



**Universidad de Valladolid**



**Facultad  
de Fisioterapia  
de Soria**

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA**  
**Grado en Fisioterapia**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

**POWERBREATHE, DISPOSITIVO ESPECIALIZADO EN  
FISIOTERAPIA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA  
MUSCULATURA RESPIRATORIA EN DEPORTISTAS.  
REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**David Gallego Gallego**

Tutor: Dr. Diego Fernández Lázaro

Soria, a 10 de Junio de 2019

# ÍNDICE

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS (POR ORDEN DE APARICIÓN)

## RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1.Músculos respiratorios .....	1
1.2.Disfunción y restauración de la musculatura inspiratoria .....	2
1.3.Entrenamiento de la musculatura inspiratoria .....	4
1.4.Powerbreathe .....	6
1.4.1. Series y versiones .....	7
1.4.2. Piezas .....	7
1.4.3. Funcionamiento y mecanismo de uso .....	8
1.4.4. Modalidades de uso .....	9
1.4.4.1. Calentamiento .....	9
1.4.4.2. Entrenamiento .....	9
1.4.4.3. Enfriamiento .....	10
1.4.5. Precauciones .....	10
1.4.5.1. Contraindicaciones .....	10
1.4.5.2. Avisos .....	10
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	11
3.1. Objetivo principal .....	11
3.2. objetivos secundarios .....	11
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>5. RESULTADOS</b> .....	13
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	17
6.1.Aplicación en fisioterapia .....	19
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	20
<b>8. ANEXO 1</b>	
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Base de datos utilizada y palabras clave empleadas para cada una de las búsquedas .....	13
<b>Tabla 2.</b> Artículos encontrados en la base de datos PubMed .....	13
<b>Tabla 3.1.</b> Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto del uso del Powerbreathe en deportistas y su relación con el rendimiento deportivo .....	15
<b>Tabla 3.2.</b> Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto del uso del Powerbreathe en deportistas y su relación con el rendimiento deportivo .....	16
<b>Tabla 4.</b> Glosario de abreviaturas de las tablas 3.1 y 3.2 .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clasificación de la musculatura inspiratoria según su función en la inspiración....	1
<b>Figura 2.</b> Técnicas de fisioterapia respiratoria para prevenir y tratar las disfunciones respiratorias .....	3
<b>Figura 3.</b> Clasificación de los principales dispositivos para el entrenamiento de la musculatura inspiratoria .....	5
<b>Figura 4.</b> Clasificación de otros dispositivos según la musculatura que entrena .....	6
<b>Figura 5.</b> Piezas del Powerbreathe K5 .....	7
<b>Figura 6.</b> Mecanismo de uso del Powebreathe K5 .....	8
<b>Figura 7.</b> Selección de estudios .....	14

## **GLOSARIO DE ABREVIATURAS (POR ORDEN DE APARICIÓN)**

**VAS:** Vías aéreas superiores.

**EMI:** Entrenamiento de la musculatura inspiratoria.

**PwB:** Powerbreathe.

**cmH<sub>2</sub>O:** Centímetros de agua.

**EPOC:** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

**PIM:** Presión Inspiratoria Máxima.

**PEM:** Presión Espiratoria Máxima.

**MVV:** Ventilación Voluntaria Máxima.

**PP:** Physical Performance (Rendimiento físico de componente aeróbico).

**HR** Heart Rate (Ritmo Cardíaco).

**VO<sub>2</sub> max:** Consumo de O<sub>2</sub> máximo.

**[La]B:** concentración de lactato en sangre.

**RRE:** Ratio de Esfuerzo Respiratorio.

**ER:** Eficiencia respiratoria.

**VE:** Ventilación/Minuto.

**RSA:** Repeated Sprints Ability (Habilidad en sprints repetidos, prueba de componente aeróbico).

**FVC:** Capacidad Vital Forzada.

**FEV<sub>1</sub>:** Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo.

**MSFT:** Multistage Fitness Test (Test de componente aeróbico).

## RESUMEN

**Introducción:** El entrenamiento de la musculatura inspiratoria actualmente se está utilizando no sólo como medio para tratar enfermedades respiratorias, sino también como estrategia para aumentar el rendimiento deportivo en atletas. Para ello, existen dispositivos de carga resistiva, de hiperpnea isocápnica voluntaria y umbral, entre los que destaca el Powerbreathe por su amplio abanico de modelos y su capacidad de monitorización en tiempo real mediante la serie K5.

**Objetivo:** Revisar la evidencia científica referente al entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo Powerbreathe en deportistas de diferentes modalidades.

**Material y métodos:** Se realiza una revisión narrativa acerca de la influencia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo Powerbreathe en el rendimiento de deportistas. Se utiliza la base de datos Pubmed.

