

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA**



**Efectividad de los programas de rehabilitación pulmonar mediante el entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con EPOC. Revisión bibliográfica.**

**AUTOR:** MARTÍNEZ MARTÍNEZ, NOELIA.

**N.º expediente.** 2081.

**TUTOR.** MEDINA FERRER, ELISA ISABEL.

**Departamento de Patología y Cirugía (Área de Cirugía).**

**Curso académico** 2019 – 2020.

**Convocatoria de Junio.**



## **TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MATERIAL Y MÉTODOS	7
3. RESULTADOS	8
4. DISCUSIÓN	8
5. CONCLUSIÓN	10
6. ANEXOS	11
7. BIBLIOGRAFÍA DE LA REVISIÓN	26
8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL	28



## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

### **Introducción.**

La EPOC es una enfermedad infradiagnosticada y con una elevada morbimortalidad, que constituye la tercera causa de mortalidad a nivel mundial debido, principalmente, a una mayor prevalencia del tabaquismo, suponiendo un problema de salud pública importante.

### **Objetivo/s.**

El objetivo de esta revisión fue analizar la efectividad de un programa de rehabilitación pulmonar que incluya un programa de entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con EPOC.

### **Material y métodos.**

Se ha realizado una revisión bibliográfica en la base de datos PubMed, de los artículos publicados en los últimos 5 años.

### **Resultados.**

Se encontraron 14 artículos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

### **Conclusiones.**

El EMI provoca un aumento de la P<sub>I</sub>max, pero no siempre va asociado a la mejora de la clínica de pacientes con EPOC.

### **Palabras clave.**

Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, rehabilitación pulmonar, entrenamiento muscular inspiratorio.

## **ABSTRACT**

### **Introduction.**

COPD is an underdiagnosed disease with high morbidity and mortality. It is the third most frequent cause of death worldwide, due to a higher prevalence of smoking. This represents a major public health problem.

### **Objetives.**

The objective of this review was to analyze the effectiveness of a pulmonary rehabilitation program that includes an inspiratory muscle training program in patients with COPD.

### **Material and methods.**

A bibliographic review was done with PubMed database of articles published in the last 5 years.

### **Results.**

We found 14 articles after applying the inclusion and exclusion criteria.

### **Conclusions.**

IMT causes an increase in P<sub>I</sub>max, but it is not always associated with an improvement in the clinical condition of patients with COPD.

### **Keywords.**

Chronic Obstructive Pulmonary Disease, pulmonary rehabilitation, inspiratory muscle training.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

6MWT Six minutes Walking Test

BDI Índice de Disnea Basal

PBD Prueba Broncodilatadora

CAT COPD Assessment Test

CCQ Clinical COPD Questionnaire

CET Entrenamiento con Cicloergómetro

COPD Chronic Obstructive Pulmonary Disease

CPET Cardiopulmonary Exercise Testing

CRQ Chronic Respiratory Questionnaire

DLCO Diffusing capacity of the Lungs for Carbon monoxide

EMGdi Electromiografía de diafragma

EMI Entrenamiento Muscular Inspiratorio

EMR Entrenamiento Muscular Respiratorio

EPOC Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

ERCDC Entrenamiento respiratorio combinado en diferentes ciclos

ERCMC Entrenamiento respiratorio combinado en el mismo ciclo

FC Frecuencia Cardíaca

FEV1 Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo

FFMI Fat Free Mass Index

FIV1 Volumen Inspiratorio Forzado en 1 segundo

FM Fuerza Muscular

FMI Fuerza Muscular Inspiratoria

FR Frecuencia Respiratoria

HADS Hospital Anxiety and Depression Scale

CI Capacidad Inspiratoria

IMC Índice de Masa Corporal

MDP Perfil Multidimensional de Disnea

mMRC Modified Medical Research Council

MTL Mechanical Threshold Loading

MVV Ventilación Voluntaria Máxima

OMS Organización Mundial de la Salud

PA Presión Arterial

PEFR Peak Expiratory Flow Rate

PRP Programa de Rehabilitación Pulmonar

QoL Quality of Life

RP Rehabilitación Pulmonar

SGRQ Saint George's Respiratory Questionnaire

TDI Índice de Disnea de Transición

TFRL Tapered Flow Resistive Loading

TIRE Test of Incremental Respiratory Endurance

TLC Tidal Lung Capacity

Tlim Endurance Capacity of Inspiratory Muscles



## 1. INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es una afección respiratoria común, prevenible y tratable. Se caracteriza por una limitación al flujo aéreo persistente que se manifiesta con disnea y se asocia a una respuesta inflamatoria crónica anormal en la vía aérea y el pulmón a partículas nocivas, principalmente, al humo del tabaco. (1) Es una enfermedad incurable, pero el tratamiento puede aliviar los síntomas, mejorar la calidad de vida y reducir el riesgo de defunción. (2)

La EPOC resulta de una interacción compleja entre los genes y el medio ambiente. Fumar es el principal factor de riesgo ambiental para la EPOC, pero también hay otros factores de riesgo involucrados, como el sexo, la edad, tener asma o el estado socioeconómico. (3)

Para diagnosticarla no es suficiente con una espirometría, esta debe utilizarse como prueba de confirmación ante la sospecha diagnóstica en un paciente que presente síntomas respiratorios y es o ha sido fumador. En otros casos menos frecuentes, puede haber un historial de exposición a otros agentes tóxicos o una historia familiar de EPOC. (1)

