

# Efectos del uso de una válvula de umbral inspiratoria y presión positiva espiratoria en pacientes de rehabilitación pulmonar

*Effects of the use of an inspiratory threshold valve and positive expiratory pressure in pulmonary rehabilitation patients*

*Efeitos do uso de válvula de limiar inspiratório e pressão positiva expiratória em pacientes em reabilitação pulmonar*

Javier Eliecer Pereira-Rodríguez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9136-7603>

Magalli Díaz-Bravo<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-8952-4593>

Eliana Maria Avendaño-Luque<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-0766-1448>

Alejandra Patricia Vilorio-Madrid<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3221-5853>

Glenda Liliana Parra-Rojas<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3256-4770>

Fabio Andres Corrales<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-9222-9264>

## Resumen

**Objetivo:** Determinar los efectos de un dispositivo de carga de umbral inspiratoria y presión positiva espiratoria en el tratamiento de pacientes con rehabilitación pulmonar. **Métodos:** Revisión sistemática con análisis descriptivo de cronología retrospectiva de ensayos clínicos entre enero de 2013 a junio de 2021. Dichos ensayos fueron seleccionados de bases de datos indexadas con ayuda de los buscadores booleanos y con los criterios de la declaración PRISMA, utilizando, al mismo tiempo, las estrategias PICO y Cochrane y la escala PEDro. Se seleccionaron once ensayos clínicos de revistas especializadas, identificando aspectos a tomar en cuenta al momento de realizar las sesiones de fisioterapia en pacientes con rehabilitación pulmonar. **Resultados:** Se identificaron cambios significativos en la presión inspiratoria máxima de  $42,1 \pm 14,57$  a  $60,44 \pm 14,47$ , con un valor  $p < 0,017$ ; presión espiratoria máxima, con un valor  $p < 0,05$ ; capacidad inspiratoria, con un valor  $p < 0,001$ ; flujos de inspiración y espiración y volumen espiratorio forzado con valores de  $p < 0,05$ ; concentración de lactato de  $3,16 \pm 0,51$  a  $2,5 \pm 0,39$ , mostrándose un valor  $p < 0,049$ , y sensación de esfuerzo de  $5,56 \pm 1,81$  a  $4 \pm 2$ , con un valor  $p < 0,043$ . **Conclusiones:** Las válvulas de umbral inspiratorio y presión positiva espiratoria han mostrado efectos positivos en el entrenamiento de los músculos respiratorios en cuanto al rendimiento físico de los pacientes en los programas de rehabilitación pulmonar.

Palabras clave: clave: pulmón, pulmonar, rehabilitación, entrenamiento muscular, fisioterapia, espiración

## Abstract

**Objective:** To determine the effects of an inspiratory threshold loading device and expiratory positive pressure in the treatment of patients undergoing pulmonary rehabilitation. **Methods:** Systematic review with descriptive analysis of retrospective chronology of clinical trials between January 2013 and June 2021. These trials were selected from databases indexed with the help of Boolean search engines and with the PRISMA declaration criteria, using, at the same time, the PICO and Cochrane strategies and the PEDro scale. Eleven clinical trials from specialized journals were selected, identifying aspects to consider when carrying out physiotherapy sessions in patients with pulmonary rehabilitation. **Results:** Significant changes in peak inspiratory pressure from  $42.1 \pm 14.57$  to  $60.44 \pm 14.47$  were identified, with a  $p$ -value  $< 0.017$ ; maximum expiratory pressure, with a value  $p < 0.05$ ; inspiratory capacity, with a  $p$ -value  $< 0.001$ ; inspiration and expiration flows and forced expiratory volume with  $p$ -values  $< 0.05$ ; lactate concentration of  $3.16 \pm 0.51$  to  $2.5 \pm 0.39$ , showing a  $p$ -value  $< 0.049$ , and sensation of effort of  $5.56 \pm 1.81$  to  $4 \pm 2$ , with a  $p$ -value  $< 0.043$ . **Conclusion:** Inspiratory threshold and expiratory positive pressure valves have shown positive effects in respiratory muscle training in terms of the physical performance of patients in pulmonary rehabilitation programs.

Keywords: lung, pulmonary, rehabilitation, muscles trainer, physiotherapy, expiration

<sup>1</sup> Centro de Estudios e Investigación FISICOL

## Resumo

**Objetivo:** Determinar os efeitos de um dispositivo de carga de limiar inspiratório e pressão positiva expiratória no tratamento de pacientes em reabilitação pulmonar. **Material e métodos:** Revisão sistemática com análise descritiva da cronologia retrospectiva de ensaios clínicos entre janeiro de 2013 e junho de 2021. Esses ensaios foram selecionados a partir de bases de dados indexadas com o auxílio de buscadores booleanos e com os critérios de declaração PRISMA, utilizando, ao mesmo tempo, o PICO e Cochrane estratégias e a escala PEDro. Foram selecionados onze ensaios clínicos de revistas especializadas, identificando aspectos a ter em conta na realização de sessões de fisioterapia em doentes com reabilitação pulmonar. **Resultados:** Foram identificadas mudanças significativas no pico de pressão inspiratória de  $42,1 \pm 14,57$  para  $60,44 \pm 14,47$ , com valor  $p < 0,017$ ; pressão expiratória máxima, com valor  $p < 0,05$ ; capacidade inspiratória, com valor  $p < 0,001$ ; fluxos inspiratórios e expiratórios e volume expiratório forçado com valores de  $p < 0,05$ ; concentração de lactato de  $3,16 \pm 0,51$  a  $2,5 \pm 0,39$ , apresentando valor  $p < 0,049$ , e sensação de esforço de  $5,56 \pm 1,81$  a  $4 \pm 2$ , com valor  $p < 0,043$ . **Conclusão:** O limiar inspiratório e as válvulas de pressão positiva expiratória têm mostrado efeitos positivos no treinamento muscular respiratório em termos de desempenho físico de pacientes em programas de reabilitação pulmonar

**Keywords:** pulmão, pulmonar, reabilitação, treinamento muscular, fisioterapia, exalação

## Introducción

La rehabilitación pulmonar implica una intervención multidisciplinaria basada en la evidencia, en donde la calidad de vida, la capacidad para ejercitarse y la sintomatología clínica se ven mejoradas en aquellos pacientes que presentan enfermedades pulmonares sintomáticas crónicas.<sup>1</sup>

La rehabilitación pulmonar es definida por la *American Thoracic Society* (ATS) y la *European Respiratory Society* (ERS) como una intervención integral basada en una evaluación exhaustiva que se le realiza al paciente, seguido de terapias personalizadas que abarcan entrenamiento físico, educación y cambios en el comportamiento. Estas intervenciones se realizan con la finalidad de mejorar la condición física y psicológica de las personas con patologías respiratorias; promoviendo la adhesión al tratamiento, reduciendo los síntomas y mejorando la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida.<sup>2</sup>