**Resultados y discusión:** Se han analizado parámetros respiratorios y de rendimiento antes y después del entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo Powerbreathe, obteniéndose un incremento en ambos valores, por lo que resulta evidente la importancia de esta herramienta a la hora de incorporarla a las rutinas de entrenamiento normales de los deportistas e incluso para la dinámica asistencial de enfermedades respiratorias.

**Conclusiones:** El dispositivo Powerbreathe es un instrumento potencialmente efectivo para el trabajo de la musculatura inspiratoria y, mediante el uso continuado y siguiendo los protocolos marcados por el fisioterapeuta, induce un descenso de la concentración de lactato en sangre y una mejora de la Presión Inspiratoria Máxima, lo cual se traduce en un aumento del rendimiento deportivo, siempre y cuando el incremento de esta sea mayor o igual del 25%.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. MÚSCULOS RESPIRATORIOS

Una de las modalidades de la fisioterapia que actualmente está en auge es la respiratoria, la cual se encarga de prevenir y tratar las posibles disfunciones respiratorias, incluyendo la musculatura. Los músculos respiratorios se consideran músculos esqueléticos estriados, cuya función principal es la de desplazar rítmicamente la pared del tórax para posibilitar la ventilación pulmonar y mantener los gases en sangre arterial dentro de los límites normales. Presentan mayor resistencia a la fatiga, mayor capacidad oxidativa, flujo sanguíneo aumentado y densidad capilar más elevada que los músculos esqueléticos periféricos (1).

Los músculos respiratorios realizan constantemente ciclos ventilatorios. Cada ciclo ventilatorio consta de una fase inspiratoria y una espiratoria. La fase inspiratoria, en la que nos vamos a centrar, fisiológicamente es posible gracias al gradiente de presión generado por el incremento en el volumen intratorácico producido por la contracción simultánea del diafragma y los intercostales externos. No obstante, en condiciones de ausencia de contracción de estos últimos el fenómeno inspiratorio es posible si existe integridad del diafragma y de su inervación (la actividad inspiratoria depende de este músculo en un 80% aproximadamente). En dicha fase intervienen distintos músculos que, desde el punto de vista fisioterapéutico, se pueden dividir en músculos productores de la fase, músculos facilitadores de la fase y músculos accesorios de la fase (Figura 1) (2).

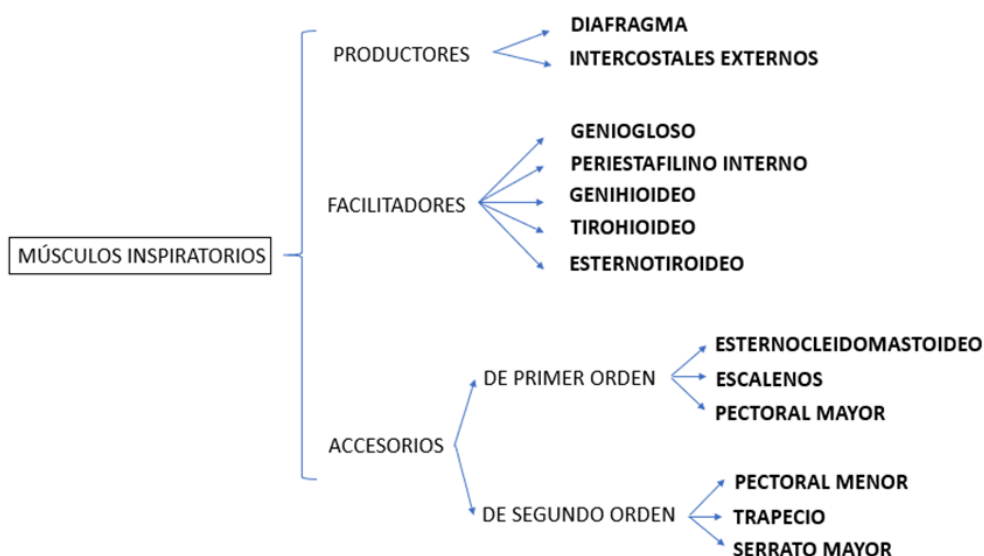


FIGURA 1. Clasificación de la musculatura inspiratoria según su función en la inspiración. Figura de creación propia.

El diafragma y los intercostales externos son los músculos productores de la inspiración. El diafragma es el principal músculo inspiratorio. Delimita las cavidades torácica y abdominal. Posee una cúpula que desciende durante la contracción aumentando los diámetros longitudinal, transversal y anteroposterior del tórax, lo cual produce un incremento en el volumen intratorácico y una disminución en su presión, a la vez que genera efectos inversos en la cavidad abdominal. Los intercostales externos son músculos que actúan sinérgicamente con el diafragma (2).

Los músculos Geniogloso, Periestafilino interno, Genihioideo, Tirohioideo y Esternotiroideo son los facilitadores de la inspiración ya que dilatan la faringe para conservar la permeabilidad de las vías aéreas superiores (VAS), estabilizan las VAS durante la inspiración y se oponen al efecto de succión del diafragma durante la inspiración, el cual tiende a colapsar las VAS (2).

