



Universidad de Valladolid



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**ENTRENAMIENTO SECTORIZADO DE LA MUSCULATURA RESPIRATORIA EN PACIENTES
CON ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC). UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

Presentado por Eneritz Ramos Garay

Tutor: Diego Fernández Lázaro

Soria, a 20 de noviembre de 2023

***“Tú respiras sin pensar.
Yo...
Yo no pienso más que en respirar”***

RESUMEN

Introducción: La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), es una enfermedad que produce obstrucción persistente al flujo aéreo, habitualmente progresiva que genera diversos síntomas que perjudican en la calidad de vida. No es una enfermedad curable, pero es tratable y prevenible. El tratamiento incluye técnicas farmacológicas o técnicas de entrenamiento activo. Con este estudio se pretende abordar la enfermedad desde el punto de vista de fisioterapia respiratoria y evaluar las distintas intervenciones, así como su efectividad.

Objetivo: Observar críticamente la evidencia científica existente sobre la eficacia del entrenamiento de los músculos inspiratorios con distintos dispositivos en pacientes mayores de 40 años diagnosticados de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Metodología: La búsqueda se realizó en las bases de datos Medline (PubMed), PEDro (Physiotherapy Evidence Database) y Cochrane, recogiendo los estudios con una antigüedad no mayor a los 10 años. Se tuvo en cuenta las directrices de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) y para el análisis de la calidad metodológica se utilizaron herramientas CASPe y PEDro. Los estudios seleccionados incluían ejercicios de fortalecimiento de los músculos inspiratorios y medían los resultados de los parámetros de presión, disnea y calidad de vida.

Resultados: Entre los 384 estudios que aparecieron tras la búsqueda, 7 estudios fueron los que cumplían los criterios de selección redactados. En general, los participantes que recibieron entrenamiento de los músculos inspiratorios obtuvieron mejoras en los parámetros de presión, disnea y calidad de vida. La calidad metodológica de los estudios que se incluyeron fue evaluada como “buena”.

Conclusiones: El entrenamiento de la musculatura inspiratoria puede ser un método principal en la rehabilitación de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica ya que se ha observado que mejora la tolerancia al ejercicio y por lo tanto, mejora la calidad de vida.

Palabras clave: Fisioterapia respiratoria, entrenamiento muscular inspiratorio, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, dispositivos de carga resistiva, dispositivos umbral

ÍNDICE

ABREVIATURAS	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	6
1.2. Músculos respiratorios	6
1.3. Programas de rehabilitación pulmonar	8
1.3.1 Entrenamiento de la musculatura inspiratoria	8
1.3.2 PowerBreathe	8
1.3.3 PrO2 Fit	9
1.3.4 Threshold IMT	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
Primarios	11
Secundarios	11
4. METODOLOGIA	11
4.1. Estrategia de búsqueda	11
4.2. Criterios de selección	12
4.3. Evaluación metodológica	12
4.4. Evaluación del riesgo de sesgo	13
5. RESULTADOS	13
5.1. Selección de estudios	13
5.2. Calidad metodológica	14
5.3. Evaluación del riesgo de sesgo	16
5.4. Características de los participantes y las intervenciones	17
5.5. Evaluación de los resultados	17
5.5.1. P_{lmax}	17
5.5.2. Disnea y parámetros dísicos	18
5.5.3. Calidad de vida	18
6. DISCUSIÓN	27
6.1. Aplicaciones en fisioterapia	28
6.2. Limitaciones	29
6.3. Fortalezas	29
7. CONCLUSIONES	29
8. BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Cuestionario CASPe para la evaluación metodológica de los artículos seleccionados para la revisión.....	14
TABLA 2. Escala PEDro para la evaluación metodológica de los artículos seleccionados para la revisión.....	15
TABLA 3. Puntuación del sesgo de los estudios según la herramienta de Cochrane.....	16
TABLA 4. Características de las intervenciones realizadas en el grupo experimental en los estudios incluidos en esta revisión.....	19
TABLA 5. Resumen de los artículos que se han incluido en la revisión.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Clasificación de los músculos inspiratorios.....	7
Figura 2 . Dispositivo PowerBreathe.....	9
Figura 3 . Dispositivo PrO ₂ Fit.....	9
Figura 4 . Dispositivo Threshold IMT.....	10
Figura 5 . Diagrama de flujo de la selección de estudios (PRISMA).....	13

ABREVIATURAS

6MWT: Caminata de 6 minutos

ABC: Activities-specific Balance Confidence scale (escala de confianza en el equilibrio de actividades específicas)

BBS: Berg Balance Scale (escala de equilibrio de Berg)

CASPe: Critical Appraisal Skills Programme Español

EMI: Entrenamiento musculatura inspiratoria

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónicas

FEV₁: Volumen espiratorio forzado en un segundo

FVC: Capacidad vital forzada

GC: Grupo control

GE: Grupo experimental

IMT: Inspiratory muscular training

MMII: Miembros inferiores

mMRC: Medical Research Council dyspnea scale (Escala de disnea del Medical Research Council)

MMSS: Miembros superiores

OMS: Organización mundial de la salud

PEDro: Physiotherapy Evidence Database

PI_{max}: Presión inspiratoria máxima

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses

RP: Rehabilitación pulmonar

RV: Volumen residual

SGRQ-T: Cuestionario respiratorio de Saint George

SLS: Single Leg Stance test (Prueba de postura con una sola pierna)

SMIP: Presión inspiratoria máxima sostenida

TIRE: Test incremental de resistencia respiratoria

TUG: Time up and Go

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), es una enfermedad que produce obstrucción persistente al flujo aéreo, habitualmente progresiva y que está vinculada a una inflamación crónica tras la inhalación de partículas o gases nocivos (1,2). Esto hace que la elasticidad parenquimatosa disminuya y por ello, los músculos respiratorios se encuentren contraídos durante un largo periodo de tiempo, produciendo hiperinsuflación (3).

El principal factor de riesgo es el tabaco, pero también puede ser producida por infecciones, contaminación aérea, nutrición, bajo estado socio-económico o como consecuencia de la edad (4,5). En estos pacientes también es muy frecuente encontrarse con comorbilidades como puede ser la enfermedad cardiovascular, disfunción musculoesquelética, síndrome metabólico, osteoporosis, depresión y neoplasia de pulmón.

Síntomas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica:

Las personas con EPOC sufren tos crónica, producción de esputo, disnea crónica y progresiva, opresión en el pecho o fatiga, sibilancias y exacerbaciones (1,2).

Se suelen encontrar hiperinsuflados, esto hace que el trabajo elástico aumente mientras que se reduce la capacidad inspiratoria para generar presión. Además, la velocidad de acortamiento de las fibras musculares del diafragma aumenta, lo que contribuye a una mayor debilidad funcional de los músculos inspiratorios, sobre todo, en ejercicios de mayor intensidad. Esta debilidad hace que para mantener la ventilación al ritmo de las demandas metabólicas, el impulso neural inspiratorio desde los centros motores del cerebro hasta los músculos respiratorios debe aumentar hasta alcanzar el máximo, y esto puede contribuir a la percepción de malestar respiratorio (6).

Por otra parte, los pacientes tienden a llevar una vida más sedentaria que produce debilidad de toda la musculatura esquelética. Esto genera un círculo vicioso, ya que la debilidad de los músculos pulmonares y esqueléticos limitan la ventilación pulmonar y aumentan los requisitos ventilatorios durante el ejercicio, lo que provoca síntomas asociados al ejercicio, como disnea y fatiga (7,8) que a su vez, este defecto de la eficiencia mecánica hace que se genere mayor gasto de energía en comparación con sujetos sanos para el mismo nivel de actividad (7) y por lo tanto reduzcan su movilidad.

1.2. Músculos respiratorios

Los músculos respiratorios son músculos esqueléticos estriados que, como todo músculo estriado, tiene dos propiedades esenciales: por un lado, la fuerza, dependiente de la

masa muscular, y por otro lado, la resistencia, que se asocia a la capacidad aeróbica del músculo. Éstos se encargan de realizar una acción contráctil sobre la caja torácica para producir la expansión y compresión de ésta (9). El desplazamiento de la pared torácica favorece la ventilación pulmonar que a su vez, facilita la renovación continua de aire que mantiene los niveles de gases dentro de los valores normales (9).