El personal de rehabilitación supervisa en todo momento al paciente durante las sesiones de ejercicios y estas son individualizadas y personalizadas para cada persona. Dichos ejercicios empiezan en el nivel que el paciente pueda manejar, algunos los hacen en sedestación y otros en la banda sin fin, en cuanto al tiempo y el nivel se irá en aumento conforme la persona mejore su habilidad. Los programas de rehabilitación se reúnen en su mayoría de dos a tres veces por semana y pueden durar entre cuatro a doce semanas, o incluso más.<sup>3</sup>

A nivel mundial, 4 millones de personas fallecen de manera prematura a causa de enfermedades respiratorias crónicas; por lo que el *Forum of the International Respiratory Society* resaltó cinco importantes problemas pulmonares, entre los cuales destacan las infecciones agudas del tracto respiratorio inferior, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma, el cáncer de pulmón y la tuberculosis.<sup>4</sup> De igual manera, se estima que 251 millones de personas sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (3,17 millones de muertes por año); 334 millones sufren asma, la enfermedad respiratoria crónica más prevalente, seguida del EPOC; 10 millones sufren tuberculosis (4 millones de muertes por año), y 6 millones de casos de cáncer de pulmón, la segunda causa general de mortalidad en todo el mundo y la primera a nivel pulmonar.<sup>5</sup>

A partir de lo anterior, una intervención terapéutica desde la rehabilitación pulmonar es costo-efectiva, mejorando la capacidad de rendimiento físico, disnea y calidad de vida en los pacientes con patologías pulmonares.<sup>6</sup> De esta manera, los programas de rehabilitación pulmonar recomiendan, además, trabajar en el entrenamiento a los músculos inspiratorios, como el diafragma, escalenos,

intercostales externos, esternocleidomastoideo, entre otros, para casos en donde la presión inspiratoria máxima ( $PI_{m\acute{a}x}$ ) se vea disminuida. Partiendo de lo anterior, diferentes estudios recomiendan implementar en el tratamiento la ayuda de un dispositivo de carga umbral con presión inspiratoria, *inspiratory muscle training* (IMT) o Threshold IMT (por sus siglas en inglés), en los casos que se requiera abrir las vías respiratorias.<sup>7-9</sup>

Los Threshold IMT son dispositivos compuestos por válvulas de una sola dirección dependiente del flujo de aire, proporcionando una presión constante sin importar cuál sea el flujo de aire con el que el paciente cuente. La válvula de carga umbral con presión inspiratoria (PIP), frecuentemente utilizado para el entrenamiento de los músculos inspiratorios, cuenta con una forma cilíndrica de 1,5 cm aproximadamente, con una válvula interna que regula la presión por medio de la tensión un resorte.<sup>10</sup>

Como ya se ha mencionado, el dispositivo de carga umbral con presión inspiratoria IMT es un aparato utilizado para fortalecer los músculos respiratorios; sin embargo, este también es un estimulante respiratorio, que cuenta con la capacidad de ofrecer un entrenamiento muscular inspiratorio con presión lineal o independiente de flujo. Al empezar a utilizarlo, es necesario establecer una resistencia y para obtener dicho valor será necesaria una prueba con un manovacuómetro, un dispositivo que ayuda a medir las presiones respiratorias máximas, evaluando la fuerza que los músculos respiratorios presentan.<sup>11</sup>

El dispositivo de carga umbral con presión inspiratoria es únicamente de uso personal y esto se debe a que cada dispositivo deberá ser ajustado según las necesidades específicas requeridas por cada paciente, dicha válvula podrá ser empleada por aquellos que puedan presentar cambios patológicos en las presiones espiratorias, atelectasias u otras afecciones que produzcan retención de secreciones, bronquitis crónica, obstrucción de las vías aéreas, EPOC o fibrosis quística.<sup>12</sup> Así, acorde con lo anterior, este estudio pretende responder a la pregunta ¿cuáles son los efectos del uso de una válvula PIP y de presión positiva espiratoria (PEP) en pacientes de rehabilitación pulmonar? De esta manera, el objetivo de este estudio es determinar los efectos del uso de una válvula de umbral inspiratoria y presión positiva espiratoria en pacientes de rehabilitación pulmonar.

## Material y métodos

El diseño del estudio consiste en una revisión sistemática combinada con un análisis descriptivo de cronología retrospectiva de ensayos clínicos, recolectados entre enero de 2013 a junio de 2021, en bases de datos que estuvieran indexadas, que contaban con un consentimiento informado bajo las consideraciones éticas de Helsinki (utilizado para el desarrollo de estudio en seres vivos) de las personas que participaron en los estudios, en el caso de que estos fueran de carácter experimental en humanos.<sup>13</sup>

La estrategia de búsqueda consistió en una revisión según las consideraciones de la *Colaboración Cochrane* para la elaboración de estudios de metaanálisis y revisión. De igual forma, la selección de estudios fue realizada con los criterios de la Declaración de PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), desarrollándose una búsqueda de ensayos clínicos con bases de datos indexadas como Ebsco, Scielo, Medline, Medscape, PubMed Central, EMBASE, Redalyc, DOAJ y OVID.<sup>14</sup>

Los descriptores combinados con los operadores booleanos AND y OR utilizados fueron: (("lung"[MeSH Terms] OR "pulmonary") AND ("rehabilitation"[MeSH Terms]) AND ("inhalation"[MeSH Terms] OR "inspiratory"[All Fields]) AND ("muscles"[MeSH Terms] OR "muscle") AND Trainer)). Se consideraron todos los resultados en cualquier idioma para evitar el sesgo idiomático.

Dos revisores evaluaron los estudios añadidos en dicha investigación de forma discriminada y, de la misma manera, los estudios duplicados que se encontraron durante la búsqueda fueron eliminados. Más adelante, una selección fue realizada según el título y el resumen de cada artículo. Uno por uno, los investigadores evaluaron de forma independiente la totalidad de los artículos filtrados con anterioridad en la investigación, cerciorándose, de forma reiterada, que dichos estudios cumplieran con los criterios de elegibilidad en la revisión total.