Durante situaciones no fisiológicas como una enfermedad o durante el ejercicio pueden activarse los músculos accesorios de la inspiración, cuya finalidad primordial es ampliar el volumen de la cavidad torácica favoreciendo la aparición de un gradiente de presión que permite el llenado pulmonar. Los músculos accesorios de primer orden se llaman así por su pronta aparición en situaciones de incremento de la demanda y son el Esternocleidomastoideo, los Escalenos (anterior, medio y posterior) y el Pectoral Mayor. Los tres tienen un origen y una inserción determinada, pero, para que cumplan la función inspiratoria, la parte móvil debe ser la que se localice en la caja torácica para que, cuando se contraiga, lo haga en dirección hacia la parte fija, aumentando así el volumen de la caja torácica. Los músculos accesorios de segundo orden intervienen en situaciones de necesidad extrema. El Pectoral Menor como músculo inspirador mantiene fija su inserción en la escápula y se contrae desde su origen (bordes superiores y superficies externas de la tercera a la quinta costilla) hacia la parte fija. Además, juegan un papel importante el Trapecio y el Serrato mayor. Las fibras superiores del trapecio extienden y fijan la columna cervical para facilitar la acción respiratoria del Esternocleidomastoideo y elevan el hombro para facilitar la acción de los Pectorales. Por su parte, el Serrato mayor actúa en la inspiración forzada si la escápula está fijada en aducción por los Romboideos (2).

## **1.2. DISFUNCION Y RESTAURACION DE LA MUSCULATURA RESPIRATORIA**

La debilidad o disfunción de la musculatura inspiratoria conduce a complicaciones respiratorias graves como la disminución de volúmenes pulmonares (por ejemplo, de la capacidad vital), respiración ineficaz, disminución de la movilidad torácica y del hombro, disminución de la expansión torácica y de la ventilación alveolar, secreción deficiente y,



finalmente, insuficiencia respiratoria crónica, la cual puede conducir a la muerte (3). Para evitar que esto ocurra se utilizan técnicas de fisioterapia respiratoria, las cuales tienen como objetivos prevenir y tratar las posibles disfunciones respiratorias, restituir la función pulmonar y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Podemos distinguir una gran variedad de técnicas en función del estado del paciente, su patología y la finalidad del tratamiento (Figura 2) (4).