Los músculos respiratorios se contraen de forma intermitente y continua, realizando ciclos ventilatorios (fase inspiratoria y fase espiratoria). Algunos de los músculos realizan la fase inspiratoria, mientras que otros favorecen la fase espiratoria. En este estudio nos vamos a centrar en los músculos que realizan la fase inspiratoria, que al expandir el tórax, provocan una disminución de la presión intraalveolar, por debajo de la atmosférica (760mmHg) y esta diferencia favorecerá la entrada de aire a los alvéolos (9).

Los principales músculos respiratorios que actúan sobre la inspiración son el diafragma y los intercostales externos, pero hay otros dos grupos de músculos que también actúan. Según Willian Cristancho Gómez se pueden dividir en tres grupos: uno, los músculos productores; dos, los músculos facilitadores; y, tres, los músculos accesorios (10). (Figura 1)

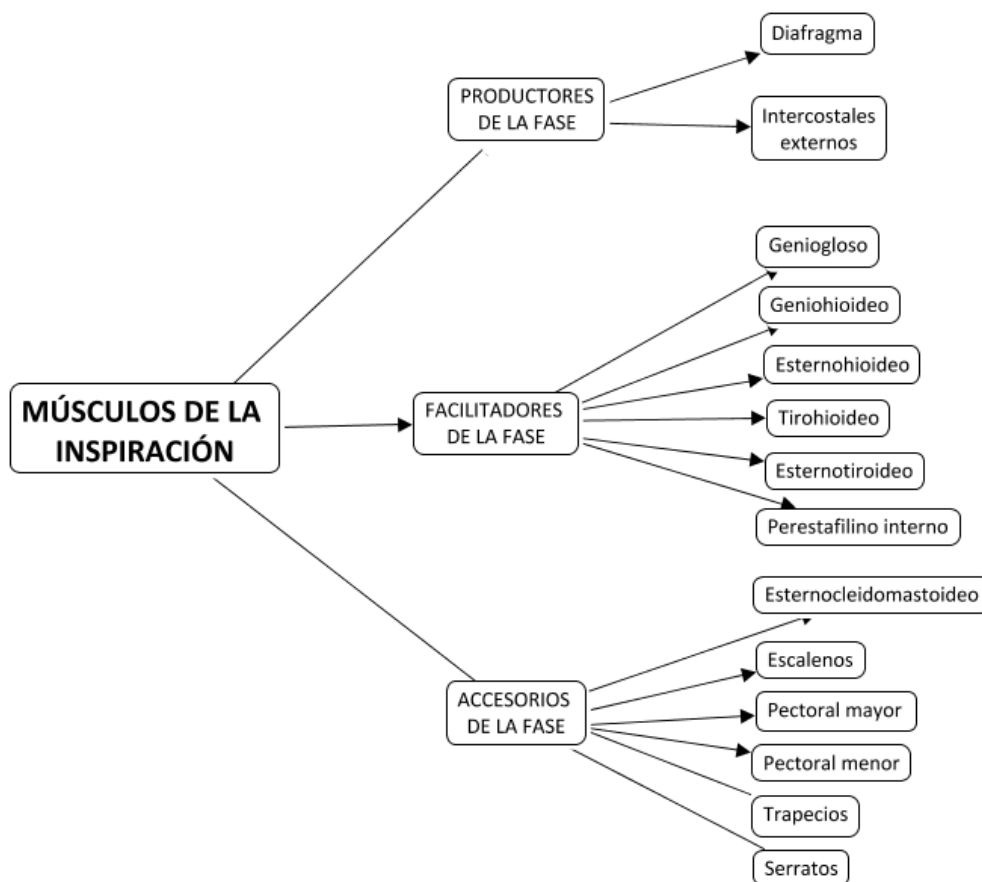


Figura 1. Clasificación de los músculos inspiratorios. En condiciones fisiológicas actúan los músculos productores y facilitadores, mientras que en condiciones de ejercicio y en situaciones patológicas se suman a éstos los músculos accesorios (10).

1.3. Programas de rehabilitación pulmonar

La rehabilitación pulmonar se basa en terapias personalizadas, que incluyen: ejercicio físico, educación, intervención de autocuidado dirigida al cambio de comportamiento, diseñado para mejorar la condición física y psicológica de las personas y promover la adherencia a largo plazo a conductas que mejoren la salud (11). Puede incluir cualquier régimen de entrenamiento, como el entrenamiento de resistencia, entrenamiento de fuerza-resistencia, entrenamiento de miembros superiores (MMSS) y miembros inferiores (MMII) así como andar, flexibilidad y ejercicio de musculatura inspiratoria (11).

1.3.1. Entrenamiento de la musculatura inspiratoria

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) es una técnica que se emplea para aumentar la fuerza y la resistencia de la musculatura inspiratoria (12). Es un método que se utiliza entre los atletas para mejorar la tolerancia al ejercicio y así aumentar el rendimiento deportivo (13). Además, es el entrenamiento más usado en la rehabilitación de algunas enfermedades respiratorias. Se ha demostrado que el EMI produce mejoras en la capacidad funcional y en la calidad de vida (14) y disminuye la disnea. Además de todo eso, también se ha observado que ayuda a disminuir el impacto psicológico que puede generar una enfermedad respiratoria (11).

Este tipo de entrenamiento se realiza a través de diferentes tipos de dispositivos que se pueden dividir en tres grupos: los dispositivos umbral, los dispositivos de carga resistiva y los dispositivos de hiperpnea isocápnic voluntaria. En este estudio se hablará, por un lado, de los dispositivos de carga resistiva como es el POWERBreathe y el PrO₂ Fit y por otro lado el Threshold, que es un dispositivo umbral.

1.3.2. PowerBreathe

Es un dispositivo pequeño de carga resistiva con una boquilla en la parte superior y una válvula de respuesta rápida para generar resistencia a la inhalación (Figura 2). Este dispositivo informa de la presión inspiratoria máxima, el flujo inspiratorio máximo, la carga de entrenamiento, la potencia, el volumen inhalado promedio y el índice de intensidad (15).

La resistencia que proporciona el dispositivo está diseñada para igualar la relación longitud-tensión de los músculos inspiratorios, proporcionando una intensidad de entrenamiento relativa constante en todos los volúmenes pulmonares (15).



Figura 2. Dispositivo PowerBreathe

1.3.3. PrO₂ Fit

Al igual que el anterior, es un pequeño dispositivo de carga resistiva con una boquilla en el extremo ([Figura 3](#)). La característica de este dispositivo es que está conectado a una aplicación móvil, que proporciona al usuario una representación gráfica del esfuerzo realizado. Para su uso, el paciente debe inhalar y exhalar repetidamente a través de la boquilla, siguiendo las indicaciones de la aplicación móvil. Este dispositivo permite evaluar la musculatura inspiratoria mediante un test incremental de resistencia respiratoria (TIRE). De esta forma se mide la presión inspiratoria máxima a lo largo del tiempo, obteniendo la presión inspiratoria máxima sostenida ([15](#)).



Figura 3. Dispositivo Pro₂ Fit

1.3.4. Threshold IMT

Es un pequeño dispositivo de tipo umbral con una boquilla en un extremo ([Figura 4](#)). Este dispositivo incorpora una válvula unidireccional independiente del caudal, que asegura una resistencia constante y permite ajustar la presión (en cmH₂O). Esta válvula proporciona una resistencia al flujo de aire, lo que obliga al sujeto a realizar un mayor esfuerzo para superar la presión ([15](#)).



Figura 4. Dispositivo Threshold

2. JUSTIFICACIÓN

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es la tercera causa de muerte en el mundo en 2023 según la OMS. En 2019, la EPOC representó más de 212 millones de casos según un análisis de datos de más de 200 países (16). Se ha demostrado que, hoy en día más de 2 millones de españoles entre 40 y 80 años tienen diagnosticado EPOC afectando más a los hombres (16). Además, se estima que la mitad de los pacientes están infradiagnosticados o tienen una diagnosticación tardía (2,4), en caso de España se asegura que alrededor del 73% (16). Esto genera un problema en la salud pública, ya que puede suponer un gran gasto económico por las siguientes razones: hospitalización, medicación, pruebas diagnósticas, incapacidad para trabajar y atención ambulatoria (2,4).

Lo que se ha demostrado es que es una enfermedad multifactorial, es decir, no sólo afecta a la ventilación pulmonar y a la musculatura respiratoria, si no que también afecta a la musculatura de todo el cuerpo y al estado de ánimo. Por lo tanto, es importante que se actúe de forma coordinada entre distintos profesionales además de los médicos y los fisioterapeutas, incluir un tratamiento psicológico en los programas de rehabilitación.