Para la selección de los estudios, el autor de iniciales M. D-B. realizó la extracción y búsqueda de los distintos documentos, los cuales fueron corroborados y examinados por un segundo y tercer investigador (A. V-M. - G. P-R.) y aprobados por todos los colaboradores de la investigación. En cuanto a los criterios de selección, la evaluación del cumplimiento fue desarrollada por un tercer participante (G. P-R.); la valoración con el artículo completo fue realizada por un cuarto miembro (F. C.) y las descripciones de los datos por otros dos (J. P-R. - M. D-B.), de forma independiente.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: artículos publicados entre enero de 2013 a junio de 2021; la muestra y las revisiones de los estudios debían ser en seres humanos, y los resultados definir cuáles son los efectos del uso de una válvula PIP y de presión positiva espiratoria (PEP) en pacientes de rehabilitación pulmonar. Para finalizar, se estableció un formulario para el *Study eligibility form*, según el sistema PICO (P: enfermedad pulmonar, I: IMT y PEP, C: otras intervenciones O: efectos) para la práctica de la Medicina Basada en Evidencia (MBE).<sup>15</sup>

Los datos como tipo de población, sexo y etnia no fueron filtrados; un autor (J. P-R.) fue el encargado de corroborar el cumplimiento de las recomendaciones éticas de la investigación de todos los artículos incluidos. Integrado a esto, los estudios tipo tesis de grado en educación superior, investigaciones con animales o aquellas que no cumplieran con los criterios de inclusión.

Para la recolección y extracción de los datos, se consideraron los grupos de intervención y control, el tipo de población, las enfermedades pulmonares, el plazo del programa de rehabilitación pulmonar y la frecuencia; efectuándose de esta forma, una síntesis narrativa. Asimismo, se realizó una extracción de datos de forma sistemática y homogénea con la ayuda de la base de datos Excel, tales como la información demográfica, el tamaño de la muestra, el número de pacientes incluidos y excluidos, las características anteriores y posteriores a la intervención, el periodo de seguimiento y, finalmente, el objeto de estudio. En cuanto a los medidores de impacto o resultados, estos fueron expresados de acuerdo a los beneficios, las tasas de complicaciones, las lesiones, los efectos encontrados, el impacto en calidad de vida, los parámetros clínicos y hemodinámicos, entre otros.

Los investigadores E. A-L y G. P-R valoraron la calidad metodológica de las investigaciones por medio de la evaluación del riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane. Por medio de dicha herramienta, se definió el sesgo en la selección de estudios frente a los criterios de selección y pérdidas de documentos. Por otro lado, también se determinó el sesgo de detección, información y otros sesgos (fuentes de obtención de la información, cantidad, naturaleza y manejo de los documentos, entre otros). Además, el riesgo de sesgo fue valorado mediante la escala de PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*).<sup>16</sup>

La escala de PEDro consta de 10 apartados que valoran la validez interna (criterios 2-9) y la información estadística de los ensayos clínicos (criterios 10 y 11). La presente escala está basada en la lista Delphi, desarrollada por Verhagen *et al.*,<sup>17</sup> que asigna 0 o 1 punto, según cumpla o no con el ítem que se evalúa. Dicha evaluación fue realizada por M. D-B. Después, los resultados se rectificaron por E. A-L. y A. V-M. y si había diferencias de más de dos puntos en un artículo eran encontradas en relación con los resultados de los primeros evaluadores, entonces, un evaluador nuevo (J. P-R) era el encargado de realizar nuevamente una revisión con la finalidad de identificar el resultado final.

Se intentó que los integrantes de la población de los estudios incluidos en esta investigación fueran mayores de 18 años y que tuvieran un diagnóstico confirmado de alguna enfermedad pulmonar, sin importar el pronóstico, la tipología o las características sociodemográficas. Los ensayos clínicos de acuerdo al programa de rehabilitación con el que los pacientes pulmonares fueron intervenidos no fueron filtrados.

Los ensayos controlados aleatorios o cuasi-aleatorios y los metaanálisis fueron considerados en los adultos que fueran mayores de 18 años, aquellos en los que se compararan o identificaran la efectividad y seguridad de la rehabilitación en pacientes con enfermedades pulmonares. Asimismo, fueron tomadas en cuenta las revisiones que dieran recomendaciones, pautas o guías para su intervención y al final del artículo, en caso de que la evidencia mostrara alguna seguridad, se sugeriría una prescripción del ejercicio de manera adecuada para dicho tipo de población.

## Resultados

De acuerdo con los estudios encontrados en esta investigación, los efectos que las válvulas Threshold pueden causar en los pacientes de rehabilitación pulmonar son un incremento de la presión inspiratoria máxima (PIMAX) de  $42,1 \pm 14,57$  a  $60,44 \pm 14,47$ , con un valor  $p < 0,017$ ; mientras que, en otro estudio, la PIMAX, en ambos grupos, mostró un valor  $p < 0,05$  y, por último, se encontró un aumento significativo en el grupo experimental, con un valor  $p < 0,01$ ;  $es = 1,17$ .<sup>18,22,23</sup> Por otro lado, los resultados de la presión espiratoria máxima (PEM) muestran que ocurrió un aumento significativo en ambos grupos del estudio, con un valor  $p < 0,05$  y una mejora, igual en ambos grupos, con un valor  $p < 0,001$ .<sup>22,28</sup>

Asimismo, se encontraron mejoras significativas en la media máxima inspiratoria, con valores de  $14 \text{ cmH}_2\text{O}$ ;  $p < 0,0001$ ; mientras que, los valores en la media máxima espiratoria fueron  $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ ;  $p < 0,0001$ . En el mismo estudio, los valores de la presión bucal y el flujo máximo de tos espiratoria y voluntaria basal fueron en todos los grupos  $74 \text{ L/min}$ ;  $p = 0,0002$ , con una resistencia ajustada del 50 % en la presión inspiratoria estática máxima (PImáx) o en la presión espiratoria bucal (PEmáx).<sup>27</sup>

La capacidad inspiratoria (CI) mostró una disminución significativa en un estudio utilizando una mask PEP y dispositivos CPAP, dichos valores fueron obtenidos en 3 de las 4 respiraciones, con un valor  $p < 0,001$ . En cuanto al tiempo inspiratorio medio, los valores entre los 4 dispositivos no difirieron significativamente, con un valor  $p = 0,40$ , entre  $1,61$  a  $0,48 \text{ s}$  en el GC y  $1,91$  a  $0,56 \text{ s}$  en el grupo de intervención, el tiempo espiratorio medio varió entre  $2,65$  a  $0,88 \text{ s}$  del GC y  $4,66$  a  $1,65 \text{ s}$  el GI.<sup>26</sup>

Los valores como el máximo flujo de espiración (MFE), el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF1), el flujo inspiratorio máximo (FIM) y la capacidad vital (CV) fueron en aumento significativamente en el grupo experimental y control, con valores de  $p < 0,05$ .<sup>22</sup>

En cuanto a las medidas de tratamiento pre y post de  $\text{PaO}_2$ , se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el grupo experimental, con un valor  $p < 0,05$  y como porcentaje de mejora un 8,05; mientras que, una diferencia estadísticamente significativa también fue encontrada, en las mediciones pre y post de  $\text{PaCO}_2$  al tratamiento, con un valor  $p < 0,05$  y, como porcentaje de mejora, una disminución en el grupo experimental de 6,65%.<sup>21</sup>