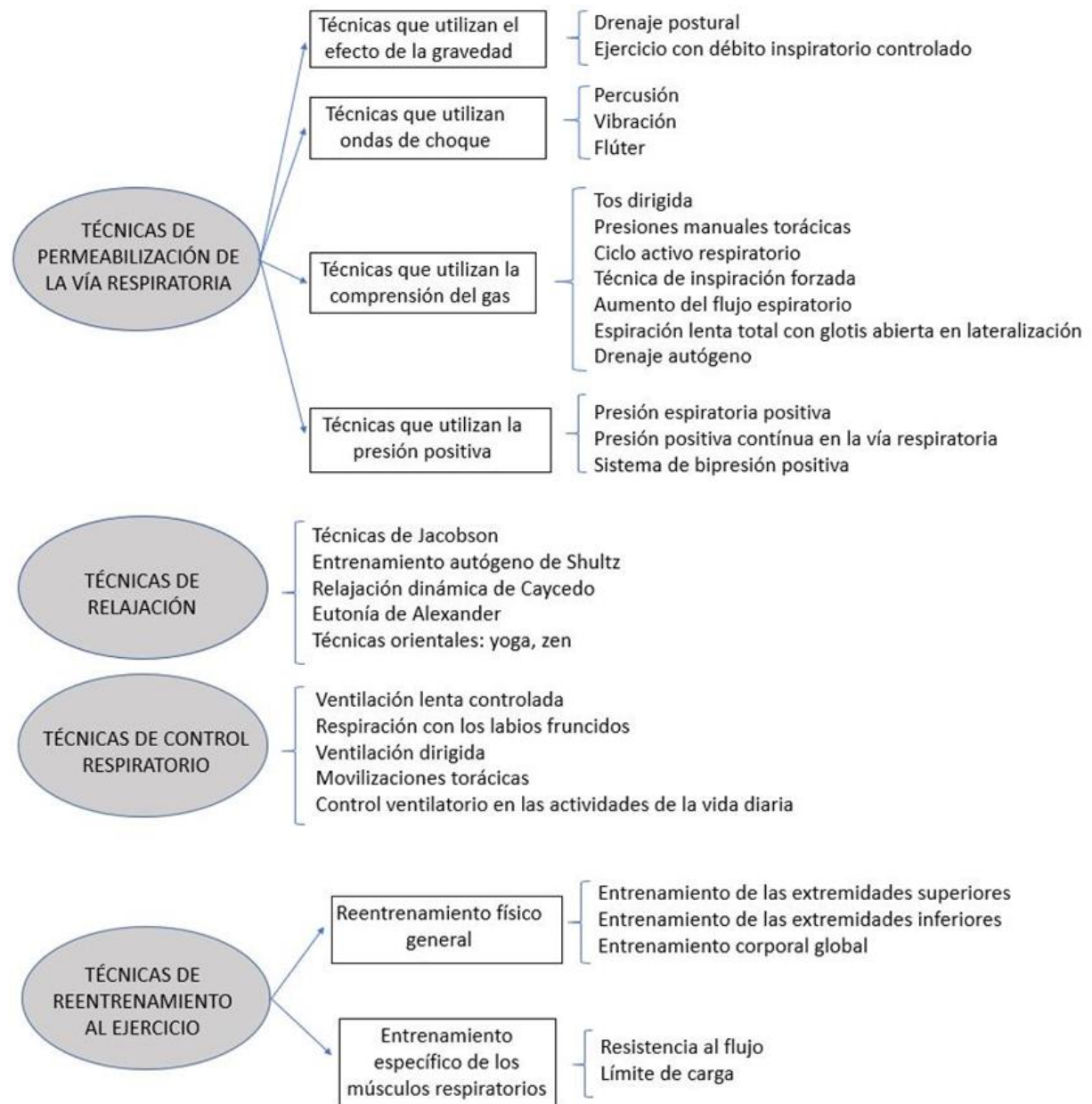


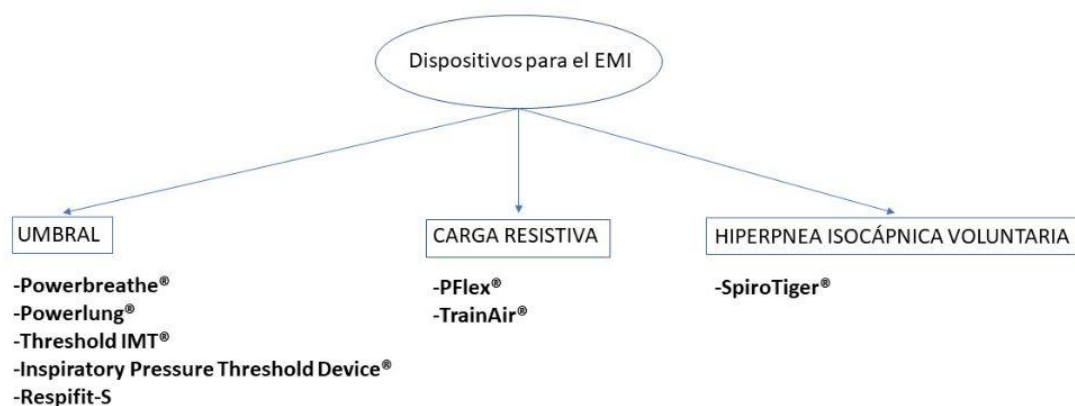
Figura 2. Técnicas de fisioterapia respiratoria para prevenir y tratar las disfunciones respiratorias. Figura adaptada de Güell et al (4).

### 1.3. ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) está siendo usado actualmente no sólo como medio para tratar enfermedades respiratorias, sino también como estrategia para minimizar la fatiga respiratoria, y es por esto por lo que se considera un método que tiene potencial ergogénico en el rendimiento de los atletas (5). Los músculos respiratorios pueden fatigarse cuando se les exige trabajar en altas y prolongadas intensidades y/o con más frecuencia de la que están habituados a trabajar (6). En ejercicios a intensidades altas durante un tiempo prolongado, el rendimiento de la musculatura respiratoria disminuye como consecuencia del aumento de su trabajo y de la presencia de disnea, la cual contribuye a la fatiga y al descenso del rendimiento global (7). Los beneficios del EMI están relacionados con el aumento de la fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria en el rendimiento de los deportistas, especialmente en las modalidades que cuentan con altas demandas metabólicas (5). Un EMI controlado con el uso de cargas adecuadas aumenta significativamente la fuerza y la resistencia de la musculatura inspiratoria, disminuye la disnea e incrementa la capacidad de ejercicio (8). En el ámbito deportivo, el entrenamiento a una intensidad moderada está considerado como un estímulo insuficiente para mejorar la fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria, de ahí la importancia de utilizar aparatos para ello (9). Existen tres tipos de dispositivos para el entrenamiento de la musculatura inspiratoria: dispositivos de carga resistiva, dispositivos de hiperpnea isocápnica voluntaria y dispositivos umbral (10).