Desde el punto de vista de fisioterapia, el entrenamiento de los músculos inspiratorios (EMI), es el método esencial para la mejora de la disnea, la capacidad de ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud (16). Además favorece la disminución de los servicios sanitarios y los ingresos hospitalarios. De ahí que la finalidad del estudio es analizar la eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) a través de distintos dispositivos en pacientes con EPOC y observar si produce mejoras o no a nivel de la disnea y calidad de vida de los pacientes.

3. OBJETIVOS

3.1. Primarios

El objetivo de esta revisión sistemática es observar de forma analítica la evidencia científica existente sobre la eficacia del entrenamiento de los músculos inspiratorios mediante los dispositivos Threshold, POWERbreathe y PrO₂ Fit en pacientes diagnosticados con EPOC.

3.2. Secundarios

- Examinar los efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la disnea y parámetros físicos.
- Analizar las consecuencias del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la calidad de vida.
- Valorar los cambios que produce el entrenamiento de los músculos inspiratorios sobre la presión inspiratoria máxima.

4. METODOLOGÍA

4.1. Estrategia de búsqueda

Esta revisión sistemática fue realizada siguiendo las pautas metodológicas de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) ([17](#)). Para seleccionar los estudios se utilizó el modelo de preguntas PICOS ([18](#)) de la siguiente manera: P (población): “pacientes adultos \geq 40 años diagnosticados de enfermedad pulmonar obstructiva crónica”, I (intervención): “entrenamiento de músculos inspiratorios a través de los dispositivos Threshold, POWERBreathe y PrO₂ Fit”, C (comparación): “grupo control y técnicas no respiratorias”, O (resultados): “efectos sobre disnea (Borg y escala de disnea del Medical Research Council (mMRC)), calidad de vida (Cuestionario respiratorio de Saint George (SGRQ)), parámetros físicos (6 minutos marcha (6MWT), Time up and Go (TUG), escala de confianza en el equilibrio de actividades específicas (ABC), prueba de postura con una sola pierna (SLS), escala de equilibrio Berg (BBS)) y cambios sobre la presión inspiratoria máxima (Pimáx)”, S (diseño de estudios): “diseño aleatorio y/o controlado o no”.

Se realizó una búsqueda sistemática en tres bases de datos: Medline/PubMed, PEDro (Physiotherapy Evidence Database) y Cochrane Library. Los estudios no tienen más de 10 años de antigüedad y están restringidas a artículos en inglés y español. Se incluyeron en la búsqueda las siguientes palabras clave: “enfermedad pulmonar obstructiva crónica”, “entrenamiento musculatura inspiratoria”, “dispositivos de restricción inspiratoria”, “disnea” y “calidad de

vida". La ecuación de la búsqueda fue la siguiente: búsqueda en Medline/PubMed ((Inspiratory muscle training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease OR Inspiratory exercises Chronic Obstructive Pulmonary Disease OR Respiratory physiotherapy in Chronic Obstructive Pulmonary Disease OR threshold Chronic Obstructive Pulmonary Disease OR PowerBreathe in Chronic Obstructive Pulmonary Disease) AND (randomized controlled trial OR controlled trial OR trial) y búsqueda en PEDro y Cochrane (Inspiratory muscle training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease)).

Mediante esta búsqueda, se lograron estudios acerca del tema que se quiere analizar. Posteriormente, se realizó una lectura de los títulos y resúmenes y se descartó artículos duplicados, realizando una lectura del texto completo exclusivamente de los que cumplieran los criterios de inclusión.

4.2. Criterios de selección

Para seleccionar los estudios empleados se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: 1) Diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica; 2) Adultos \geq 40 años; 3) Objetivo principal estudio del entrenamiento de músculos inspiratorios mediante dispositivos de restricción inspiratoria; 4) Comparación con un grupo control; 5) Medición de la capacidad pulmonar con herramientas válidas; 6) Estudios en inglés o castellano; 7) Estudios que muestren resultados sobre parámetros respiratorios y físicos; 8) Estudios con una calidad mayor de 7 en la escala PEDro. No se aplicaron filtros en cuanto al sexo de los participantes ni la duración de la intervención.

En cuanto a los criterios de exclusión: 1) Pacientes con segundas enfermedades además de la EPOC; 2) Estudios cuyo objetivo principal no sea el tratamiento de la musculatura respiratoria; 3) Repetidos en las diferentes bases de datos; 4) Documentos con más de 10 años de antigüedad; 5) Estudios que consistieron en revisiones sistemáticas o narrativas, editoriales o comentarios; 6) Otro idioma que no fuese el inglés o el español.

4.3. Evaluación metodológica

Se realizó una lectura crítica de los artículos seleccionados a través de las escalas CASPe y PEDro para evaluar su calidad científica.

En primer lugar, la escala CASPe ([19](#)), se compone de 11 preguntas con respuesta "sí", "no", o "no lo sé". Las primeras tres preguntas son de cribado, es decir, si la respuesta de éstas es afirmativa, merece seguir con la lectura del estudio. La puntuación máxima es de 11 puntos, sumando un punto cada vez que la respuesta sea "sí" y cero cuando la respuesta sea "no" o "no lo sé". Los estudios de más de 7 puntos sobre 11 son considerados estudios con buena calidad científica.

En segundo lugar, la escala PEDro (20), se compone de 11 ítems con respuesta “si” y “no”. La puntuación máxima es de 11 puntos, sumando un punto cada vez que la respuesta es “si” y cero cuando la respuesta es “no”. Los estudios de más o igual a 6 puntos sobre 11 son considerados estudios con buena calidad científica.

4.4. Evaluación del riesgo de sesgo

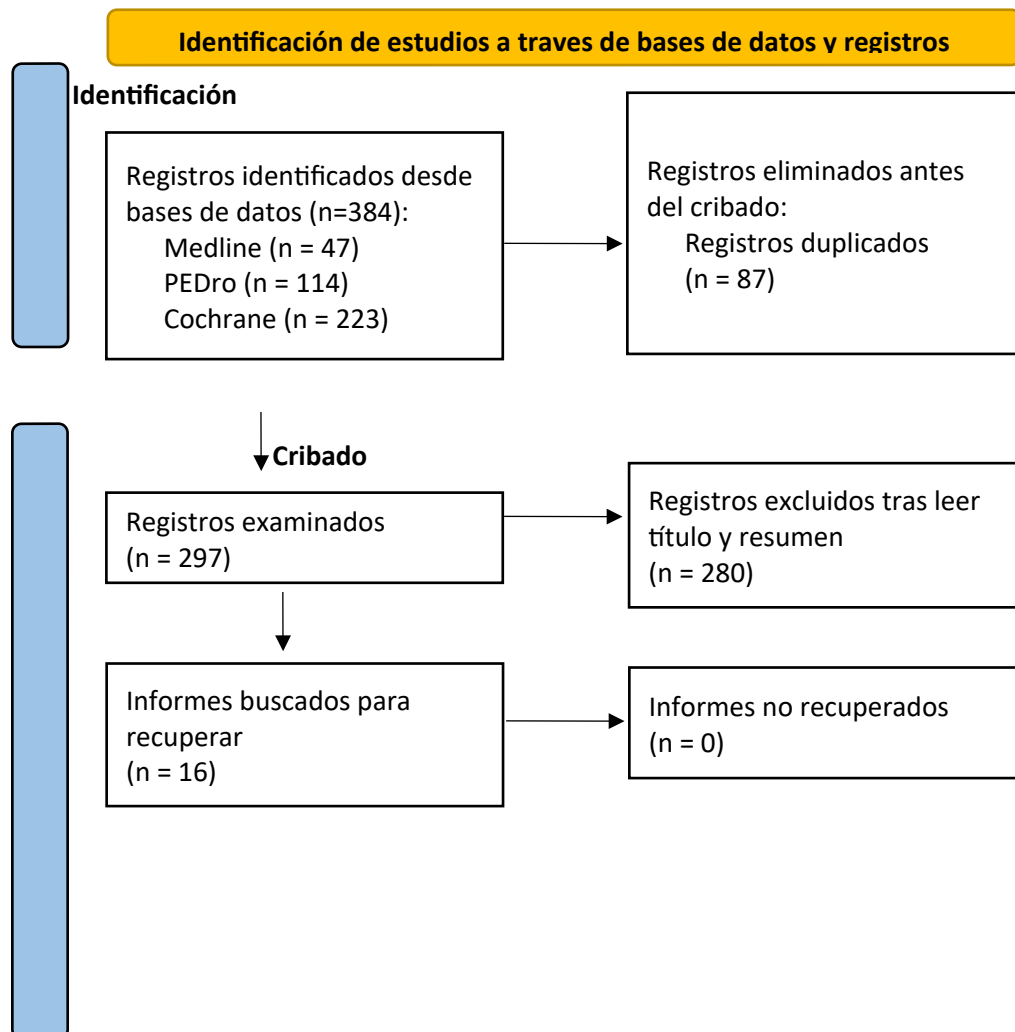
La evaluación del riesgo de sesgo se realizó mediante la herramienta de Cochrane (21), mostrándose en la TABLA 3.