Los síntomas suelen hacerse evidentes después de los 40-50 años, tienen un desarrollo lento. (3)

Los principales son disnea, tos y expectoración, pero existe una gran heterogeneidad clínica, pudiendo definir diversos fenotipos con repercusión clínica, pronóstica y terapéutica. También pueden presentarse otros síntomas inespecíficos, como sibilancias u opresión torácica, y en los estadios avanzados de la enfermedad son comunes la pérdida de peso, la anorexia y los síntomas de depresión y ansiedad. (4)

En la mayoría de los pacientes, la EPOC coexiste con otras enfermedades crónicas concomitantes significativas, que aumentan su morbilidad y mortalidad, (3) y es típica la presencia de exacerbaciones, que pueden dar lugar a la necesidad de atención médica urgente o, incluso, la muerte. Para estos pacientes las actividades diarias pueden volverse muy difíciles a medida que la afección empeora gradualmente. (2)



Es una enfermedad infradiagnosticada y supone un problema de salud pública importante por su alta prevalencia, elevada morbimortalidad y costes socioeconómicos. La EPOC causó tres millones de fallecimientos en 2016, constituyendo la tercera causa de mortalidad a nivel mundial (4, 5). Y se espera que la prevalencia de la EPOC aumente en los próximos años a causa de la mayor prevalencia de tabaquismo y al envejecimiento de la población en muchos países, estimando que para 2060 puedan haber más de 5,4 millones de muertes anuales por EPOC y afecciones relacionadas. (3, 5)

El manejo de los pacientes con EPOC inestable incluye el tratamiento no farmacológico, el tratamiento farmacológico y otras medidas terapéuticas. (1)

La rehabilitación pulmonar (RP) se define, según la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS), como “una intervención integral basada en una evaluación exhaustiva del paciente, seguida de terapias personalizadas que incluyen, entre otras, entrenamiento físico, educación y cambio del comportamiento, diseñadas para mejorar la condición física y psicológica de las personas con enfermedad respiratoria crónica y para promover la adherencia a largo plazo a comportamientos que mejoran la salud”. El equipo encargado de llevar a cabo la RP debe ser un equipo interdisciplinar, formado por médicos y otros profesionales de la salud, como pueden ser psicólogos, nutricionistas o fisioterapeutas. (6)

Siendo la disnea el síntoma más relevante de esta patología por su impacto en la calidad de vida de los pacientes, nos hemos centrado en indagar en la literatura reciente sobre el entrenamiento muscular inspiratorio (EMI), ya que este ha demostrado en el pasado tener un efecto positivo sobre la presión inspiratoria máxima (P<sub>Imax</sub>), el cual está asociado a una disminución de la sensación de disnea. (7) En resumen, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre la efectividad de la rehabilitación pulmonar con un EMI en pacientes con EPOC, tanto asilado como asociado a otras intervenciones.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología ha consistido en la realización de una búsqueda bibliográfica utilizando la base de datos PubMed. Se han incluido todos los artículos publicados en los últimos 5 años, introduciendo dos límites: que los artículos traten únicamente sobre la especie humana y que estén redactados en inglés o español.

Han sido utilizadas las siguientes palabras clave: “*pulmonary disease, chronic obstructive*”, “*physical therapy techniques*” y “*breathing exercises*” obtenidas a través del *Medical Subject Headings (Mesh) Database* y combinadas con el operador booleano AND, con la intención de entrecruzarlas para obtener las publicaciones relacionadas con el tema.

Tras introducir los límites, se obtuvieron un total de 84 artículos científicos, de los cuales 68 fueron excluidos en base a los criterios de inclusión y exclusión. Y, finalmente fueron seleccionados 14 artículos para la revisión. (FIGURA 1)

Criterios de inclusión:

- Artículos completos
- Datos de 2015 hasta 2020
- Humanos
- Redactados en inglés o español
- Pacientes afectados de EPOC
- PRP que incluya entrenamiento muscular inspiratorio

Criterios de exclusión:

- Otros tipos de tratamiento respiratorio
- Artículos que sobrepasen el año 2015
- Revisiones bibliográficas o sistemáticas
- Artículos en un idioma distinto a inglés o español

### 3. RESULTADOS

Esta revisión consta de 14 ensayos clínicos que, en total, comprenden el tratamiento de 1465 pacientes con EPOC, incluyendo tanto grupos de intervención como grupos de control.

En el anexo “TABLA 1” se encuentran las tablas con los resultados de todos estos artículos.

### 4. DISCUSIÓN

Según el objetivo de este TFG, el cual ha sido investigar y conocer la efectividad del EMI como tratamiento para pacientes con EPOC, los resultados evidencian que pueden mejorar algunos de los signos y síntomas con los que cursa esta patología. Sin embargo, no se puede hacer una recomendación general introduciéndolo en un programa de RP, ya que los resultados hallados son bastante variados, dependiendo del tipo de población y la gravedad de la patología.

El resultado más homogéneo que se ha hallado ha sido el aumento significativo del valor de la P<sub>Imax</sub> en todos los pacientes que han recibido un tratamiento que incluía EMI, a excepción del ensayo de Beaumont M y cols (1'), en el que solo participaron pacientes sin debilidad muscular inspiratoria (P<sub>Imax</sub> > 60 cmH<sub>2</sub>O), el cual no ha mostrado un cambio significativo para este valor.