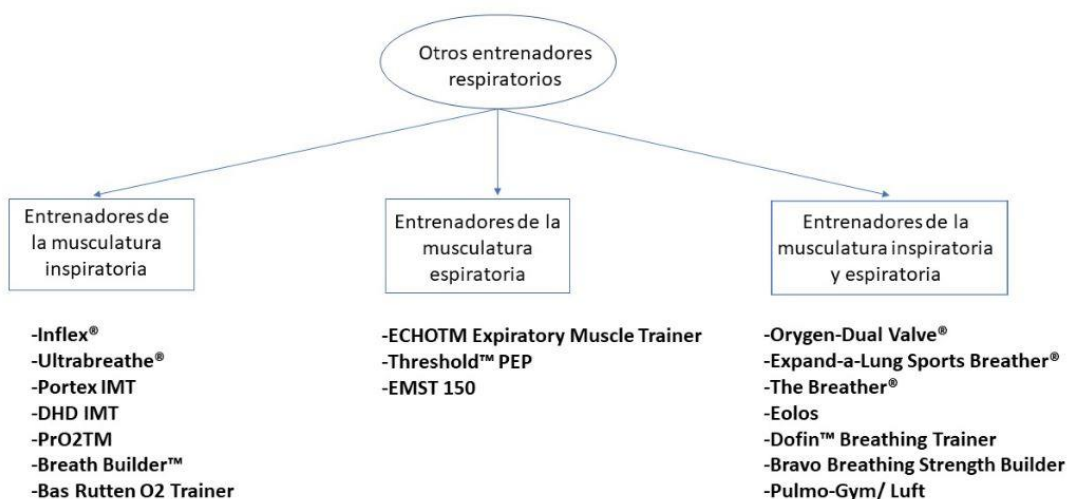
Los dispositivos de carga resistiva cuentan con una boquilla y un dial circular. Al girar el dial varía el tamaño de la abertura por la cual el sujeto debe respirar. Cuanto más pequeña sea la abertura mayor será la resistencia a la inspiración. Podemos encontrarlos con: Pflex® (Respironics Inc., Murrysville, PA, USA), TrainAir® (Project Electronics Ltd., Kent, ENG, UK). Los dispositivos de hiperpnea isocápnica voluntaria tienen un procedimiento más complejo. Con ellos, el sujeto mantiene una frecuencia de respiración elevada y una concentración de CO<sub>2</sub> en sangre constante, para lo cual incorpora una bolsa calibrada donde se recoge el aire exhalado por el paciente y se mezcla con el aire del ambiente en la siguiente inspiración. Este tipo de entrenamiento mejora principalmente la resistencia respiratoria, ya que el tipo de carga al que se someten los músculos respiratorios es de baja intensidad y larga duración. El más usado es el SpiroTiger® (10). Los dispositivos umbral permiten el flujo de aire durante la inspiración únicamente después de alcanzar una cierta presión inspiratoria, la cual se puede ajustar mediante la tensión de un muelle en función de la presión inspiratoria máxima (PIM) del paciente. Una vez superada la presión y abierta la válvula, la resistencia lineal al incremento de flujo debe ser inapreciable. Estos son: Inspiratory Pressure Threshold Device® (Cedar Grove, NJ, EE.UU),

PowerLung® (Powerlung Inc., Houston, TX, USA), Threshold® IMT (Respironics Inc., Murrysville, PA, USA), Respifit-S (Biegler GmbH, Mauerbach, NOE, AUT) y Powerbreathe® (Powerbreathe International Ltd., Southam, ENG, UK) (PwB) (Figura 3) (11).



**Figura 3. Clasificación de los principales dispositivos para el entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Figura de creación propia.**

Además de todos ellos, existen otros dispositivos para el EMI: Inflex® (Respironics Inc., Murrysville, PA, USA), Ultrabreathe® (Tangent Healthcare Ltd., Basingstoke, ENG, UK), Portex IMT (Smiths Medical, St Paul, MN, USA), DHD IMT (DHD Medical Products, Canastota, NY, USA), PrO2™ (DeVilbiss UK Ltd, Stourbridge, ENG, UK), Breath Builder™ (Windsong, Gurnee, IL, USA) y Bas Rutten O2 Trainer (BRK Inc, Las Vegas, NV, USA). También hay que destacar que, actualmente, podemos encontrar en el mercado varios aparatos destinados al entrenamiento de la musculatura espiratoria, como el ECHOTM Expiratory Muscle Trainer (Galemed, Fenjiu, TW, TW), el Threshold™ PEP (Respironics Inc., Murrysville, PA, USA) o el EMST 150 (Aspire Products, Gainesville, FL, USA), e incluso otros dispositivos que sirven tanto para entrenar la musculatura inspiratoria como la espiratoria. Por ejemplo: Orygen-Dual Valve® (Forumed S.L., Barcelona, CAT, ESP), Expand-a-Lung (Expand-a-Lung Inc, Miami, FL, USA), Sports Breather® (Health Fitness Center, Rockport, TX, USA), The Breather® (PN Medical, Orlando, FL, USA), Eolos (Aleas Europe, Miami, FL, USA), Dofin™ Breathing Trainer (Galemed, Fenjiu, TW, TW), Bravo Breathing Strength Builder (BreatheHome, Taipei, TW, TW) y Pulmo-Gym/ Luft (Pulmo-gym, Alberton, GT, ZA) (Figura 4) (11).