5. RESULTADOS

5.1. Selección de estudios

Una vez realizado la ecuación de búsqueda en las bases de datos se encontraron en total 384 estudios, de los cuales 47 son de Medline/PubMed, 114 de PEDro y 223 de Cochrane.

Después de realizar una lectura del título y resumen se descartaron 87 duplicados, 220 estudios por no cumplir los criterios y 9 artículos tras la lectura del texto completo. Al final, se seleccionaron 7 estudios para la realización de esta revisión (6,12,22-26) que cumplieron con todos los criterios de inclusión (Figura 5)



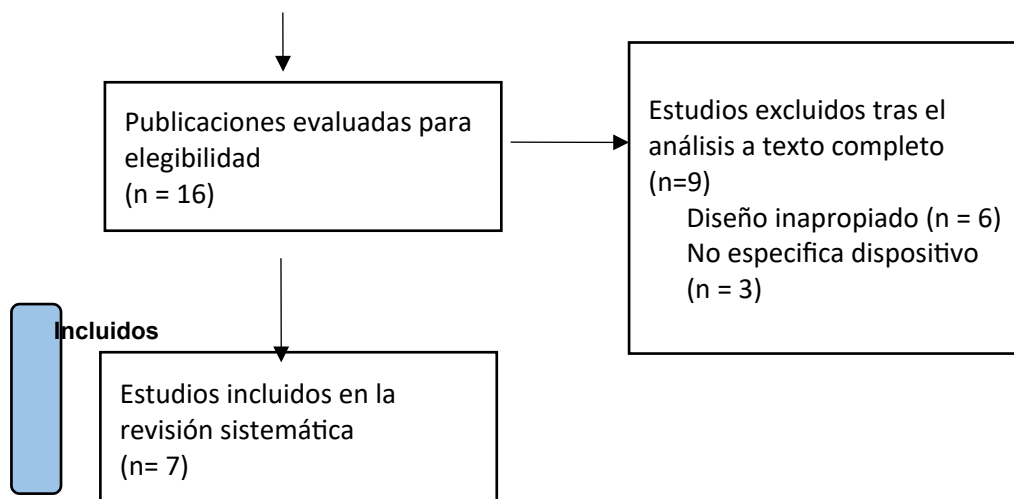


Figura 5. Diagrama de flujo de la selección de estudios para la revisión bibliográfica (PRISMA)

5.2. Calidad metodológica

Los siete estudios que se han escogido para la revisión han alcanzado los requisitos mínimos de calidad metodológica, con una puntuación igual o superior a 6. Las puntuaciones en la escala CASPe van del 7 al 10 ([TABLA 1](#)) mientras que en la escala PEDro ([TABLA 2](#)) un estudio tiene una puntuación de 6 ([26](#)), cuatro tienen una puntuación de 7 ([22-25](#)) y por último, dos estudios 2 tienen una puntuación de 9 ([6,12](#)). Por consiguiente, todos los estudios son considerados igual o superior a “buena” calidad metodológica ([6,12,22-26](#)).

TABLA 1. Cuestionario CASPe para la evaluación metodológica de los artículos seleccionados para la revisión.

AUTOR	ÍTEMS											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Beaumont, M et al.²² 2015	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	p < 0.05	SÍ	SÍ	SÍ	9
Beaumont, M et al.²³ 2018	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.05	NO	SÍ	SÍ	9
Charusisin, N eta al.²⁴ 2013	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.05	NO	NO	SÍ	8
Formiga, MF et al.²⁵ 2018	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.04	NO	NO	SÍ	7

Formiga, MF et al.²⁶ 2020	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.02	NO	NO	SÍ	8
Langer, D et al.⁶ 2018	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.05	SÍ	SÍ	SÍ	10
Tounsi, B et al.¹² 2021	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	p < 0.05	SÍ	NO	SÍ	9
<p>Preguntas del cuestionario CASPe: 1 = Pregunta claramente definida; 2 = Asignación aleatoria; 3 = Pacientes considerados hasta el final; 4 = Cegamiento; 5 = Grupos similares al comienzo; 6 = Grupos tratados de igual modo; 7 = Gran efecto del tratamiento; 8 = Precisión del efecto; 9 = Aplicabilidad a tu medio o población local; 10 = En cuenta todos los resultados; 11 = Beneficios justifican riesgos y costes.</p>												

TABLA 2. Escala PEDro para la evaluación metodológica de los artículos seleccionados para la revisión.

AUTOR Y AÑO	ÍTEMS											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Beaumont, M et al.²² 2015	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7
Beaumont, M et al.²³ 2018	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7
Charususin, N et al.²⁴ 2013	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	7
Formiga, MF et al.²⁵ 2018	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7
Formiga, MF et al.²⁶ 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	6
Langer, D et al.⁶ 2018	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Tounsi, B et al.¹² 2021	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
<p>Ítems de la escala de PEDro: 1 = Criterios de elegibilidad; 2 = Asignación aleatoria; 3 = Cegamiento de la asignación; 4 = Similitud al inicio del estudio; 5 = Cegamiento de los participantes; 6 = Cegamiento del terapeuta; 7 = Cegamiento del evaluador; 8 = Mínimo 85% de seguimiento; 9 = Análisis por intención de tratar; 10 = Comparación estadística entre grupos; y 11 = Medidas puntuales y de variabilidad.</p>												

5.3. Evaluación del riesgo de sesgo

Teniendo en cuenta la evaluación de riesgo de sesgo de Cochrane (21), un estudio obtuvo una puntuación de 7 (26), tres estudios obtuvieron una puntuación de 6 puntos (22,23,24), dos estudios obtuvieron una puntuación de 5 (6,25) y por último, un estudio con puntuación de 4 (24). Los ítems con mayor riesgo de sesgo eran el ítem 3 (cegamiento de los participantes), 4 (cegamiento del evaluador) y 5 (seguimiento incompleto). (TABLA 3)

TABLA 3. Puntuación del sesgo de los estudios según la herramienta de Cochrane.

AUTOR Y AÑO	ÍTEMS								T
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Beaumont, M et al. ²² 2015	+	+	-	-	+	+	+	+	6
Beaumont, M et al. ²³ 2018	+	+	-	-	+	+	+	+	6
Charususin, N et al. ²⁴ 2013	+	+	+	-	-	+	+	+	6
Formiga, MF et al. ²⁵ 2018	-	+	-	-	-	+	+	+	4
Formiga, MF et al. ²⁶ 2020	+	+	-	-	-	-	+	+	4
Langer, D et al. ⁶ 2018	+	+	+	-	+	+	+	+	7
Tounsi, B et al. ¹² 2021	+	+	-	-	-	+	+	+	5
<p>Ítems herramienta Cochrane: 1 = secuencias aleatorias; 2 = ocultamiento de la asignación; 3 = cegamiento de los participantes; 4 = cegamiento del evaluador; 5 = seguimiento incompleto; 6 = informe de datos; 7 = sesgo de publicación; 8 = sesgo del observador.</p>									
<p>Abreviaturas: T: total de ítems cumplidos; “+”: sesgo de bajo riesgo; “-” sesgo de alto riesgo; “?”: Riesgo de sesgo poco claro</p>									

5.4. Características de los participantes y las intervenciones

En total entre los 7 estudios la participación fue de 535 pacientes diagnosticados de enfermedad pulmonar obstructiva crónica mayores de 40 años.

En todos los estudios se hace una comparación entre un grupo experimental y un grupo control (6,12,22-24,26), excepto en un estudio que diferencia a sus pacientes según la gravedad de la enfermedad (25). Todos los grupos experimentales realizan diferentes programas de entrenamiento respiratorio, 2 artículos se enfocan en el EMI con dispositivo Threshold IMT (22,23), 3 artículos en el EMI con dispositivo PowerBreathe (6,12,24) y otros 2 artículos en el dispositivo 2PrO₂ Fit (25,26).