Xu W y cols (2') demuestra que realizar un entrenamiento combinado podría fortalecer la musculatura inspiratoria y espiratoria, mientras que un EMI solo muestra cambios sobre la P<sub>Imax</sub>. Teniendo en este estudio mejores resultados los pacientes con debilidad muscular inspiratoria. Por este motivo recomienda un entrenamiento combinado.

En relación con este aumento de la fuerza muscular inspiratoria se asocian los cambios obtenidos en los cuestionarios de disnea utilizados, aunque estos resultados no han sido homogéneos. Se han utilizado diversos test para medir este síntoma, como la escala de disnea de Borg, el mMRC o el MDP. De los 11 artículos que han valorado este parámetro, solamente en 6 de ellos se obtuvo una disminución significativa de la sensación de disnea en los pacientes con EPOC que realizaron EMI frente a los pacientes de grupos control. Y, cabe destacar a, Beaumont M et al (1') que encontró una

mejora significativa en los resultados del MDP en el subgrupo de pacientes con FEV1<50% predicho en comparación con los pacientes con FEV1>50% predicho.

El test funcional 6MWT es muy recurrido para la evaluación de este tipo de pacientes, ha sido empleado en 8 de los artículos revisados, siendo Wang K y cols (3') el único que obtuvo una mejora significativa al comparar los dos grupos de intervención con el grupo control. En el resto de los estudios también hubo una mejora en el grupo de intervención, pero esta no fue estadísticamente significativa.

Con respecto a la calidad de vida de los pacientes con EPOC, la mitad de los artículos han utilizado cuestionarios para cuantificarla, obteniendo en ellos como resultado que todos los grupos que recibieron EMI tuvieron una mejora significativa en este aspecto, aunque no en todos los casos fue estadísticamente diferente al grupo control y se ha observado heterogeneidad en los resultados en base al sexo, edad, gravedad de la enfermedad, etc.

Todo ello sugiere que el EMI no ha demostrado provocar mejores resultados clínicos que otras técnicas de tratamiento en este tipo de pacientes, principalmente en los que cursan con una enfermedad leve sin debilidad muscular inspiratoria. Por este motivo, no se puede hacer una recomendación general para un PRP que incluya EMI para todos los pacientes con EPOC, Schultz K y cols (4').

## 5. CONCLUSIÓN

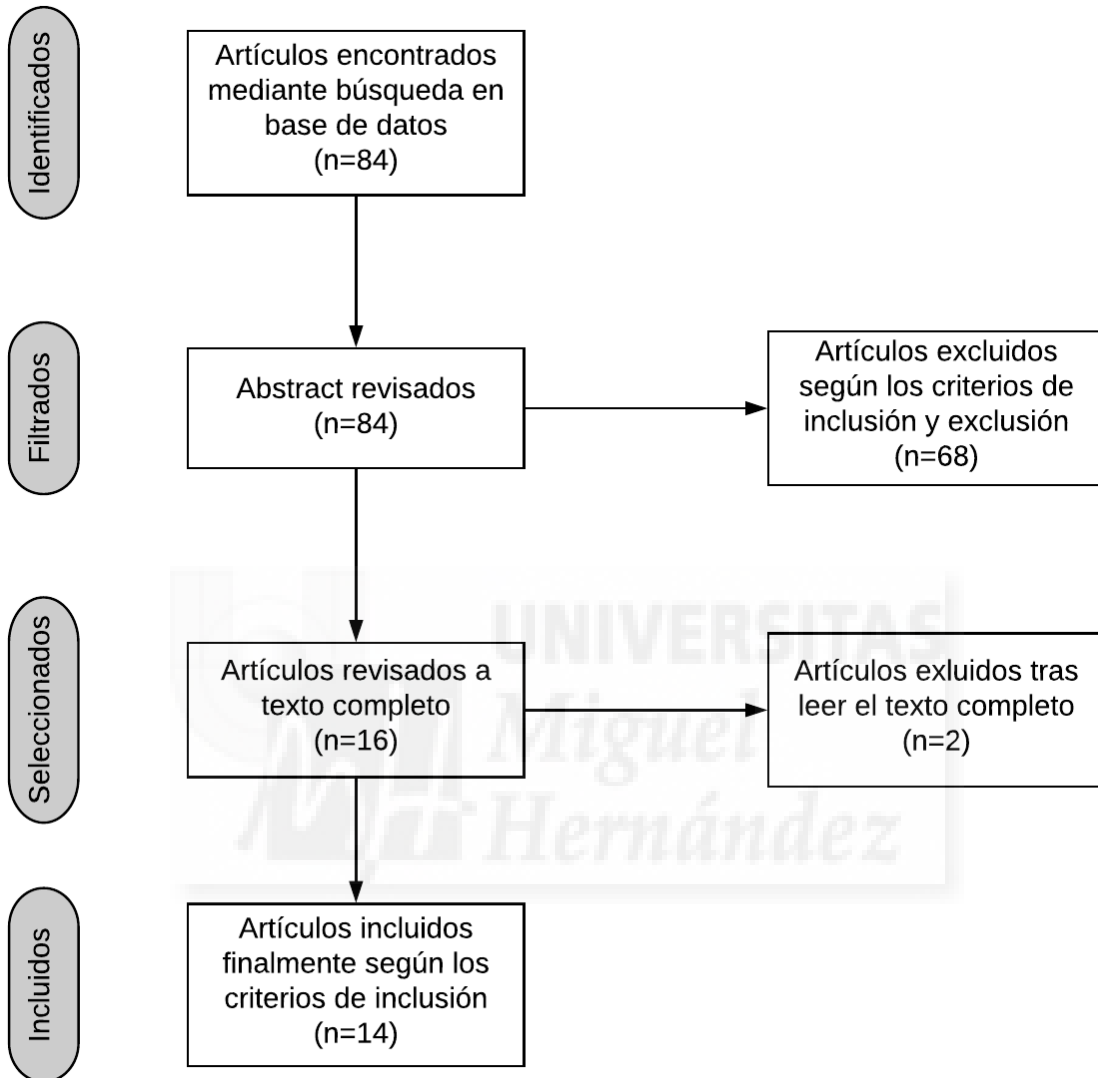
Tras analizar estos artículos científicos, podemos afirmar que el EMI provoca un aumento en la P<sub>Imax</sub>, traduciéndose esto a una mejora en la fuerza muscular inspiratoria, más específicamente del diafragma, en pacientes con EPOC. Pero no podemos confirmar que la mejora de este parámetro se traduzca en mejoras en la clínica de todos los pacientes con EPOC, ya que se han obtenido resultados bastante heterogéneos, existiendo subgrupos que responden mejor a este tratamiento, como son los pacientes que presentan una debilidad muscular inspiratoria ( $P_{Imax} \leq 60$  cmH<sub>2</sub>O) o un FEV<sub>1</sub> < 50% del predicho.