Se encontró una reducción en los valores de concentración de lactado, de  $3,16 \pm 0,51$  a  $2,5 \pm 0,39$ , mostrándose un valor  $p < 0,049$ .<sup>18</sup> Sin embargo, en otro estudio se encontraron aumentos de lactado en sangre en el grupo experimental durante la fatiga respiratoria, con un valor  $p < 0,001$  y  $p < 0,05$ , respectivamente; pero, el grupo control mostró resultados diferentes, con valores  $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$  y  $p < 0,05$ , respectivamente.<sup>24</sup>

Un estudio mostró que el grosor de los músculos respiratorios en reposo del transverso abdominal (TrA), recto abdominal (RA) y el diafragma en el lado afectado del grupo experimental fueron en aumento significativamente, con valores de  $p < 0,05$  y, por otro lado, se encontraron aumentos en el grosor del diafragma del lado con menor afectación, con un valor  $p < 0,01$ .<sup>22</sup> Asimismo, se encontraron cambios al incrementarse la fuerza muscular inspiratoria en un 78 %, con un valor  $p < 0,001$ .<sup>24</sup>

Se detectó que la potencia de alta frecuencia de la VCR mostró una mejoría durante la segunda semana, con un valor  $p < 0,01$ ,  $es = 1,13$ , y esta mejora permaneció en ascenso hasta la última semana de la intervención, con un valor  $p < 0,01$ ,  $es = 1,43$ ; así como cambios  $\Delta$  en la recuperación de la frecuencia cardíaca (RFC) de 1 minuto con un valor  $p = 0,02$ ;  $es = 0,68$ .<sup>23</sup> A su vez, reducciones en la presión arterial sistólica y diastólica, con valores de  $-12,3 \pm 1,6$  SBP y  $-5,0 \pm 1,3$  DBP mmHg;  $p < 0,01$ , niveles plasmáticos de noradrenalina de valor  $536,3 \pm 56,6$  versus  $380,6 \pm 41,2$  pg/mL;  $p = 0,01$  y mejoras en el sueño con puntajes del índice de calidad del sueño de Pittsburgh:  $9,1 \pm 0,9$  versus  $5,1 \pm 0,7$ ,  $p = 0,001$ .<sup>25</sup>

El  $\Delta$ -VO<sub>2</sub> máx fue obtenido como resultado en un aumento neto de la media, en un artículo de 12 semanas en donde el G1 se utilizó como referencia, con valores de 2,98, 2,93 y 2,47 con el G2, G3 y G4, respectivamente; otorgando el valor  $p < 0,001$ . Posterior a las 24 semanas, dicho efecto persistió con menor intensidad, con valores de  $-0,96$ ,  $-0,78$  y  $-0,85$  con el G2, G3 y G4, en comparaciones de las 12 y 24 semanas, obteniendo un resultado de  $p < 0,001$ , aunque, no se encontraron cambios de carácter significativo en el G1,  $+0,06$ ;  $p = 0,84$ .<sup>19</sup>

No se encontraron cambios en el test de marcha de 6 minutos (TM6M), aunque se notaron diferencias en el cambio porcentual del grupo experimental al grupo control, con un valor  $p < 0,031$ , pero buenos en otro estudio, con un valor  $p = 0,04$ ,  $es = 0,39$ .<sup>18, 23</sup> Los resultados de los distintos niveles de PEP en el TM6M muestran una diferencia significativa en la prueba del final: 0,02 y la situación inicial; esto señala que el uso de PEP1 y PEP10 muestran un aumento en la distancia recorrida con valores PEP1:  $p < 0,002$  y PEP10:  $p < 0,018$ , si se compara con la situación inicial.<sup>20</sup>

Se percibió sensación de esfuerzo disminuida por los pacientes en el grupo experimental, de  $5,56 \pm 1,81$  a  $4 \pm 2$ , con un valor  $p < 0,043$ .<sup>18</sup> Mostrándose, de igual manera, disminuida en otro estudio en donde se usaron 4 dispositivos de respiración, pero diferente, según cada dispositivo empleado, con valores de 2,75 (1-6) para el GA; 3,0 (0,5-7) para el GB; 2,0 (0-5) para el GC, y 2,0 (0,5-6) para el GD.<sup>26</sup>

Por último, un estudio encontró que la aspiración anormal de las vías respiratorias (PAS) y la calidad de vida en relación con la deglución (SWAL-QOL), un 40 % en el grupo experimental en PAS mejoró y un 15 % empeoró; mientras que, el 21,4 % empeoró en el grupo control y el 14,3 % mostró mejora. Al mismo tiempo, se obtuvo una mejora del grupo experimental en general del SWAL-QOL, con un valor  $p = 0,072$ ; por otro lado, el grupo experimental obtuvo una ganancia significativamente mayor a diferencia del grupo control en los dominios Burden, con un valor  $p = 0,014$ , y en Pharyngeal Swallow, con un valor  $p = 0,022$ . Ambos grupos mostraron, a su vez, mejoras en los dominios de miedo, con un valor  $p = 0,004$ ; en salud mental, con un  $p = 0,016$ , y carga, con un valor  $p = 0,027$ ; pero, únicamente, el grupo experimental mostró mejoría en la función de la deglución faríngea, con un valor  $p = 0,007$ , y en el manejo de la saliva, con un valor  $p = 0,036$ .<sup>28</sup>

## Discusión

Basado en los resultados obtenidos, el entrenamiento de los músculos respiratorios es parte fundamental de la rehabilitación integral que deben recibir los pacientes que se encuentren ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva. Este plan de intervención, además de mejorar la capacidad pulmonar y funcional del paciente crítico, impacta positivamente en la reducción de la tasa de mortalidad y estancia hospitalaria, puesto que al fortalecer la musculatura respiratoria se obtiene un mejor control de la captación de oxígeno en el cuerpo, que contribuye a un desempeño corporal consciente y mitiga la necesidad de ventilación suplementaria.

En un estudio de rehabilitación pulmonar con pacientes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, un dispositivo de presión espiratoria positiva mediante una válvula PEP mostró mejoras en la tolerancia del ejercicio, disnea e higiene bronquial.<sup>29</sup> Similar a los resultados encontrados en nuestra investigación. Asimismo, en un estudio donde se expresaban los conocimientos actuales del entrenamiento de los músculos inspiratorios en el sistema cardiovascular, se muestra que el entrenamiento de los músculos inspiratorios es eficaz en la presencia de debilidad de los músculos inspiratorios en diversas poblaciones e incluso podría considerarse como un tratamiento complementario para la modulación cardiovascular. Resaltando que una debilidad de los músculos respiratorios puede repercutir negativamente en la salud cardiopulmonar y calidad de vida de las personas con o sin patología.<sup>30</sup>

En una revisión acerca de la presión espiratoria positiva en pacientes con enfermedades pulmonares se encontró evidencia confiable limitada que respalde la efectividad; además, las investigaciones deben centrarse con mayor profundidad en la posología del ejercicio para este dispositivo.<sup>31</sup> Resultados que no fueron iguales a los presentados en nuestra investigación, en donde sí mostró eficacia en alguno de los estudios recolectados. No obstante, se resalta la necesidad de más estudios controlados para analizar la efectividad de los dispositivos PEP. Y esto es algo que sin lugar a duda coloca muy superior a los dispositivos IMT, en donde existe mayor evidencia robusta sobre su uso.