Las características de las intervenciones que se realizaron en el grupo experimental de los estudios se pueden encontrar resumidas en la TABLA 4. Todos los estudios (6,12,22-26) realizaron una intervención con entrenamiento de los músculos inspiratorios. En cuanto a la duración, 4 de los estudios realizaban un programa de rehabilitación de 8 semanas (6,12,24,26), otro estudio de 4 semanas (23), uno de 3 (22) y hubo un estudio que solo realizó un día (25). En cuanto a la frecuencia, 3 artículos realizaban 5 días a la semana (22-24), 2 artículos 7 días a la semana (6,12) y un artículo realizaba tratamiento a diario (26). En cuanto a la carga, 4 artículos realizaban 2 sesiones al día (6,22,23,25), mientras que los artículos restantes realizaban 1 sesión (12,24,26). Las resistencias que ofrecían cada dispositivo eran en todos los artículos muy similares, mayor del 50% del Pimax conseguido y en 4 de los 7 artículos aumentaba la intensidad (6,12,23,24) mientras que en los 3 restante la mantenían durante todo el tratamiento (22,25,26).

5.5. Evaluación de los resultados

Los resultados de los estudios que han sido analizados se encuentran resumidos en la TABLA 5 donde se expresan aspectos como el primer autor, el año de publicación, tipo de estudio, tamaño de la muestra que completaron el estudio con la proporción entre mujeres y hombres, diagnóstico, intervenciones del grupo experimental y grupo control, escalas utilizadas para medir las variables a estudiar y resultados.

5.5.1. PIMax

Todos los estudios analizaron la presión inspiratoria máxima con un resultado favorable en prácticamente todos los estudios ($p < 0.05$), tanto en el grupo experimental como en el grupo control. En la mayoría de los estudios no hay diferencias entre los resultados de los grupos, excepto en dos estudios (12,23) donde el aumento del Pimax es significativo en el grupo experimental (GE), mientras que no lo es en el grupo control (GC).

Por otra parte, en el estudio de Formiga, MF et al (2020) ([26](#)) se ha observado un aumento del Pimax tanto en el grupo experimental (dispositivo PrO₂ Fit) como en el primer grupo control (Threshold IMT), mientras que en el segundo grupo control que utilizaba un dispositivo de resistencia mínima (9mm H₂O) no se ha visto diferencias.

5.5.2. Disnea y parámetros físicos

En los siete estudios ([6,12,22-26](#)) se observa una disminución de la disnea sin diferencias significativas entre los grupos. En los dos estudios de Beaumont, M. et al ([22,23](#)) se observó que la disminución de la disnea favoreció un mantenimiento de la ventilación a alto nivel disminuyendo tiempo inspiratorio y aumentando tiempo espiratorio; de esta forma se logró una mejora en la hiperinsuflación. Solo en un estudio ([23](#)) se observó una disminución significativa en la disnea a través de la escala Borg y escala de disnea del Medical Research Council (mMRC).

En cuanto a la escala de 6 minutos marcha (6MWT), en prácticamente todos los estudios ([6,12,22-26](#)) se ha observado un aumento de los metros recorridos en el test, observándose un aumento significativo dentro de los grupos (tanto en GE como en GC) en uno de los estudios ([24](#)).

En el estudio de Tounsi et al. ([12](#)) además de la disnea también se valoraron parámetros de equilibrio. Se observó un aumento en la escala de equilibrio de Berg (BBC) de 2,7 puntos y un aumento significativo en la escala de confianza en el equilibrio de actividades específicas (ABC) en un 7,2%. No hubo diferencias en los test Time up and Go (TUG) y prueba de postura con una sola pierna (SLS). En este último estudio tampoco se vieron diferencias entre los dos grupos.

5.5.3. Calidad de vida

Únicamente en el estudio de Beaumont et al. (2018) ([23](#)) se valoró la calidad de vida a través del cuestionario respiratorio de Saint George (SGRQ) donde se observó una mejora tanto en el grupo experimental como en el grupo control, sin diferencias entre ellos.

TABLA 4. Características de las intervenciones realizadas en el grupo experimental en los estudios incluidos en esta revisión.

Primer autor y año de publicación	Carga	Dispositivo y tipo de dispositivo	Frecuencia (días/semana)	Tiempo (minutos/sesión)	Duración (semanas)	Supervisión
Beaumont, M et al.²² 2015	2 sesiones/día Resistencia 40% del P _{lmáx}	Threshold IMT Dispositivo umbral	5	15	3	Sí
Beaumont, M et al.²³ 2018	2 sesiones/día 10inspi + desc. X15rep. Inicio → Resist. 50% P _{lmáx} A los 10 días → Resist. 60% P _{lmáx}	Threshold IMT Dispositivo umbral	5	15	4	Sí
Charususin, N et al.²⁴ 2013	1 sesión/día Inicio → Resist. 50% P _{lmáx} Resist. Aumentó semanalmente hasta la + alta tolerable	PowerBreathe KHP2 Carga resistiva	3-5	60	5-8	En gran medida no supervisado
Formiga, MF et al.²⁵ 2018	2 sesiones	PrO ₂ Fit	-	30	1 día	Sí
Formiga, MF et al.²⁶ 2020	1 sesión/día Antes de cada sesión → Esfuerzo inspi. Máximo Resistencia al 50% del resultado	PrO ₂ Fit	Diario	30	8 semanas	Supervisión remota
Langer, D et al.⁶ 2018	2 sesiones/día 30 respi de 4-5min/ses. Inicio → Resist. 40% P _{lmáx} Resist. Aumentó semanalmente hasta la + alta tolerable	PowerBreathe Carga resistiva	7	15	8	Parcialmente supervisado
Tounsi, B et al.¹² 2021	1 sesión/día 2 series de 30 respi. De 4-5min/serie + 5-	PowerBreathe Carga resistiva	7	20	8	3 días por semana supervisado y 4 días sin

	10min descanso entre serie Inicio → Resist. 50% Pimáx Cada 2 semanas → +10% Plmáx					supervisión
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	-------------

TABLA 5. Resumen de los artículos que se han incluido en la revisión.

Primer autor y año de publicación	Tipo de estudio	Muestra (tamaño completada, diagnóstico, características y pérdidas)	Intervenciones (volumen, frecuencia, semanas y carga)	Escalas	Resultados
Beaumont, M et al. ²² 2015	Ensayo prospectivo aleatorio	n=34 Dx: EPOC <u>GE: (n=16)</u> M/H: 4 /12 Edad (años): 62±10 FEV1 (%) 42±14 FEV1/VC (%) 45±10 RV (%) 165-236 Plmáx (cmH ₂ O): 74-92 Pimáx (%): 94±9 IC en reposo (l): 1.8-2.7 IC después del 6MWT (l): 1.6±0.4 mMRC: 1-3 Borg: 4.6±2,1 <u>GC: (n=18)</u>	<u>GE + GC: RP</u> - 30min/día cicloergo. y cinta rodante - Forta. MMII y MMSS - Educación terapéutica - Gimnasia aeróbica - Programa dejar fumar - Consejos sociopsicológicos y dietéticos <u>GE: (n=16)</u> 2 sesiones/día 15min - Respi lento con VC aumentado - Threshold IMT: Resist. 40% Pimáx No cambios de intensidad 5 días/semana 3 semanas	Plmax Disnea: MDP y escala de Borg 6 minutos marcha: 6MWT	<u>GE: cambios con la línea base</u> ↓ Borg ↑ PIMax ↓ IC en reposo ↑ IC después del 6MWT ↑ 6MWT (m) <u>GC: cambios con la línea base</u> ↓ Borg ↑ PIMax ↓ IC en reposo ↑ IC después del 6MWT ↑ 6MWT (m)

		M/H: 7/11 Edad (años): 61±7 FEV1 (%): 52±19 FEV1/VC (%): 49±10 RV (%): 142-239 PImáx (cmH ₂ O): 70-94 Pimáx (%): 96±21 IC en reposo (l): 2.2-2.9 IC después del 6MWT (l): 2.2±1.0 mMRC: 1-3 Borg: 5.9±1.7			
Beaumont, M et al.²³ 2018	Ensayo controlado aleatorio	n=149 Dx: EPOC <u>GE: (n=74)</u> M/H: 30/44 Edad (años): 62.2±8 FEV1 (%): 36.4±9.5 FEV1/VC (%): 0.6±0.1 RV (%) 210.7±58.7 TLC (%) 123.5+-21.2 PImáx(cmH ₂ O) 66.2±21.7 Pimáx (%) 76.5±24.4 mMRC: 2-3 SGRQ-T: 53.5±13.8 6MWT (%): 59.7±15.6 Borg: 5.4±2.2	<u>GE + GC: RP</u> - 30min/día cicloergo. y cinta rodante - Forta. MMII y MMSS - Educación terapéutica - Gimnasia aeróbica - Programa dejar fumar - Consejos sociopsicológicos y dietéticos <u>GE: (n=74)</u> 2 sesiones/día 15min - Respi. lento con VC aumentado x 10inspi + descanso en reposo breve x15rep. - Threshold IMT → Resistencia 50% PImáx - A los 10 días intensidad +10% = 60% del PImáx	PImax Disnea: Borg, MDP, mMRC Calidad de vida: SGRQ 6 minutos marcha: 6MWT	<u>GE: cambios con la línea base</u> ↓* Borg ↓* MDP ↓* mMRC ↑ SGRQ ↑* PIMax ↑ 6MWT (m) <u>GC: cambios con la línea base</u> ↓* Borg ↓* MDP ↓* mMRC ↑ SGRQ ↑ PIMax ↑ 6MWT (m)