Por lo que, actualmente, el EMI debe ser empleado como un entrenamiento complementario en el tratamiento de la EPOC.



## 6. ANEXOS

FIGURA 1. PRISMA: Diagrama de flujo.



**TABLA 1:** Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica.

Artículo 1':

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial.	Demostrar la efectividad del EMI en la disnea utilizando la escala de Borg y el cuestionario de perfil de disnea multidimensional al final del 6MWT en pacientes con EPOC con P <sub>I</sub> max promedio preservada de 85 cmH <sub>2</sub> O	Ensayo aleatorizado	En un análisis no ajustado, no se encontró que el EMI estuviera asociado con una mejoría de la disnea o de la P <sub>I</sub> max, excepto una mejora significativa de 2 ítems de la escala MDP en el grupo EMI. En pacientes con EPOC grave, ambos grupos fueron homogéneos. 5 ítems del cuestionario MDP mejoraron significativamente en el grupo de EMI en comparación con el grupo control. En pacientes con EPOC leve ningún ítem del cuestionario MDP mejoró significativamente en el grupo de EMI en comparación con el grupo control.	El EMI no mejoró significativamente la disnea ni parámetros funcionales en pacientes con EPOC con P <sub>I</sub> max >60 cmH <sub>2</sub> O. Sin embargo, en el subgrupo de pacientes con FEV <sub>1</sub> <50%, el cuestionario MDP mejoró significativamente. Lo que indica que el EMI puede traer beneficios perceptivos, aunque la P <sub>I</sub> max no aumente.
2015		Muestra: n=32 Diagnóstico de EPOC Sin debilidad muscular inspiratoria		
Beaumont M, Mialon P, Le Ber-Moy C y cols (1').		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo EMI: EMI con Threshold EMI con una resistencia del 40% del P <sub>I</sub> max. Grupo control: ejercicio aeróbico en bicicleta ergométrica y en cinta de correr, fortalecimiento de las extremidades, programa educativo terapéutico, programa para dejar de fumar y consejos sociopsicológicos y dietéticos.  Cada paciente realizó 5 sesiones semanales durante 3 semanas.		
		Valoración: - MDP - Escala de Borg - 6MWT - P <sub>I</sub> max - FEV <sub>1</sub>		

Artículo 2’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Combination of inspiratory and expiratory muscle training in same respiratory cycle versus different cycles in COPD patients: a randomized trial.	Explorar los efectos de rehabilitación de EMI, ERCMC y ERCDC.	Ensayo aleatorizado, abierto y controlado. Doble ciego	El EMR mejoró la PImax, pero no se encontraron diferencias significativas en la PImax entre los grupos de EMI, ERCMC, ERCDC. La PEmax fue mayor en el grupo de ERCMC y ERCDC que en el de EMI y en el entrenamiento simulado. Los grupos no mostraron diferencias en los síntomas y las escalas de calidad de vida entre ellos.	Los patrones de ERCMC y ERCDC mejoraron la FM inspiratoria y espiratoria, mientras que con el EMI solo aumentó la PImax.
2018		Muestra: n=92 Diagnóstico de EPOC. Debilidad de los músculos inspiratorios.		
Xu W, Li R, Guan L y cols (2’).		Se dividió a los pacientes en 4 grupos. Grupo A: entrenamiento placebo. Grupo B: EMI. Grupo C: ERCMC. Grupo D: ERCDC.  Cada paciente realizó 7 sesiones semanales durante 8 semanas  Valoración: - Espirometría - SGRQ - PImax - CAT - mMRC - HADS - Neumotacografía - Índice BODE - 6MWT		