Por otra parte, Templeman *et al.*<sup>32</sup> evaluaron la efectividad del entrenamiento de fuerza muscular espiratoria en la población adulta, teniendo como principal objetivo evaluar y sintetizar los datos actuales de este entrenamiento, así como determinar el efecto sobre la fuerza espiratoria, función pulmonar y tos. Dicho esto, aun con las diferencias en los protocolos de intervención, se mostraron diferencias significativas en el aumento de la presión espiratoria máxima. Por lo tanto, la presente investigación muestra que existe evidencia (ensayos clínicos presentados en este estudio y otros) que respalda y recomienda el uso de las válvulas IMT y PEP en diferentes tipos de poblaciones.<sup>18-28,32,33</sup>

## Conclusiones

La rehabilitación pulmonar con ayuda de válvulas de umbral inspiratoria y presión positiva espiratoria ha mostrado diversos efectos favorables en el entrenamiento de los músculos respiratorios; permitiendo, de esta manera, mejorar el rendimiento de los pacientes en los programas de rehabilitación pulmonar. A pesar de ello, es indispensable continuar con la investigación de nuevos estudios que brinden información de los dispositivos utilizados en los entrenamientos, así como protocolos de ejercicios regulares que, al mismo tiempo, incluyan mecanismos simples y de bajo costo. A la fecha y según la evidencia recolectada, estos dispositivos son de gran ayuda en la intervención para el fortalecimiento de la musculatura respiratoria.

## Referencias

1. Chockee E, García O. Rehabilitación pulmonar en cáncer pulmonar. *Revista Colombiana de Neumología*. 2018; 30(2):43-52.
2. American Thoracic Society. Pulmonary Rehabilitation. 2013. Disponible en: <https://www.thoracic.org/members/assemblies/assemblies/pr/>.
3. Lareau S, Fahy B. Pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2018; 198(10):19-20.
4. Wisnivesky J, De Torres J. The Global Burden of Pulmonary Diseases: Most Prevalent Problems and Opportunities for Improvement. *Annals of global health*. 2019; 85(1).
5. Forum of International Respiratory Societies. The Global Impact of Respiratory Disease. Sheffield, European Respiratory Society. 2017; 2:1-40.
6. Gloeckl R, Schneeberger T, Jarosch I, Kenn K. Pulmonary rehabilitation and exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2018; 115(8):117.
7. Zambrano C, Meza S, Valencia G, Beltrán V, Moreira G, Tóala M. Manejo adecuado de ventiladores mecánicos en la UCI. *RECIAMUC*. 2019; 3(3):1214-1226.
8. Stélianides S, Grosbois JM. Rehabilitación respiratoria. *EMC-Tratado de Medicina*. 2018; 22(2):1-8.
9. Caussé Y, Garrel R. Disnea laríngea del adulto. *EMC-Otorrinolaringología*. 2018; 47(1):1-13.
10. Dantas-Dos Santos I, Souza-Sena J, Santana-De Melo Costa A. Fortalecimiento muscular respiratório nos portadores da doença pulmonar obstrutiva crônica/Respiratory muscle strengthening in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian Journal of Health Review*. 2019; 2(3):2206-2214.
11. Monsalve A, Astudillo L, Cruzg F. Entrenamiento muscular respiratorio en un paciente neurocrítico con ventilación mecánica prolongada. *An Fac med*. 2019; 80(2):204-208.
12. Vidal C, Rebolledo C, Oñate C. Rehabilitación pulmonar en enfermedad pulmonar obstructiva crónica usando un dispositivo de presión espiratoria positiva. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2018; 29(4):477-483.
13. Mundial A. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2019; 1-9.
14. Liberati A, Altman D, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*. 2009; 339:b2700.
15. Landa E, Arredondo A. Herramienta PICO para la formulación y búsqueda de preguntas clínicamente relevantes en la psicooncología basada en la evidencia. *Psicooncología*. 2014; 11(2/3):259.
16. Maher C, Sherrington C, Herbert R, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003; 83(8):713-21.
17. Verhagen AP, De Vet H, De Bie R, Kessels A, Boers M, Bouter L. The delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998; 51(12):1235-41.
18. Espinoza A, Arenas G, Fernández R, Ravanales O, González J, Zafra E. Effect of inspiratory muscle training with threshold valve on functional capacity of physically active women who are older than 60 years of age. *Universidad y Salud*. 2019; 21(2):119-126.
19. Palau P, Domínguez E, López L, Ramón JM, Heredia R, González J, et al. Entrenamiento de la musculatura inspiratoria y la electroestimulación muscular funcional en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca con función sistólica conservada: estudio TRAINING-HF. *Revista Española de Cardiología*. 2018; 72(4):288-297.
20. Russo D, Simonelli C, Paneroni M, Saleri M, Piroddi IMG, Cardinale F, et al. Is there an optimal