**Figura 4. Clasificación de otros dispositivos según la musculatura que entrena. Figura de creación propia.**

De todos ellos, los dispositivos de umbral son más efectivos que el resto porque son más fiables a la hora de realizar la carga de entrenamiento ya que la presión a la que se ajusta la válvula permite conocer con precisión la carga de trabajo que se está solicitando. Los de carga resistiva basan la resistencia en el calibre del orificio por el que se respira, por lo que el usuario encontrará menor resistencia si respira lentamente o mayor si lo hace con mayor rapidez, por lo tanto, varía la resistencia que imprimen en base a la velocidad del flujo de aire inspirado. Entre los dispositivos de umbral, el PwB permite trabajar a mayores cargas alcanzando los 186 centímetros de agua (cmH<sub>2</sub>O) -presión generada en los pulmones debido a la fuerza de los músculos inspiratorios- en el modelo Plus Media Resistencia para deportistas recreacionales o 274 cmH<sub>2</sub>O en el Plus Alta Resistencia para deportistas de élite. Es fácilmente ajustable la carga de trabajo por la rueda de la base y presenta un diseño ergonómico. Además, hay que tener en cuenta la posibilidad de entrenamiento autooptimizado que posibilitan los PwB de la serie K, que posibilitan un mayor trabajo realizado en cada respiración al disminuir la carga aplicada al final de la respiración y mantener la válvula abierta hasta el final, además de la monitorización a tiempo real (<http://www.powerbreathe.es/>).

#### **1.4. POWERBREATHE**

Dentro de los dispositivos umbral, nos encontramos ante el PwB. Es un dispositivo destinado al entrenamiento de la musculatura inspiratoria, por lo que se ha mostrado eficaz en la mejora de la respiración y la calidad de vida tanto en personas sedentarias como en

enfermos respiratorios e incluso en deportistas, demostrándose una mejora del rendimiento físico. Su funcionamiento se basa en que ofrece una resistencia a la inspiración variable y fácilmente regulable (12).

Este dispositivo, actualmente se está usando en entrenamientos de la musculatura respiratoria en atletas y en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) (13). Los mayores beneficiados de dicho entrenamiento serán los deportistas que practiquen ejercicios de larga duración y los sujetos sanos, cuya condición física sea baja (14).

#### 1.4.1. SERIES Y VERSIONES

Existen 5 series: “PwB Classic”, “PwB Plus”, “PwB Black Edition”, “PwB Pink edition” y “PwB Serie K”. La serie “Classic” fue la primera en comercializarse en 2001 y el aparato tenía forma de “T”; posteriormente se crearon las series “Plus”, “Black edition” y “Pink edition”, todas ellas similares, en forma de “L”, únicamente se diferenciaban en el color; y finalmente se patentó la “Serie K”, en la cual los aparatos pasaron a ser electrónicos e incorporaron un sistema de monitorización y una función de automejora (15).

También podemos distinguir 3 versiones: “PwB Salud” (la resistencia es la más liviana y está destinado a personas sedentarias, de edad avanzada o con problemas respiratorios) “PwB Deporte” (la resistencia es media y se dirige a personas con buen estado de salud que realizan ejercicio físico) y “PwB Competición” (la resistencia es mayor y se dirige a personas dedicadas al deporte de competición) (16).

#### 1.4.2. PIEZAS

Está compuesto por boquilla, cabezal de la válvula, terminal, pantalla LCD, toma de carga y luz de carga. Además, cuenta con la base, cargador USB, cable USB y una pinza nasal (Figura 5) (12).

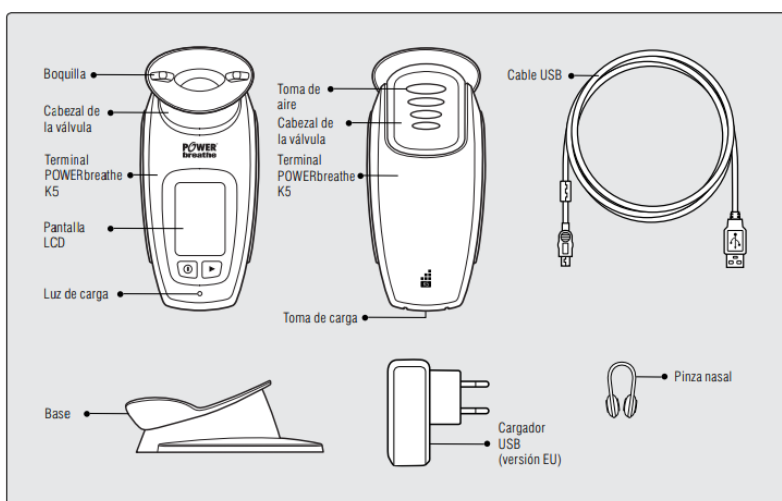


Figura 5. Piezas del Powerbreathe K5 (12).