Artículo 3’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Cycle ergometer and inspiratory muscle training offer modest benefit compared with cycle ergometer alone: a comprehensive assessment in stable COPD patients.</p>	<p>Evaluar exhaustivamente si el CET y el EMI combinados conduciría a beneficios adicionales en comparación con CET solo en pacientes con EPOC. Además, el efecto de la rehabilitación pulmonar se comparó entre pacientes con y sin debilidad muscular respiratoria.</p>	<p>Estudio prospectivo aleatorizado y controlado.</p>	<p>La FMI, la capacidad de ejercicio, la capacidad inspiratoria, la disnea, la calidad de vida, la depresión, la ansiedad y el estado nutricional mejoraron en los grupos de entrenamiento combinado y CET en comparación con el grupo control después del programa de RP. La FMI aumentó significativamente en el grupo de entrenamiento combinado en comparación con la del grupo CET. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en los otros índices entre los dos grupos. Los pacientes con debilidad de los músculos respiratorios en el grupo de entrenamiento combinado no obtuvieron mayores beneficios que aquellos sin debilidad muscular inspiratoria.</p>	<p>El entrenamiento combinado es más efectivo que el CET solo para aumentar la FMI. El EMI puede no ser útil cuando se combina con CET en pacientes con debilidad muscular inspiratoria. El estado nutricional tuvo un ligero impacto en los efectos de la RP. Un enfoque de evaluación integral puede ser más objetivo para evaluar los efectos de la combinación de CET y EMI.</p>
<p>2017</p>		<p>Muestra: n=81 Diagnóstico de EPOC estable &gt;40 años</p>		
<p>Wang K, Zeng GQ, Li R y cols (3’).</p>		<p>Se dividió a los pacientes en 3 grupos. Grupo de entrenamiento combinado: CET y EMI. Grupo CET: solo CET. Grupo control: caminata libre.</p> <p>Cada paciente realizó 3 sesiones semanales durante 8 semanas.</p> <p>Valoración: - Escala de Borg - mMRC - P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max - CAT - 6MWT - SGRQ - CPET - HADS - Espirometría - IMC y FFMI</p>		

Artículo 4’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Inspiratory muscle training does not improve clinical outcomes in 3-week COPD rehabilitation: results from a randomised controlled trial.	Comprobar si el EMI rutinario introducido en un programa de RP de 3 semanas mejora la PImax en comparación con un grupo control que recibe RP y EMI simulado. Comprobar si el EMI mejora la función pulmonar, disnea, capacidad funcional y calidad de vida.	Ensayo controlado aleatorizado	Ambos grupos mejoraron significativamente en la PImax. El grupo de intervención mejoró significativamente más que el grupo control. El grupo de intervención también mejoró significativamente más en FIV1. Los resultados secundarios mejoraron significativamente en ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos.	El EMI rutinario introducido en un programa de RP intensiva de 3 semanas mejora la PImax y la FIV1. Sin embargo, para toda la muestra, el EMI no mejoró la capacidad funcional, la disnea o la calidad de vida. Por lo que no se puede hacer una recomendación general para incluir EMI en una RP de 3 semanas para todos los pacientes con EPOC. En cuanto a los subgrupos, el EMI mejoró aspectos de la calidad de vida, pero no en hombres o en pacientes con exacerbaciones agudas.
2018		Muestra: n=561 Diagnóstico de EPOC de moderada a muy grave		
Schultz K, Jelusic D, Wittmann M et al.		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo de intervención: RP y EMI con POWERbreathe. Grupo control: RP y simulación de EMI.  Cada paciente recibió 3 semanas de tratamiento  Valoración: - PImax - 6MWT - BDI y TDI - SGRQ - CAT - CCQ - Espirometría - Pletismografía		

Artículo 5°:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Physiotherapeutic approaches and the effects on inspiratory muscle force in patients with chronic obstructive pulmonary disease in the pre-operative preparation for abdominal surgical procedures.</p>	<p>Mejorar la capacidad fisioterapéutica y muscular en la inspiración muscular pulmonar obstructiva crónica en la preparación preoperatoria de cirugías abdominales.</p>	<p>Estudio retrospectivo y documental con SNIPE.</p>	<p>Ambos grupos mejoraron sus valores de P<sub>I</sub>max. El grupo A tuvo un aumento más significativo de P<sub>I</sub>max. El grupo B presentó mejores resultados, mostrando más homogeneidad.</p>	<p>Las técnicas modernas y tradicionales de limpieza bronquial asociadas al entrenamiento muscular inspiratorio han resultado ser igualmente efectivas en la ganancia de FM inspiratoria. Por lo tanto, ambos pueden usarse en pacientes preoperatorios con EPOC.</p>
		<p>Muestra: n=100 Diagnóstico de EPOC Hombres 55-70 años Candidatos a operación abdominal</p>		
		<p>Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo A: técnicas modernas de movilidad para el aclaramiento bronquial y fortalecimiento de los músculos respiratorios con IMT Grupo B: Maniobras clásicas y fortalecimiento de los músculos respiratorios con Respirom.</p> <p>Cada paciente realizó 20 sesiones en total.</p>		
<p>2019</p>				
<p>Kalil-Filho FA, Campos ACL, Tambara EM y cols (5°).</p>		<p>Valoración: - Espirometría</p>		

Artículo 6’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial.	Evaluar el efecto de un programa regular de EMI en la modulación autonómica medida por la variabilidad del ritmo cardíaco, la capacidad de ejercicio y la función respiratoria en sujetos con EPOC.	Ensayo de centro único, aleatorizado y controlado.	El grupo de intervención mostró mejoras en la modulación autónoma cardíaca, con un aumento de la modulación vagal; aumento de la capacidad espiratoria e inspiratoria y aumento de la distancia en 6MWT.	12 semanas de EMI al 30% de la PImax aumentaron la modulación autónoma cardíaca, la capacidad espiratoria e inspiratoria y la capacidad de ejercicio en sujetos con EPOC.
2019		Muestra: n=22 Diagnóstico de EPOC Debilidad muscular inspiratoria PImax<70% Tratamiento farmacológico estable		
Cultrim ALC, Duarte AAM, Silva-Filho AC y cols (6’).		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo de intervención: EMI. Grupo control: no recibió intervención.  Cada paciente realizó 3 sesiones semanales durante 12 semanas.		
		Valoración: - Espirometría - PImax - Intervalo RR - PA - 6MWT		