		<p><u>GC: (n=75)</u> M/H: 25/50 Edad (años) 65.9±8.9 FEV1 (%): 34.2±8.4 FEV1/VC (%): 0.6±0.1 RV (%): 211.1±82.2 TLC (%): 123.0±32.5 P_{Imáx} (cmH₂O): 64.8±23.0 P_{Imáx} (%): 77.1±24.8 mMRC: 2-3 SGRQ-T: 56.4±14.9 6MWT (%): 58.0±13.0 Borg: 2.2±2.0</p>	<p>5 días a la semana 4 semanas</p>		
<p>Charususin, N eta al.²⁴ 2013</p>	<p>Ensayo controlado aleatorio</p>	<p>n=219 Dx: EPOC <u>GE: (n=110)</u> M/H: 58/52 Edad (años): 66±8 FEV1 (%): 40±15 FVC (%) 70±19 FEV1/FVC: 45±14 TLC (%): 123±25 RV (%): 213±64 P_{Imax} (cmH₂O): 52±14 P_{Imax} (%): 51±15 6MWT (%): 56±20 CRQ: 15±6 mMRC: 2.5±1.2</p>	<p><u>GE + GC</u> EMI con PowerBreathe <u>GE: (n=110)</u> 1 sesión/día Inicio → Resist. 50% P_{Imáx} Resist. Aumentó semanalmente hasta la más alta tolerable <u>GC: (n=109)</u> 10% del P_{Imax} inicial y no se modificó durante el período de intervención. 3-5 días/semanas 5-8 semanas</p>	<p>P_{Imax} Disnea: mMRC 6 minutos marcha: 6MWT</p>	<p><u>GE: cambios con la línea base</u> ↓ Disnea post 6MWT ↑* P_{Imax} ↑* 6MWT (m) <u>GC: cambios con la línea base</u> ↓ Disnea post 6MWT ↑* P_{Imax} ↑* 6MWT (m)</p>

		<p>Disnea post 6MWT: 5.4</p> <p><u>GC: (n=109)</u> M/H: 66/43 Edad (años): 65±7 FEV1 (%): 43±17 FVC (%): 77±23 FEV1/FVC: 45±13 TLC (%): 124±24 RV (%): 206±70 Pimax (cmH₂O): 51±12 Pimax (%): 52±14 6MWT (%): 57±18 CRQ: 15±5 mMRC: 2.6±1.0 Disnea post 6MWT: 5.5</p>			
<p>Formiga, MF et al.²⁵ 2018</p>		<p>n = 81</p> <p>Dx: EPOC</p> <p>Todo hombres Edad: 56 y 87 FEV1 (%): 46.5 Pimax (cmH₂O): 77.5±25.4 SMIP: 387.3±160.7 ID (s) 9.6±3.7</p>	<p><u>GE (n=21)</u> TIRE EIM durante 1-2s + CIM el mayor tiempo posible. 1 sesión: 3-5 ensayos consecutivos + descanso 60s</p> <p><u>GOLD I-II (n=29)</u>: Sujetos con limitación del flujo de aire de leve a moderada <u>GOLD III-IV (n=52)</u>: Obstrucción de severa a muy severa Espirometría</p>	<p>TIRE: PIMax, SMIP, ID</p> <p>Disnea: mMRC</p> <p>6 minutos marcha: 6MWT</p>	<p><u>GE: cambios con la línea base</u> ↑ PImax ↓ SMIP ↔ ID (s) ↑ 6MWT (m)</p> <p><u>Gold I-II: cambios con la línea base</u> ↑ PImax ↑ SMIP ↑ ID (s) ↑ 6MWT (m)</p>

					<u>Gold III-IV: cambios con la línea base</u> ↓ Pimax ↓ SMIP ↓ ID (s) ↓ 6MWT (m)
Formiga, MF et al.²⁶ 2020	Ensayo aleatorio	n=36 Dx.: EPOC Edad: >40 <u>GE (n=12)</u> <u>GC 1 (n=12)</u> <u>GC2 (n=12)</u>	<u>GE + GC1 + GC2:</u> Tratamiento EMI Los sujetos sentados con una pinza nasal mientras realizan las respiraciones requeridas. <u>GE (n=12)</u> TIRE: PrO ₂ Fit Resist. Al 50% del Pimax Seis niveles (A-F) con seis inspiraciones/nivel en cada nivel hasta 36 respiraciones por sesión. Tiempo recuperación 60s: disminuye 10s/nivel <u>GC 1 (n=12)</u> Threshold IMT Resist. al 50% del Pimax 36 respiraciones en 30min <u>GC 2 (n=12)</u> Sham Resist. Mínima: Pimax al 9 cmH ₂ O. 36 respiraciones en 30min	Pimax Disnea: mMRC 6 minutos marcha: 6MWT	<u>GE: cambios con la línea base</u> ↑ Pimax ↓ mMRC ↑ 6MWT (m) <u>GC 1: cambios con la línea base</u> ↑ Pimax ↓ mMRC ↑ 6MWT (m) <u>GC 2: cambios con la línea base</u> ↔ Pimax ↔ mMRC ↔ 6MWT (m)

Langer, D et al.⁶ 2018	Ensayo aleatorio	<p>n=20</p> <p>Dx: EPOC</p> <p><u>GE (n=10)</u> M/H: 6/4 Edad (años): 73±4 mMRC disnea: 2.9±1.0 Borg: 6.8±2.3 FEV1 (%): 53±22 FEV1/FVC: 37±13 IC (l): 1.64±0.48 RV (%): 122±50 TLC (%): 102±16 PImax (cmH₂O) -60±12</p> <p><u>GC (n=10)</u> M/H: 7/3 Edad: 67±8 mMRC: 3.0±1.1 Borg: 6.2±2.5 FEV1 (%): 40±14 FEV1/FVC: 32±11 IC (l): 1.70±0.64 RV (%): 157±56 TLC (%): 115±16 PImax (cmH₂O): -58±16</p>	<p><u>GE + GC:</u> Bicicleta ergo. 75%</p> <p><u>GE (n=10)</u> 2 ses/día Comenzó en el 40% de su Pimax inicial y aumentó semanalmente hasta la intensidad más alta tolerable. Contra resistencia durante 3 a 7min</p> <p><u>GC (n=10)</u> 3 ses/día Carga inalterada del 10% de su Pimax inicial.</p>	<p>Pimax</p> <p>Disnea: mMRC</p>	<p><u>GE: cambios con la línea base</u> ↑FEV1 ↑ IC ↑ PIMax ↓ mMRC</p> <p><u>GC: cambios con la línea base</u> ↑FEV1 ↑ IC ↔ PIMax ↓ mMRC</p>
Tounsi, B et al.¹²	Ensayo	<p>n=32</p>	<p><u>GE + GC:</u></p>	<p>Test de equilibrios:</p>	<p><u>GE: cambios con la</u></p>