- level of positive expiratory pressure (PEP) to improve walking tolerance in patients with severe COPD? *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*. 2016; 52(7):354-360.
21. Aboel F, Aly F. Physiological Evidence for the Efficacy of Short Term Positive Expiratory Pressure Training in COPD Patients. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. 2013; 18(1).
  22. Lee K, Park D, Lee G. Progressive Respiratory Muscle Training for Improving Trunk Stability in Chronic Stroke Survivors: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2019; 28(5):1200-1211.
  23. Dias-Rodrigues G, Lírio-Gurgel J, Rodrigues-Gonçalves T, Da Silva-Soares PP. Inspiratory muscle training improves physical performance and cardiac autonomic modulation in older women. *European Journal of Applied Physiology*. 2018; 118(6):1143-1152.
  24. Moreno AM, Toledo AC, Lima JS, Duarte CS, Villacorta H, Nóbrega AC. Inspiratory muscle training improves intercostal and forearm muscle oxygenation in patients with chronic heart failure: evidence of the origin of the respiratory metaboreflex. *Journal of Cardiac Failure*. 2017; 23(9):672-679.
  25. Vranish JR, Bailey EF. Inspiratory muscle training improves sleep and mitigates cardiovascular dysfunction in obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2016; 39(6):1179-1185.
  26. Sehlin M, Winsö O, Wadell K, Öhberg F. Inspiratory capacity as an indirect measure of immediate effects of positive expiratory pressure and CPAP breathing on functional residual capacity in healthy subjects. *Respiratory care*. 2015; 60(10):1486-1494.
  27. Kulnik ST, Birring SS, Moxham J, Rafferty GF, Kalra L. Does respiratory muscle training improve cough flow in acute stroke? Pilot randomized controlled trial. *Stroke*. 2015; 46(2):447-453.
  28. Silverman EP, Miller S, Zhang Y, Hoffman-Ruddy B, Yeager J, Daly JJ. Effects of expiratory muscle strength training on maximal respiratory pressure and swallow-related quality of life in individuals with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal-Experimental, Translational and Clinical*. 2017; 3(2), 2055217317710829.
  29. Vidal C, Rebolledo C, Oñate C. Rehabilitación pulmonar en Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica usando un dispositivo de presión espiratoria positiva. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2018; 29.4:477-483.
  30. Cipriano GFB, Cipriano GJR, Santos FV, Güntzel-Chiappa AM, Pires L, Cahalin LP, et al. Current insights of inspiratory muscle training on the cardiovascular system: a systematic review with meta-analysis. *Integrated blood pressure control*. 2019; 12:1.
  31. Liverani B, Nava S, Polastri M. An integrative review on the positive expiratory pressure (PEP) □ bottle therapy for patients with pulmonary diseases. *Physiotherapy Research International*. 2020; 25(1):e1823.
  32. Templeman L, Roberts R. Effectiveness of expiratory muscle strength training on expiratory strength, pulmonary function and cough in the adult population: a systematic review. *Physiotherapy*. 2020; 106:43-51.
  33. Bárzaga Morell S, González Areas K, Pompa Garlobo G, Álvarez Aliaga A. Morbilidad y mortalidad en la unidad de terapia intensiva. *Multimed. Revista Médica. Granma*. 2017 Julio-Agosto; 21(4).

### Correspondencia

jepr87@hotmail.com

**Fecha de recepción:** 29/12/2022

**Fecha de aceptación:** 13/2/2023

**Tabla 1**  
Escala de PEDro para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión (n = 11)

Referencia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Total
Espinoza, A., et al.18	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	8
Palau, P., et al.19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Russo, D., et al.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Aboel, F., et al.21	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
Lee, K., et al.22	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Dias, G., et al.23	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
Moreno, A., et al.24	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	8
Vranish, J., et al.25	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Sehlin, M., et al.26	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	8
Kulnik, S., et al.27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Silverman, E., et al.28	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	6

PEDro (Physiotherapy Evidence Database): + Sí; - No.

P1: Criterios de elección; P2: Asignación aleatoria; P3: Ocultamiento de la asignación; P4: Grupos similares en línea de base; P5: Cegamiento de los participantes; P6: Cegamiento de los terapeutas; P7: Cegamiento del evaluador; P8: Abandonos <15%; P9: Análisis por intención a tratar; P10: Diferencias reportadas entre grupos; P11: Punto estimado y variabilidad reportada.

**Tabla 2**  
Características de los artículos (n = 11)

Autor	n	Patología	Grupos	Intervención	Dispositivo empleado	Tiempo	Resultados	Conclusiones
Espinoza, A., et al. <sup>18</sup>	15	Ninguna patología	GC: Programa de ejercicios. GE: Programa de ejercicios con entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI).	La muestra fue tomada de un programa de ejercicios. Es importante destacar que los sujetos se mantuvieron en el programa de ejercicios en el que originalmente estaban participando.	Válvula Threshold	4 semanas	El GE mostró una reducción de concentración de lactato de $3,16 \pm 0,51$ a $2,5 \pm 0,39$ ; mostrando un valor $p < 0,049$ ; incremento de la presión inspiratoria máxima (PRIMAX) a $42,1 \pm 14,57$ a $60,44 \pm 14,47$ ; mostrando un valor $p < 0,017$ . La percepción de esfuerzo disminuyó en ambos grupos, no obstante, se mostraron cambios significativos en el GE de $5,56 \pm 1,81$ a $4 \pm 2$ , con un valor $p < 0,043$ . En el test de marcha de 6 minutos (TM6M) no se presentaron cambios, aunque, se notó una diferencia de cambio porcentual del GE y GC, con un valor $p < 0,031$ .	Se encontraron buenos hallazgos en la reducción de la concentración de lactato, incremento en el PRIMAX, disminuciones en las percepciones de esfuerzo.

Palau, P., et al.19	52	Insuficiencia cardíaca	G1: Cuidados habituales. G2: Domiciliario de EMI. G3: Electroestimulación muscular funcional (EMF) de los músculos de las extremidades inferiores. G4: EMI en combinación con EMF.	Durante la investigación el G1 no recibió terapia física alguna, en cambio, al G2 se les enseñaba a entrenar con el dispositivo Threshold. El G3 trabajó utilizando electrodos adheribles sobre cuádriceps y gastrocnemios de ambas piernas con una intensidad suficiente para obtener una contracción muscular visible sin molestia. El G4 recibió al mismo tiempo EMI y EMF	IMT (Respironic Inc.).	12 semanas	El G1 se utilizó de referencia, dando como resultado un aumento neto de la media en el $\Delta$ -VO <sub>2</sub> máx durante las 12 semanas de 2,98, 2,93 y 2,47 con el G2, G3 y G4, respectivamente, otorgando un valor $p < 0,001$ . A las 24 semanas este efecto significativo persistía, pero con menor intensidad, con unos valores netos de $\Delta$ -VO <sub>2</sub> máx de -0,96, -0,78 y -0,85 con el G2, G3 y G4 en comparaciones a las 24 y 12 semanas, dando como resultado $p < 0,001$ ; sin embargo, no se encontraron cambios significativos en el G1 +0,06; $p = 0,84$ .	Aumento significativo del $\Delta$ -VO <sub>2</sub> máx en el G2, G3 y G4 a las 12 y persistiendo aún a las 24 semanas.
Russo, D., et al.20	50	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) grave.	G1: Realizó PM6M con una presión espiratoria positiva (PEP) adyuvante de 10 cm de H <sub>2</sub> O (PEP10). G2: Realizó una PM6 M con una PEP adyuvante de 1 cm de H <sub>2</sub> O (PEP1).	Se establecieron para los pacientes que la resistencia espiratoria en reposo fuera de 10 cm de H <sub>2</sub> O en el grupo PEP10 y de 1 cm de H <sub>2</sub> O en el grupo PEP1. Se practicaron espirometrías y pletismografía de cuerpo entero a todos los pacientes en el inicio y el final de cada PM6 M con PEP1 y PEP10.	Válvula de PEP (válvula PEEP, Ambu, Dinamarca).	3 semanas	Los valores de PM6M muestran una diferencia significativa en los resultados de los diferentes niveles de PEP prueba del final: 0,02 y la situación inicial. El uso de PEP1 y PEP10 muestra que aumentó la distancia recorrida PEP1: $p < 0,002$ ; PEP10: $p < 0,018$ , en comparación con la situación inicial. No se observaron diferencias significativas entre los cambios de la función pulmonar, síntomas y variables fisiológicas de PEP1 y PEP10.	Una diferencia significa en los niveles de PEP y un aumento en la distancia recorrida con el uso de PEP1 y PEP10 fue encontrada; sin embargo, no se alcanzó una significación estadística en la disminución de la frecuencia cardíaca (FC) y en el aumento de la frecuencia respiratoria (FR) en PEP1 y en PEP10 en comparación con la situación inicial.