Artículo 7':

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD.	Investigar si el EMI complementario puede mejorar los beneficios de la RP en pacientes con EPOC.	Ensayo controlado aleatorizado y doble ciego.	No hubo diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de intervención en las mejoras en el 6MWT. Los pacientes que completaron las evaluaciones en el grupo de intervención lograron mayores ganancias en la FMI y la resistencia que los pacientes del grupo control. Se observó una mejora adicional de 75 segundos y reducciones significativas en la escala de disnea de Borg en la prueba de resistencia de ciclismo.	Las mejoras en la función muscular respiratorias después del EMI complementario no fueron reflejadas en el 6MWT. Se observaron ganancias adicionales en el tiempo de resistencia y reducciones en los síntomas de disnea durante una prueba de resistencia de ciclismo.
2018		Muestra: n=219 Diagnóstico de EPOC Debilidad de los músculos inspiratorios		
Charususin N, Gosselink R, Decramer M y cols (7').		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo de intervención: EMI y RP. Grupo control: EMI simulada y RP.  Cada paciente realizó entre 20 y 36 sesiones.  Valoración: - 6MWT - Espirometría - PImax - Escala de Borg - CRQ - DLCO - mMRC - Maximal incremental cycle ergometry test - PA		

Artículo 8’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD.  2018  Langer D, Ciavaglia C, Faisal, A y cols (8’).	Identificar mecanismos fisiológicos de mejora en la disnea y la resistencia al ejercicio después del EMI en pacientes con EPOC y PImax baja.	Ensayo controlado y aleatorizado.  Muestra: n=20 Diagnóstico de EPOC de moderada a muy grave PImax <70 cmH2O  Se dividió a los pacientes en 2 grupos. Grupo de intervención: EMI. Grupo control: entrenamiento simulado.  Cada paciente realizó 7 sesiones semanales durante 8 semanas.  Valoración: - Escala de Borg - Espirometría - PImax - Prueba de ejercicio en bicicleta - MRC - Pletismografía corporal - CPET - EMGdi	El EMI, en comparación con el grupo control, se asoció con mayores aumentos en la fuerza y resistencia muscular inspiratoria, con mejoras concomitantes en la disnea de esfuerzo y el tiempo de resistencia al ejercicio. Después del EMI, la EMGdi disminuyó sin un cambio significativo en la ventilación, presión inspiratoria corriente, el patrón de respiración o los volúmenes pulmonares durante el ejercicio.	El EMI mejoró la fuerza y resistencia muscular inspiratoria en pacientes con compromiso mecánico con EPOC y PImax baja. La reducción concomitante en EMGdi/EMGdimax ayudó a explicar la disminución de la incomodidad respiratoria percibida, a pesar de la ventilación sostenida y la carga mecánica intrínseca durante un período de ejercicio más prolongado.

Artículo 9’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Effects of inspiratory muscle training on dyspnoea in severe COPD patients during pulmonary rehabilitation: controlled randomised trial.	Demostrar que el EMI realizado durante la RP se asocia a una mejora en la disnea al final del 6MWT. Evaluar el efecto del EMI sobre la disnea según estratos predefinidos y puntos secundarios.	Ensayo simple ciego, controlado y aleatorizado.	La disnea mostró una disminución significativa en ambos grupos, pero no fue estadísticamente diferente entre los dos grupos. La P <sub>I</sub> max aumentó más en el grupo de intervención que en el control. La mejora de la calidad de vida no fue diferente entre los dos grupos. No hubo diferencias significativas para ninguno de los parámetros funcionales.	En pacientes con EPOC grave o muy grave no se encontró que la RP con EMI fuera superior a la RP sin EMI en términos de disnea, calidad de vida o mejora de la capacidad de ejercicio (6MWT), a pesar de una mejora significativamente mayor de la P <sub>I</sub> max en el grupo con EMI.
2018		Muestra: n=149 Diagnóstico de EPOC de grave a muy grave FEV1 < 50%		
Beaumont M, Mialon P, Le Ber C y cols (9’).		Se dividió a los pacientes en 2 grupos. Grupo de intervención: siguió un programa de RP estándar asociado a EMI. Grupo control: el mismo programa de RP, pero sin EMI.  Cada paciente realizó 5 sesiones semanales durante 4 semanas.  Valoración: - MDP - SGRQ - 6MWT - P <sub>I</sub> max - mMRC - Espirometría - Escala de Borg		