2021	controlado aleatorio	<p>Dx: EPOC</p> <p><u>GE: (n=16)</u> Edad: 62±5 FEV1 (%): 37±7 FEV1/FVC (%): 47±6 BBS (point): 47.7±2.7 ABC (%): 75.7±10.0 TUG (s): 9.35±1.36 SLS (s): 38.88±23.08 Pimax (cmH₂O): 62±22</p> <p><u>GC: (n=16)</u> Edad: 63±4 FEV1 (%): 39±9 FEV1/FVC (%): 44±7 BBS (point): 47.2±4.5 ABC (%): 75.1±12.5 TUG (s): 9.28±1.10 SLS (s): 38.04±27.14 Pimax (cmH₂O): 35±22</p>	<p>- 3 sesiones/semana - 30min cinta rodante/sesión - Cada sesión finalizó estiramientos MS-MI - Cada participante programa individualizado al 60-80% de velocidad conseguida en 6MWT</p> <p><u>GE: (n=16)</u> 1 ses./día → 7 veces/semana (3 en rehabilitación y 4 en casa) - 2 series de 30 respi (4-5 min/serie) con 5-10 min de descanso entre cada serie. - Carga al 50% de Pimax - Cada 2 semanas + 10% Pimax</p>	<p>Timed Up & Go, SLS, ABC Pimax 6 minutos marcha: 6MWT</p>	<p><u>línea base</u> ↑BBS ↑*ABC ↔ TUG ↔ SLS ↑* Pimax ↑ 6MWT (m)</p> <p><u>GC: cambios con la línea base</u> ↔ BBS ↑*ABC ↔ TUG ↔ SLS ↑Pimax ↑ 6MWT (m)</p>
------	----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Abreviaturas: M/H: mujeres/hombres; ↑ = aumento no significativo estadísticamente; ↑* = aumento estadísticamente significativo; ↓* = reducción estadísticamente significativa; ↓ = reducción estadísticamente no significativa ↔ = sin cambios significativos; Dx = diagnóstico; GC = grupo control; GE = grupo experimental; Pimax= presión inspiratoria máxima; FEV1 = volumen espiratorio forzado en un segundo; 6MWT = Caminata de 6 minutos; RV = Volumen residual; mMRC = Medical Research Council dyspnea scale; IC = Capacidad inspiratoria; RP = Rehabilitación pulmonar; Cicloergo. = Cicloergómetro; Forta. = Fortalecimiento; Respi. = respiraciones; VC = Volumen corriente; SMIP = Presión inspiratoria máxima sostenida; ID = Duración inspiratoria; SGRQ-T = Cuestionario respiratorio de Saint George; EIM = esfuerzo inspiratorio máximo; Resist. = Resistencia; CIM = Capacidad inspiratoria máxima; inpis. = Inspiraciones; TUG = Time up and Go; BBS = Berg Balance Scale; SLS = Single Leg Stance test; ABC = Activities-specific Balance Confidence scale

6. DISCUSIÓN

El objetivo de la revisión sistemática es evaluar de forma crítica la efectividad del entrenamiento de los músculos inspiratorios mediante los diferentes dispositivos (Threshold IMT, PowenBreathe y PrO₂ Fit) en pacientes mayores de 40 años diagnosticados de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Se eligieron siete artículos ([6,12,22-26](#)) que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. En general, se ha observado que este tipo de tratamiento es eficaz para la disminución de la disnea, aumento de parámetros respiratorios de tipo presión y mejora de la calidad de vida. En todos los estudios se han visto resultados favorables, por lo que el entrenamiento es una opción para prevenir y tratar la EPOC.

Todos los estudios analizaron la presión inspiratoria máxima mediante algún dispositivo de carga resistiva o dispositivo umbral donde los resultados fueron favorables en prácticamente todos los estudios en ambos grupos, pero sin diferencias entre ellos. En dos estudios ([12,23](#)) el aumento del Pimax fue significativo en el GE, mientras que no lo era en el GC. Se ha observado que el aumento de la presión inspiratoria máxima es mayor en los estudios que realizan un aumento de la intensidad durante el tratamiento ([6,12,23,24](#)). Según el estudio de Tounsi et al ([12](#)) esto puede asociarse a un aumento en la proporción de fibras tipo I y con un aumento en el tamaño de las fibras tipo II de los músculos intercostales externos.

En cuanto a la disnea, en los siete estudios ([6,12,22-26](#)) se observó una disminución sin diferencias significativas entre los grupos, excepto en un estudio ([22](#)) donde la disminución sí que lo fue. Se produce una hipótesis en los estudios de Beaumont et al ([22,23](#)) que dice que el EMI podría aumentar la velocidad diafragmática al aumentar fibras tipo II, permitiendo un tiempo inspiratorio más corto, y un mayor tiempo espiratorio, lo que podría disminuir la hiperinflación.

En cuanto al test de 6 minutos marcha, se ha observado un aumento en el recorrido en todos los estudios que lo han valorado ([6,12,22-26](#)) observando un aumento significativo dentro de los grupos en uno de los estudios ([24](#)). Además se ha observado un aumento de la capacidad inspiratoria después del test. Esto puede deberse a la disminución de la sensación de disnea, así como, al aumento del Pimax ([22,23](#)).

En cuanto al equilibrio, el único estudio que lo valoró fue el estudio de Tounsi et al. ([12](#)) donde se observó un aumento en los test de BBC y ABC, que demuestran una mejora significativa en el equilibrio funcional a favor del grupo experimental. No se vieron mejoras en los test de TUG y SLS que puede estar relacionado a la ausencia de fortalecimiento de las extremidades inferiores.

Por último, en cuanto a la calidad de vida solo uno de los estudios (23) valoró analíticamente la calidad de vida a través de la escala SGRQ donde se observó un aumento tanto en el grupo experimental como en el grupo control, sin diferencias entre ellos. Sin embargo, en todos los estudios se menciona que a través de la disminución de la disnea y aumento de la Pimax se produce una mejora de la calidad de vida, ya que el EMI proporciona un aumento de la capacidad al ejercicio y una disminución de la falta de condición física.

No hay apenas diferencias entre los distintos dispositivos utilizados sobre los distintos valores. Solamente un estudio (26) plantea un programa de tratamiento diferenciando el dispositivo PrO₂ Fit con un Threshold y otro dispositivo umbral de baja resistencia. Tanto en el grupo experimental (uso dispositivo PrO₂ Fit) como en el primer grupo control (uso Threshold) se ha visto: mejoras en el Pimax, disminución en la sensación de disnea a través de mMRC y aumento de la distancia recorrida en el test de 6 minutos marcha. A su vez, en el segundo grupo control (uso dispositivo baja resistencia) no se ha observado ninguna diferencia en ninguno de los parámetros. Además este estudio afirma que el entrenamiento a través del dispositivo PrO₂ Fit puede proporcionar beneficios clínicos adicionales comparando con el resto de dispositivos, ya que tiene la capacidad de modular todos los aspectos del rendimiento muscular, incluida la fuerza, resistencia y capacidad de trabajo. También proporciona un seguimiento remoto y un biofeedback en tiempo real con una pantalla de entrenamiento que favorece presiones más altas durante toda la inspiración; esto puede facilitar a que el patrón respiratorio sea más controlado.

Además de todo esto, tener en cuenta que es una enfermedad multifactorial, que además de afectar a la musculatura esquelética también tiene un factor psicológico, por lo tanto, para mejorar todavía más la calidad de vida es importante implementar tratamientos multidisciplinarios e introducir la psicoterapia dentro de la rehabilitación.

6.1. Aplicación en fisioterapia

Las principales causas de morbilidad y mortalidad en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica son las complicaciones respiratorias. Un programa EMI mediante un dispositivo de carga resistiva o umbral, como los que se han visto en esta revisión, combinado con entrenamiento aeróbico debería ser una técnica esencial en el día a día de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, ya que mejora la fuerza de estos músculos y las capacidades físicas de estos pacientes. De esta forma, se mejoran las capacidades de los pacientes y se aumenta la independencia en las actividades de la vida diaria.

Después de esta revisión sistemática, un protocolo de entrenamiento de los músculos inspiratorios para personas con EPOC debería tener en cuenta los siguientes puntos:

- Utilización de un dispositivo de carga resistiva o umbral: PowerBreathe, Threshold o PrO₂.

- Aprendizaje del uso del dispositivo correctamente con un fisioterapeuta.
- Empezar con una intensidad del 50% del Pimax conseguido e ir aumentando durante el tratamiento según indique el fisioterapeuta.
- Volumen: 2 series de 15 repeticiones con 1 minuto de descanso entre series.
- Frecuencia: entre 5-7 días a la semana.

6.2. Limitaciones

A pesar de todos los beneficios que aportan estos estudios, también presentan algunas limitaciones. En primer lugar, y una que ocurre en todos los estudios es la pequeña muestra de población y el corto periodo de tratamiento. En segundo lugar, en algunos estudios había falta de información acerca de resultados en los parámetros ergorespiratorios y en parámetros de presión. En tercer lugar, se encontró un número limitado de estudios que cumplieron los criterios de inclusión. Además, en el estudio de Beaumont et al. (22) los grupos no eran similares, y esto podría haber afectado a los resultados.