Aboel, F., et al.21	40	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	GC: Medicación habitual. GE: Medicación y capacitación con el dispositivo Threshold.	El GE realizó el entrenamiento con el paciente en sedestación, sosteniendo firmemente la boquilla con los labios, con una resistencia de 10-20 cm de H <sub>2</sub> O, mientras su nariz se encontraba bloqueada por una pinza nasal. Los pacientes realizaron de 8 a 10 respiraciones con el dispositivo y, posteriormente, se les animó a toser con el objetivo de despejar secreciones	Threshold de presión espiratoria positiva.	2 semanas	Las medidas de tratamiento pre y post de PaO <sub>2</sub> mostraron una diferencia estadísticamente significativa en el GE, con un valor $p < 0,05$ y como porcentaje de mejora un 8,05%. No se mostró una diferencia estadísticamente significativa en el GC, con un valor $p < 0,05$ y como porcentaje de mejora un 0,36%. Una diferencia significativa de PaCO <sub>2</sub> fue encontrada entre las mediciones pre y post al tratamiento, con un valor $p < 0,05$ y como porcentaje de mejora al obtener una disminución en el GE de 6,65%, comparándolo con el GC con una disminución de 0,35%.	Diferencia significativa de PaO <sub>2</sub> en el GE con porcentaje de mejora; sin embargo, en el GC no se presentaron cambios significativos; aunque, sí se logró un porcentaje de mejora y diferencia significativa en PaCO <sub>2</sub> al obtener una disminución mayor en el GE
Lee, K., et al.22	33	Accidente cerebrovascular, hemiplejía o hemiparesia con infarto cerebral y hemorragia	GC: Ejercicios de estabilización de tronco (EET). GE: Entrenamiento muscular respiratorio (EMR) combinado EET.	El GC recibió tratamiento físico convencional y terapia ocupacional. Durante el GE, el EMR se realizó con los pacientes sentados con el tronco en un ángulo de 90° respecto a sus caderas, en una silla sin respaldo, los pies en el suelo y una pinza nasal, con el objetivo de evitar fugas de aire con ayuda de los dispositivos Threshold.	Dispositivo Threshold (Threshold PEP, Threshold IMT-Philips Respironics, Andover, MA).	6 semanas	El grosor de los músculos respiratorios en reposo del transverso abdominal (TrA), recto abdominal (RA) y diafragma del lado afectado del GE fueron en aumento significativamente, con un valor $p < 0,05$ y un aumento del grosor del diafragma del lado con menor afectación de un valor $p < 0,01$ ; sin embargo, en el GC, solo el TrA del lado afectado se incrementó significativamente, con un valor $p < 0,01$ . La presión espiratoria máxima (PEM), máximo flujo de expiración (MFE), volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF <sub>1</sub> ), presión inspiratoria máxima (PIM), flujo inspiratorio máximo (FIM) y la capacidad vital (CV) aumentaron significativamente en ambos grupos, con un valor $p < 0,05$ .	Se demostró que el grosor del TrA y el diafragma en reposo de los supervivientes de un derrame cerebral aumentó en el GE. Y los resultados de las funciones musculares respiratorias en términos de PEM, MFE, PIM y FIM confirman una mejora importante del grupo GE en comparación con el GC.

Dias, G., et al.23	19	Ninguna patología	GC: EMI con una resistencia inspiratoria del 5%. GE: EMI con una resistencia inspiratoria del 50%.	El procedimiento se realizaba todos los días y cada semana se ajustaba la carga del EMI reajustando la variabilidad del ritmo cardiaco (VRC) evaluado en reposo. La PM6M fue realizada anterior y posteriormente de cada intervención en ambos grupos.	(POWERbreathe Wellness, HaB International Ltd, Southam, Reino Unido).	5 semanas	El PIM mejoró significativamente en el GE, pero no en el GC, con un valor $p < 0,01$ ; $es = 1,17$ . La potencia de alta frecuencia de la VCR mostró una mejoría en la segunda semana, con un valor $p < 0,01$ ; $es = 1,13$ y dicha mejoría, se mantuvo en ascenso hasta la última semana de la intervención, con un valor $p < 0,01$ ; $es = 1,43$ . Los resultados en la PM6M de distancia fueron buenos, con un valor $p = 0,04$ ; $es = 0,39$ y el cambio $\Delta$ de la recuperación de la frecuencia cardiaca (RFC) fue de 1 minuto $p = 0,02$ ; $es = 0,68$ .	Los datos obtenidos con anterioridad indican que la dinámica de la frecuencia cardiaca que se obtiene en reposo, cuando se respira profundamente y el ejercicio post caminata mejoran significativamente posterior a un EMI.
Moreno, A., et al.24	26	Insuficiencia cardiaca crónica	GC: Sin entrenamiento. GE: EMI	El inspiratory muscle metaboreflex fue inducido por una carga resistiva inspiratoria en el GE de manera progresiva y para el GC se aplicó un placebo del 2% de presión inspiratoria estática máxima (PI <sub>máx</sub> ) durante 30 minutos de manera aleatoria.	Threshold Inspiratory Muscle Training device (Health-scan Products Inc.) O un dispositivo POWERbreathe International Ltd.).	8 semanas	La fuerza muscular inspiratoria fue incrementada en un 78%, con un valor $p < 0,001$ , reducción de la saturación de oxígeno en los músculos intercostales y del antebrazo. Aumento de lactato en sangre durante la fatiga respiratoria, con un valor $p < 0,001$ y $p < 0,05$ , respectivamente, en el GE; sin embargo, los cambios en el GC fueron diferentes, con un valor $p < 0,01$ , $p < 0,05$ y $p < 0,05$ , respectivamente.	Se observó un aumento en el consumo de oxígeno (VO <sub>2</sub> ), presión arterial media (PAM), frecuencia cardiaca (FC), volumen sistólico (VS) y salida cardiaca (SC) en ambos grupos durante la fatiga respiratoria. El EMI atenúa la demanda de oxígeno del músculo respiratorio durante la fatiga respiratoria en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica.
Vranish, J., et al.25	26	Apnea obstructiva del sueño (AOS) leve, moderado y severo.	GC: Asignados a placebo. GE: Entrenamiento de fuerza muscular inspiratoria.	Todos los sujetos fueron sometidos a una polisomnografía nocturna durante el ingreso y término del estudio. El GE fue entrenado con una resistencia al 75% de PI <sub>máx</sub> con un aumento posteriormente, al final de cada semana. El GC fue entrenado con una resistencia establecida en 15% de PI <sub>máx</sub>	Inspiratory threshold training device (K3 series, POWERbreathe, Warwickshire, UK).	6 semanas	Reducciones en la presión arterial sistólica y diastólica, con un valor $-12,3 \pm 1,6$ SBP y $-5,0 \pm 1,3$ DBP mmHg; $p < 0,01$ ; niveles plasmáticos de noradrenalina $536,3 \pm 56,6$ versus $380,6 \pm 41,2$ pg / mL; $p = 0,01$ ; y mejoras de sueño con puntajes del índice de calidad del sueño de Pittsburgh: $9,1 \pm 0,9$ versus $5,1 \pm 0,7$ ; $p = 0,001$ .	Los resultados favorables se lograron sin afectar la apnea hipopnea e indican que el EMI puede modular la presión arterial, plasma y catecolaminas en sujetos con apnea nocturna e hipoxemia en curso.