Artículo 10’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial.	Evaluar los efectos de los cambios en el patrón de respiración diaria en pacientes con EPOC estable, excluyendo los factores de confusión de la movilización del músculo inspiratorio, con la misma intensidad de carga en el entrenamiento inspiratorio.	Ensayo aleatorizado y controlado.	A las 8 semanas no hubo diferencias significativas en la P <sub>I</sub> max entre el grupo 1 y el grupo 2. La puntuación del CRQ y el TDI mejoraron significativamente después de cada programa en comparación con el control, y el entrenamiento del grupo 1 fue significativamente mejor. No hubo una mejora significativa entre los tres grupos en los valores de FEV <sub>1</sub> , TLC y CI. Los grupos 1 y 2 mostraron un aumento significativo en la FMI, pero no había diferencia significativa entre ellos. El grupo control no consiguió cambios en estos parámetros.	En los grupos 1 y 2 el EMI a una intensidad del 60% de la P <sub>I</sub> max mostraron un efecto terapéutico en pacientes con EPOC estable de moderada a muy grave con debilidad muscular inspiratoria. El grupo 1 fue superior al 2 en la mejora de la FMI, la calidad de vida, el grado de disnea y la capacidad de ejercicio en este tipo de pacientes.
2017		Muestra: n=60 Diagnóstico de EPOC de moderada a muy severa. Debilidad muscular inspiratoria. PBD negativa		
Wu W, Guan L, Zhang X y cols (10’).		Se dividió a los pacientes en 3 grupos: Grupo 1: EMI de carga resistiva (R-EMI). Grupo 2: EMI de carga umbral (U-EMI). Grupo 3: control.  Cada paciente realizó 8 semanas de tratamiento.  Valoración: - P <sub>I</sub> max - Presión bucal - Espirometría - CRQ - BDI y TDI - Prueba de ejercicio gradual en cicloergómetro		



Artículo 11’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised experimental study.	Investigar los efectos del EMI umbral en pacientes asiáticos con EPOC de moderada a muy grave utilizando PImax, BDI, 6MWT y QoL.	Estudio experimental aleatorizado.	La PImax media, el 6MWT y el BDI mejoraron en el grupo experimental significativamente con respecto al grupo control.	El EMI umbral puede reducir las dificultades de los pacientes con respecto a las actividades diarias, reduciendo así la carga sobre la familia y mejorando el pronóstico en pacientes con EPOC de moderada a muy severa.
2017		Muestra: n=55 Diagnóstico de EPOC de moderado a muy grave		
Chuang HY, Chang HY, Fang YY y cols (11’).		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo experimental: tratamiento médico y atención rutinaria junto con 5 sesiones de EMI umbral por semana, progresando en el umbral de presión durante 8 semanas. Grupo control: tratamiento médico y atención rutinaria.		
		Valoración: - PImax - BDI - 6MWT - SF- 36 QoL		

Artículo 12’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness.  2016	Comparar los efectos del EMI y los ejercicios de calistenia y respiración asociados con el entrenamiento físico en sujetos con EPOC como un beneficio adicional de la fuerza y la resistencia de los músculos inspiratorios, la movilidad toracoabdominal, la capacidad de ejercicio físico y reducción de la disnea al esfuerzo. Se comparó entre sujetos con y sin debilidad muscular respiratoria.	Estudio prospectivo aleatorizado.  Muestra: n=25 Diagnóstico de EPOC de moderada a muy severa Clínicamente estables	Hubo una mejoría significativa en ambos grupos de fuerza y resistencia muscular respiratoria, movilidad toracoabdominal y distancia de caminata en el 6MWT. Hubo una disminución en la disnea en el 6MWT. Obtuvo mejores resultados el grupo de EMI y los pacientes con debilidad muscular respiratoria tuvieron mayores ganancias en la fuerza y resistencia muscular inspiratoria.	Los dos grupos aumentaron su capacidad de ejercicio y disminuyeron la disnea durante el esfuerzo físico. Pero el EMI fue más efectivo para aumentar la fuerza y resistencia muscular inspiratoria, lo que podría provocar la disminución de la sensación de disnea. Los sujetos con debilidad muscular respiratoria que realizaron el EMI tuvieron mayores ganancias en la fuerza y resistencia muscular inspiratoria, pero no en la disnea ni en la capacidad de ejercicio submáxima.
Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VA, Labadessa IG y cols (12’).		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo de EMI. Grupo de ejercicios de calistenia y respiración.  Cada paciente realizó 4 meses de tratamiento.		
Valoración: - Espirometría - PImax - 6MWT - Prueba de esfuerzo en cinta de correr - mMRC - Escala de Borg				

Artículo 13’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Efficacy of a Novel Method for Inspiratory Muscle Training in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease.	Comparar la eficacia de un protocolo de EMI breve, en gran parte no supervisado, realizado con MTL o TFRL sobre la función muscular inspiratoria en pacientes con EPOC.	Ensayo aleatorizado controlado. Simple ciego.	Más del 90% de las sesiones del EMI se completaron en ambos grupos. El grupo TFRL toleró cargas más altas durante las últimas 3 semanas del programa de EMI, con puntajes de esfuerzo similares en la escala de Borg, y logró mayores mejoras en P <sub>Imax</sub> y T <sub>lim</sub> que el grupo MTL.	El protocolo mejoró significativamente la función muscular inspiratoria en ambos grupos y es una alternativa a los protocolos de EMI tradicionales en esta población. Los participantes del grupo TFRL toleraron mayores cargas de entrenamiento y lograron mejoras más grandes en la función muscular inspiratoria que los del grupo MTL.
2015		Muestra: n=19 Diagnóstico de EPOC estable Con debilidad muscular inspiratoria < 75 años FEV1<65% del predicho		
Langer D, Charususin N, Jácome C y cols (13’).		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo MTL: EMI tradicional con MTL. Grupo TFRL: EMI con TFRL.  Cada paciente realizó 8 semanas de tratamiento diario.  Valoración: - TIRE - Escala de Borg modificada - Espirometría - Pletismografía - P <sub>Imax</sub>		

Artículo 14’:

TÍTULO AÑO AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients.  2015	Examinar el efecto de la espirometría incentivada en la RP de pacientes con EPOC y comparar su eficacia con la técnica de EMI de resistencia.	Ensayo controlado aleatorizado	Ambas técnicas mejoraron los valores medios de todas las pruebas de función respiratoria. El EMI fue más efectivo para mejorar la MVV y la PImax. El PEFR mejoró más en el grupo de espirometría incentivada. No hubo diferencias significativas para otros parámetros espirométricos entre los dos grupos.	El EMI para mejorar la MVV y la PImax, usando la espirometría incentivada podría ser un buen método complementario para la RP en pacientes con EPOC.
Heydari A, Farzad M, Ahmadi hosseini SH (14’).		Muestra: n=30 Diagnóstico de EPOC moderada		
		Se dividió a los pacientes en dos grupos. Grupo de EMI: utilizando un entrenador muscular inspiratorio, tipo POWER-breathe. Grupo de espirometría incentivada: realizaban ejercicios volumétricos.  Cada paciente realizó 4 sesiones semanales durante 4 semanas.  Valoración: - PImax - FR - Espirometría		

## 7. BIBLIOGRAFÍA DE LA REVISIÓN

- (1') Beaumont M, Mialon P, Le Ber-Moy C, Lochon C, Péran L, Pichon R y cols. Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis*. 2015; 12 (4): 305-12.
- (2') Xu W, Li R, Guan L, Wang K, Hu Y, Xu L, Zhou L, Chen R, Chen X. Combination of inspiratory and expiratory muscle training in same respiratory cycle versus different cycles in COPD patients: a randomized trial. *Respir Res*. 2018;19 (1): 225.
- (3') Wang K, Zeng GQ, Li R, Luo YW, Wang M, Hu YH y cols. Cycle ergometer and inspiratory muscle training offer modest benefit compared with cycle ergometer alone: a comprehensive assessment in stable COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2017; 12: 2655-2668.
- (4') Schultz K, Jelusic D, Wittmann M, Krämer B, Huber V, Fuchs S y cols. Inspiratory muscle training does not improve clinical outcomes in 3-week COPD rehabilitation: results from a randomised controlled trial. *Eur Respir J*. 2018; 51 (1): 1702000.
- (5') Kalil-Filho FA, Campos ACL, Tambara EM, Tomé BKA, Tremel CJ, Furlan FLS y cols. Physiotherapeutic approaches and the effects on inspiratory muscle force in patients with chronic obstructive pulmonary disease in the pre-operative preparation for abdominal surgical procedures. *Arq Bras Cir Dig*. 2019; 32 (2): e1439.
- (6') Cultrim ALC, Duarte AAM, Silva-Filho AC, Dias CJ, Urtado CB, Ribeiro RM y cols. Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. *Respir Physiol Neurobiol*. 2019; 263: 31-37.
- (7') Charususin N, Gosselink R, Decramer M, Demeyer H, McConnell A, Saey D y cols. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. *Thorax*. 2018; 73 (10): 942-950.

**(8')** Langer D, Ciavaglia C, Faisal A, Webb KA, Neder JA, Gosselink R y cols. Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD. *J Appl Physiol* (1985). 2018; 125 (2): 381-392.

**(9')** Beaumont M, Mialon P, Le Ber C, Le Mevel P, Péran L, Meurisse O y cols. Effects of inspiratory muscle training on dyspnoea in severe COPD patients during pulmonary rehabilitation: controlled randomised trial. *Eur Respir J*. 2018; 51 (1): 1701107.

**(10')** Wu W, Guan L, Zhang X, Li X, Yang Y, Guo B y cols. 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; 132: 84-91.

**(11')** 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; 26 (23-24): 4830-4838.

**(12')** Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VA, Labadessa IG, Regueiro EM, Jamami M, Gomes EL, Costa D. Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness. *Respir Care*. 2016; 61 (1): 50-60.

**(13')** Langer D, Charususin N, Jácome C, Hoffman M, McConnell A, Decramer M, Gosselink R. Efficacy of a Novel Method for Inspiratory Muscle Training in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Phys Ther*. 2015; 95 (9): 1264-73.

**(14')** Heydari A, Farzad M, Ahmadi hosseini SH. Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients. *Rehabil Nurs*. 2015; 40 (4): 243-8.

## 8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- (1) Fernández S. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En: González V, González ML, López D, Souto S, supervisores. Sistema Respiratorio. Métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas. 1a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2018. p. 31-40.
- (2) Organización Mundial de la Salud. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) [Internet]. Ginebra: OMS; 2018 [citado 4 abr 2020]. Disponible en: [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))
- (3) Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2020 report). Global Initiative for Chronic Lung Disease, Inc.; 2020.
- (4) Grupo de Trabajo de GesEPOC. Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de Pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). Arch Bronconeumol. 2017; 53 (Supl 1): 2-64.
- (5) Organización Mundial de la Salud. Las 10 principales causas de defunción [Internet]. Ginebra: OMS; 2018 [citado 5 abr 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- (6) Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C y cols. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2013; 188(8): 13-64.
- (7) Mota-Casals S. ¿Cuál es el papel del entrenamiento de los músculos inspiratorios en el tratamiento de la EPOC? Arch Bronconeumol. 2005; (11): 593-9.
- (8) Casanova C, García-Talavera I y de Torres JP. La disnea en la EPOC. Arch Bronconeumol. 2005; 41 (Supl 3): 24-32.
- (9) Urrútia G y Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Med Clin (Barc). 2010; 135 (11):507-511.