### 1.4.3. FUNCIONAMIENTO Y MECANISMO DE USO

En primer lugar, nada más encender el PwB K5, nos pide que introduzcamos unidades de altura, peso, edad y sexo para realizar una estimación de la fuerza de nuestra musculatura respiratoria y para ofrecernos comentarios sobre nuestro rendimiento. Antes de comenzar el entrenamiento debemos ajustar la carga del entrenamiento, es decir, debemos establecer una resistencia apropiada que ejercitar la musculatura con la mayor eficacia posible. Lo podemos hacer automática o manualmente. El ajuste automático se realiza durante las dos primeras inspiraciones de cada entrenamiento, en las cuales no habrá resistencia. Respiraremos tan rápida y profundamente como nos sea posible y el propio aparato, según la medición de la capacidad respiratoria tomada, nos establecerá un nivel de carga. El ajuste manual nos permite establecer el nivel de carga que deseemos, hasta un máximo de 200 cmH<sub>2</sub>O. Una vez hecho esto, podemos empezar a utilizarlo. Su mecanismo de uso es muy sencillo (Figura 6) (12).

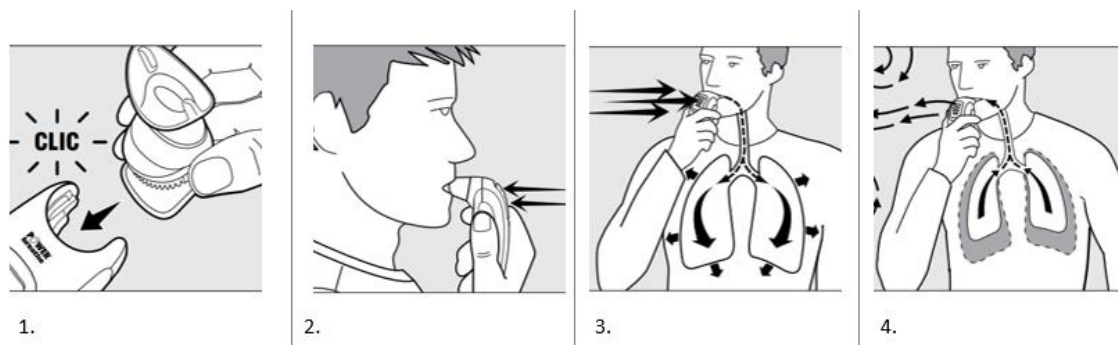


Figura 6. Mecanismo de uso del Powebreathe K5 (12).

- 6.1. Comprobar que el cabezal está bien fijado.
- 6.2. En bipedestación o en sedestación erguido y relajado, sujetar el aparato con la mano ahuecada en torno a la parte inferior del dispositivo, con los dedos y el pulgar sobre los asideros coloreados de goma. Asegurarse de no tapar con la mano la entrada de aire. Después, colocar el aparato en la boca de forma que los labios tapen la pantalla externa para formar un sello y que los mordedores de la boquilla queden sujetos entre los dientes superiores e inferiores.
- 6.3. Espirar tanto como se pueda y, después, realizar una inspiración rápida y potente a través de la boquilla.
- 6.4. Espirar despacio y pasivamente hasta notar los pulmones completamente vacíos. Esperar hasta escuchar un pitido que emite el dispositivo antes de volver a inhalar.

#### **1.4.4. MODALIDADES DE USO**

Dentro de las modalidades de uso del PwB, se encuentran el calentamiento, el entrenamiento y el enfriamiento. Para una mayor eficacia y un mayor rendimiento en el entrenamiento es obligatorio realizar un calentamiento previo y un enfriamiento posterior a la actividad deportiva principal.

##### **1.4.4.1. CALENTAMIENTO**

Las recientes investigaciones han demostrado que una rutina de calentamiento normal antes del ejercicio no consigue calentar los músculos respiratorios, lo que ocasiona una excesiva disnea al comienzo del ejercicio. El PwB K5 puede usarse para calentar específicamente estos músculos antes del ejercicio usando un ajuste con carga reducida que permite aumentar el rendimiento durante el ejercicio. La sesión de calentamiento del PwB K5 consiste en 30 respiraciones a aproximadamente el 80% de la intensidad normal del entrenamiento y debe realizarse dos veces con un descanso de dos minutos entre las sesiones. Estos ejercicios deben realizarse de cinco a diez minutos antes de empezar su entrenamiento, ejercicio o competición (12).