Para minimizar el riesgo de sesgo se siguió el método PRISMA (17) y la lectura crítica a través de las escalas CASPe (19) y PEDro (20) para evaluar la calidad metodológica y verificar que cumplieran los criterios de calidad mínima. En estas escalas se observó que en ninguna de ellas se mantenía el cegamiento a terapeutas y solo en dos artículos (6,24) se mantiene el enmascaramiento de los participantes.

6.3. Fortalezas

Todos los artículos excepto uno fueron diseños aleatorios, bien predefinidos y estandarizados con un programa de rehabilitación que se administró a todos los pacientes.

A través de las escalas de calidad metodológica y la evaluación del riesgo de sesgo mediante la herramienta de Cochrane (21) se observó que el ocultamiento de la asignación y el enmascaramiento de los observadores era de bajo riesgo, ya que todos los evaluadores de todos los estudios fueron cegados y no conocían quién pertenecía a cada grupo.

7. CONCLUSIÓN

- El entrenamiento muscular inspiratorio a través de los dispositivos PowerBreathe, Threshold y PrO₂ proporcionan mejoras en la presión inspiratoria máxima, en la sensación de disnea, en el test de seis minutos marcha y en la calidad de vida de los pacientes con enfermedad pulmonar obstrucciona crónica.
- El dispositivo PrO₂ Fit puede ser la herramienta esencial en la rehabilitación pulmonar, ya que puede proporcionar mejoras adicionales.

- El entrenamiento muscular inspiratorio mejora la presión inspiratoria máxima en pacientes diagnosticados de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- El fortalecimiento de la musculatura inspiratoria disminuye la sensación de disnea en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- La disminución de la disnea ayuda en la mejora de la tolerancia al ejercicio y aumenta la distancia recorrida en el test de 6 minutos marcha.
- Combinar el entrenamiento de la musculatura inspiratoria con ejercicios aeróbicos aumentan los valores de presión inspiratoria máxima en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Añadir ejercicio aeróbico produce beneficios en la sensación de disnea y en el equilibrio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) World Health Organization: WHO & World Health Organization: WHO. (2023, 16 de marzo). Enfermedad pulmonar obstructiva Crónica (EPOC). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
- (2) Sandelowsky, H., Weinreich, U. M., Aarli, B. B., Sundh, J., Høines, K., Stratelis, G., Løkke, A., Janson, C., Jensen, C., & Larsson, K. (2021). COPD - do the right thing. *BMC family practice*, 22(1), 244. <https://doi.org/10.1186/s12875-021-01583-w>
- (3) Wada, J. T., Borges-Santos, E., Porras, D. C., Paisani, D. M., Cukier, A., Lunardi, A. C., & Carvalho, C. R. (2016). Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, Volume 11, 2691–2700. <https://doi.org/10.2147/COPD.S114548>
- (4) Raheison, C., & Girodet, P. O. (2009). Epidemiology of COPD. *European respiratory review. An official journal of the European Respiratory Society*, 18(114), 213–221. <https://err.ersjournals.com/content/18/114/213.long>
- (5) McCarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E., & Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *The Cochrane library*, 2015(4). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003793.pub3>
- (6) Langer, D., Ciavaglia, C., Faisal, A., Webb, K. A., Neder, J. A., Gosselink, R., Dacha, S., Topalovic, M., Ivanova, A., & O'Donnell, D. E. (2018). Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 125(2), 381–392. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01078.2017>
- (7) Troosters, T., van der Molen, T., Polkey, M., Rabinovich, R. A., Vogiatzis, I., Weisman, I., & Kulich, K. (2013). Improving physical activity in COPD: towards a new paradigm. *Respiratory research*, 14(1), 115. <https://doi.org/10.1186/1465-9921-14-115>
- (8) Burge, A. T., Cox, N. S., Abramson, M. J., & Holland, A. E. (2020). Interventions for promoting physical activity in people with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *The Cochrane library*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012626.pub2>
- (9) Córdova, A. (2003). *Fisiología dinámica*. Masson, S.A.
- (10) Gómez, W. C. (2012). *Fisiología respiratoria: lo esencial en la práctica clínica*. El Manual Moderno.
- (11) Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2021). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2020/11/GOLD-REPORT-2021-v1.1-25Nov20_WMV.pdf.
- (12) Tounsi, B., Acheche, A., Lelard, T., Tabka, Z., Trabelsi, Y., & Ahmaidi, S. (2021). Effects of specific inspiratory muscle training combined with whole-body endurance training program on balance in COPD patients: Randomized controlled trial. *PloS one*, 16(9), e0257595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257595>
- (13) Fernández-Lázaro, D., Gallego-Gallego, D., Corchete, L. A., Fernández Zoppino, D., González-Bernal, J. J., García Gómez, B., & Mielgo-Ayuso, J. (2021). Inspiratory Muscle

Training Program Using the PowerBreath®: Does It Have Ergogenic Potential for Respiratory and/or Athletic Performance? A Systematic Review with Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 6703. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136703>

(14) Fernández-Lázaro, D., Corchete, L. A., García, J. F., Jerves Donoso, D., Lantarón-Caeiro, E., Cobreros Mielgo, R., Mielgo-Ayuso, J., Gallego-Gallego, D., & Seco-Calvo, J. (2022). Effects on Respiratory Pressures, Spirometry Biomarkers, and Sports Performance after Inspiratory Muscle Training in a Physically Active Population by Powerbreath®: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biology*, 12(1), 56. <https://doi.org/10.3390/biology12010056>

(15) Vázquez-Gandullo, E., Hidalgo-Molina, A., Montoro-Ballesteros, F., Morales-González, M., Muñoz-Ramírez, I., & Arnedillo-Muñoz, A. (2022). 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5564. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095564>

(16) Asociación de Pacientes con EPOC. (s.f.). APEPOC - Asociación de Pacientes con EPOC. <https://www.apepoc.es/index.php>

(17) Yepes-Núñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M., & Fernández, S. A. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

(18) Da Costa Santos, C. M., De Mattos Pimenta, C. A., & Nobre, M. R. C. (2007). The PICO Strategy for the Research question Construction and Evidence search. *Revista Latinoamericana De Enfermagem*, 15(3), 508-511. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692007000300023>

(19) López, J. B. C. (2015). *Lectura crítica de la evidencia clínica*. Elsevier Health Science.

(20) Moseley, A. M., Elkins, M. R., Van der Wees, P. J., & Pinheiro, M. B. (2020). Using research to guide practice: The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Brazilian journal of physical therapy*, 24(5), 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.11.002>

(21) Higgins, J. P., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Savovic, J., Schulz, K. F., Weeks, L., Sterne, J. A., Cochrane Bias Methods Group, & Cochrane Statistical Methods Group. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 343, d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>

(22) Beaumont, M., Mialon, P., Le Ber-Moy, C., Lochon, C., Péran, L., Pichon, R., Gut-Gobert, C., Leroyer, C., Morelot-Panzini, C., & Couturaud, F. (2015). Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chronic respiratory disease*, 12(4), 305–312. <https://doi.org/10.1177/1479972315594625>

(23) Beaumont, M., Mialon, P., Le Ber, C., Le Mevel, P., Péran, L., Meurisse, O., Morelot-Panzini, C., Dion, A., & Couturaud, F. (2018). Effects of inspiratory muscle training on dyspnoea in severe COPD patients during pulmonary rehabilitation: controlled randomised

trial. The European respiratory journal, 51(1), 1701107.
<https://doi.org/10.1183/13993003.01107-2017>

(24) Charususin, N., Gosselink, R., Decramer, M., Demeyer, H., McConnell, A., Saey, D., Maltais, F., Derom, E., Vermeersch, S., Heijdra, Y. F., van Helvoort, H., Garms, L., Schneeberger, T., Kenn, K., Gloeckl, R., & Langer, D. (2018). Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. *Thorax*, 73(10), 942–950.
<https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211417>

(25) Formiga MF, Roach KE, Vital I, Urdaneta G, Balestrini K, Calderon-Candelario RA, Campos MA, Cahalin LP. (2018). Reliability and validity of the test of incremental respiratory endurance measures of inspiratory muscle performance in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2018;13:1569-1576
<https://doi.org/10.2147/COPD.S160512>

(26) Formiga MF, Dosbaba F, Hartman M, Batalik L, Plutinsky M, Brat K, Ludka O, Cahalin LP. (2020). Novel versus Traditional Inspiratory Muscle Training Regimens as Home-Based, Stand-Alone Therapies in COPD: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2020;15:2147-2155
<https://doi.org/10.2147/COPD.S266234>