Sehlin, M., et al.26	20	Ninguna patología	GA: Bottle PEP. GB: Mask PEP. GC: Dispositivo de resistencia de flujo CPAP. GD: Dispositivo de umbral de resistencia CPAP.	La secuencia de medición consistió en 30 respiraciones con una medición de capacidad inspiratoria (CI) realizada en el instante en el que las 30 respiraciones terminaron, mientras los sujetos aún se encontraban conectados al dispositivo de respiración, dicho esfuerzo, fue medido con la escala de Borg encargada de medir el esfuerzo de un individuo.	PEP mask (flow resistor) and a PEP bottle (threshold resistor), and 2 CPAP devices.	Sin especificar	Se encontró una disminución significativa de CI en 3 de las 4 respiraciones con la mask PEP y los dispositivos CPAP, con un valor $p < ,001$ . El tiempo inspiratorio medio no difirió significativamente entre los 4 dispositivos $p = ,40$ y estaba entre 1,61 0,48 s el GC y 1,91 0,56 s el GA. El tiempo espiratorio medio varió entre 2,65 0,88 s el GD y 4,66 1,65 s el GB. La media del esfuerzo percibido en los 4 dispositivos de respiración fue bastante baja; sin embargo, la diferencia entre la percepción del esfuerzo entre los distintos dispositivos fue grande, 2,75 (1-6) para el GA, 3,0 (0,5-7) para el GB, 2,0 (0-5) para el GC y 2,0 (0,5-6) en el GD.	Siempre que la capacidad pulmonar total (CPT) es constante, se encontró que las mediciones de cambios en el CI podrían usarse como una medida indirecta en los cambios de la capacidad funcional residual (CFR) en sujetos sanos. Todos los dispositivos de respiración que se utilizaron en esta investigación, con excepción del bottle threshold disminuyeron el CI como una medida indirecta del aumento de la CFR.
Kulnik, S., et al.27	82	Hemorragia aguda o accidente cerebrovascular isquémico	G1: Entrenamiento inspiratorio (EI). G2: Entrenamiento espiratorio (EE). G3: Simulado	Los pacientes requirieron entrenamiento inspiratorio y espiratorio contra resistencia, utilizando dispositivos Threshold. La resistencia se ajustó al 50 % de la P <sub>máx</sub> o presión bucal espiratoria (PE <sub>máx</sub> ). Las presiones bucales máximas fueron reevaluadas y reajustadas según su resistencia semanalmente. En el G3, la resistencia se estableció en un 10 % de la presión máxima de la boca.	Dispositivo (Threshold IMT; Threshold PEP; Respironics, Parsippany, NJ).	4 semanas	Se encontraron mejoras significativas en la media máxima inspiratoria 14 cmH <sub>2</sub> O; $p < 0,0001$ y en la espiratoria 15 cmH <sub>2</sub> O; $p < 0,0001$ . En la presión bucal y flujo máximo de tos espiratoria y voluntaria basal 74 L / min; $p = 0,0002$ en todos los grupos.	La función muscular respiratoria y el flujo de tos mejoran con el tiempo, después de un accidente cerebrovascular agudo. Adicionalmente, el entrenamiento muscular respiratorio no aumenta ni acelera la mejora sin importar que sea inspiratorio o espiratorio.

Silverman, E., et al.28	42	Esclerosis múltiple	GC: Presión cercana a cero (simulado). GE: Entrenamiento de fuerza muscular espiratoria (EFME) con carga de presión positiva.	Se compararon los datos basales con los datos que se obtuvieron posteriormente al tratamiento, de acuerdo con PEM, penetración y aspiración anormal de las vías respiratorias (PAS) y la calidad de vida relacionada con la deglución (SWAL-QOL).	Pressure threshold trainer, the EMST 150 (Aspire LLC; Atlanta, GA)20,21.	5 semanas	Una mejoría en PEM, fue obtenida en ambos grupos, con un valor $p < 0,001$ . En el GE el 40 % mejoró en PAS y un 15 % empeoró, mientras que, en el GC el 21,4 % empeoró y el 14,3 % mejoró. Hubo una mejora en el SWAL-QOL en general en el GE, con un valor $p = 0,016$ ; pero sin cambios en el GC, con un valor $p = 0,072$ , por otro lado, el GE obtuvo una ganancia significativamente mayor versus el GC en los dominios Burden, con un valor $p = 0,014$ , y en Pharyngeal Swallow, con un valor $p = 0,022$ . Ambos grupos mejoraron en los dominios de miedo $p = 0,004$ , salud mental $p = 0,016$ , carga $p = 0,027$ ; sin embargo, solo el GE mejoró en la función de deglución faríngea $p = 0,007$ y el manejo de la saliva $p = 0,036$ .	El fortalecimiento de los músculos espiratorios puede llegar a ocurrir con la práctica de la respiración de manera repetitiva enfocada en una ausencia de alta resistencia. Contrariamente a esto, los resultados de PAS y los dominios SWAL-QOL sugirieron que la resistencia alta del EFME es necesaria para mejorar la seguridad funcional y coordinación de la deglución faríngea, función y manejo de la saliva.
-------------------------	----	---------------------	--	---	--	-----------	---	---

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; Δ: diferencia absoluta con respecto a los valores iniciales.