y, Yilmaz Yelvar GD, Durustkan Elbasi N. Effectiveness of 12-week inspiratory muscle training with manual therapy in patients with COPD: A randomized controlled study. *Clin Respir J*. 2022 Apr;16(4):317–28. doi:[10.1111/crj.13486](https://doi.org/10.1111/crj.13486) PubMed PMID: 35332685; PubMed Central PMCID: PMC9060133.
20. Dosbaba F, Hartman M, Formiga MF, Vlazna D, Mináriková J, Plutinsky M, et al. Long-Term Efficacy of Novel and Traditional Home-Based, Remote Inspiratory Muscle Training in COPD:

A Randomized Controlled Trial. Journal of Clinical Medicine. 2025 Jan;14(17):6099. doi:[10.3390/jcm14176099](https://doi.org/10.3390/jcm14176099)

21. Aktan R, Özalevli S, Yakut H, Özgen Alpaydin A. The effects of inspiratory muscle warm-up prior to inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in subjects with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. Physiother Theory Pract. 2025 Jan;41(1):1–11. doi:[10.1080/09593985.2023.2301439](https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2301439) PubMed PMID: 38205730.
22. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, Demeyer H, McConnell A, Saey D, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. Thorax. 2018 Oct;73(10):942–50. doi:[10.1136/thoraxjnl-2017-211417](https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211417)
23. Langer D, Ciavaglia C, Faisal A, Webb KA, Neder JA, Gosselink R, et al. Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD. J Appl Physiol (1985). 2018 Aug 1;125(2):381–92. doi:[10.1152/jappphysiol.01078.2017](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01078.2017) PubMed PMID: 29543134.
24. Wu W, Guan L, Zhang X, Li X, Yang Y, Guo B, et al. Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. Respir Med. 2017 Nov;132:84–91. doi:[10.1016/j.rmed.2017.10.001](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.10.001) PubMed PMID: 29229110.
25. Wu W, Guan L, Guo B, Yang Y, Chen R. Respiratory physiological mechanism of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. Respir Med. 2024 Oct;232:107747. doi:[10.1016/j.rmed.2024.107747](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107747) PubMed PMID: 39089392.
26. Keylab Medical. Threshold PEP [Internet]. Disponible en: <https://www.keylabmedical.com/services/threshold-pep/>
27. PhysioSupplies. PowerBreathe Medic [Internet]. Disponible en: <https://www.physiosupplies.eu/powerbreathe-medic>

28. Fitness Digital. PowerBreathe KH2 [Internet]. Disponible en: <https://www.fitnessdigital.com/powerbreathe-kh2/p/10015197/>
29. Oxycore. PowerBreathe Medic Plus [Internet]. Disponible en: <https://www.oxycore.eu/it/terapia-respiratoria/allenamento-della-respirazione/dispositivo-per-la-terapia-respiratoria-powerbreathe-medic-plus-0/>
30. Trinotas. PFLEX [Internet] Disponible en: <https://trinotas.wordpress.com/tag/pflex/>