##### **1.4.4.2. ENTRENAMIENTO**

La rutina de entrenamiento recomendada con PwB consiste en 30 respiraciones dos veces al día (una por la mañana y otra por la tarde), lo que supone entre 5 y 10 minutos de entrenamiento cada día. Tras acabar cada entrenamiento, obtendremos resultados sobre carga, potencia, volumen y energía respiratoria. La carga es una medida de la resistencia a la inhalación y equivale a la fuerza que ejercen los músculos inspiratorios. Se mide en unidades de cmH<sub>2</sub>O. La carga indicada corresponde a la carga máxima alcanzada durante la sesión de entrenamiento respiratorio. Un resultado de carga superior significa que está entrenando más los músculos inspiratorios. La potencia es una medida del rendimiento muscular que combina velocidad del movimiento y fuerza. Unos músculos más potentes serán más resistentes a la fatiga y podrán generar un mayor flujo de aire. El volumen indica la cantidad media de aire inhalada por cada respiración durante un entrenamiento. Un aumento en el volumen indica que estaremos respirando con profundidad. La energía respiratoria es la medida del esfuerzo en la respiración durante un entrenamiento, es decir, es la combinación de la fuerza que ejercen los músculos respiratorios con el volumen de aire inhalado. Un valor elevado de la energía respiratoria indica que los músculos inspiratorios han hecho más esfuerzo durante más tiempo (12). El EMI mejora el rendimiento del ejercicio físico en sujetos no entrenados (17) y entrenados, por medio de una gama de deportes y ejercicios de resistencia (18) y durante sprints repetidos en entrenamientos interválicos (19).

### **1.4.4.3. ENFRIAMIENTO**

La sesión de enfriamiento consiste en respirar con una pequeña resistencia una vez terminado el entrenamiento para reducir el ácido láctico con mayor rapidez, ayudando a la recuperación y aumentando el rendimiento durante el ejercicio. La sesión de enfriamiento consta de 60 respiraciones con un reducido nivel de carga (12).

En base a todo lo anterior, utilizaremos el PwB K5 con el fin de entrenar la musculatura respiratoria y mejorar así el rendimiento físico y la capacidad ante el esfuerzo. Las adaptaciones provocadas tras un correcto programa de entrenamiento pueden influir en el metabolismo energético de los músculos respiratorios, ganando en eficiencia y provocando una menor demanda de oxígeno con respecto a los músculos esqueléticos (10).

## **1.5. PRECAUCIONES**

### **1.5.1. CONTRAINDICACIONES**

Al usar PwB, se crea una presión negativa en el interior del pecho, la garganta, los oídos y los senos. No debe usar si presenta un historial de neumotórax espontáneo, un pulmón colapsado debido a una lesión traumática que no se haya curado por completo o si padece cualquier afección del tímpano (12).

### **1.5.2. AVISOS**

Si se siente ligeramente mareado durante el entrenamiento reduzca su ritmo respiratorio o haga una pausa hasta recuperarse por completo. Si sufre de catarro, sinusitis o infección de las vías respiratorias, no use su PwB K5 hasta que hayan desaparecido los síntomas. Si experimenta ligeras molestias en los oídos durante el entrenamiento y persisten, consulte a su médico. Para evitar la posible transmisión de infecciones, no comparta la boquilla ni el cabezal de la válvula con otros usuarios, incluidos los miembros de su familia. Durante el entrenamiento notará resistencia a la inhalación, pero no sentirá dolor. Si siente dolor deje de usarlo inmediatamente y consulte a su médico. No modifique ninguna medicación o programa de tratamiento prescrito sin consultar a su médico (12).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, en el deporte de élite existe una fina línea entre el éxito y el fracaso. Tanto los entrenadores como los atletas están incorporando nuevos dispositivos a sus



rutinas de entrenamiento habituales que permitan mejorar su rendimiento deportivo y sea su elemento diferencial con los rivales. En este sentido, el EMI es capaz de mejorar el rendimiento físico y la capacidad ante el esfuerzo. Por eso, para este TFG he realizado una revisión sistemática acerca del EMI en deportistas con el fin de aunar la fisioterapia con el ámbito deportivo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo principal:**

- Revisar la evidencia científica referente al entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo PwB en deportistas de diferentes modalidades.

#### **3.2. Objetivos secundarios:**

- Analizar cuáles son los músculos a los que se les somete entrenamiento mediante el dispositivo PwB.
- Trasponer la metodología de entrenamiento en deportistas para su utilización en la rutina de trabajo de fisioterapia en aquellos pacientes que lo puedan requerir.
- Establecer una relación entre el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y el rendimiento deportivo.

### **4. MATERIAL Y METODOS**

Para la realización de este trabajo, se realizó una revisión sistemática entre los meses de Enero y Junio de 2019, con el objetivo de analizar y contrastar aspectos referentes a la influencia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo PwB en el rendimiento de deportistas.

El presente trabajo es una revisión sistemática sobre el conocimiento actual del dispositivo PwB en el rendimiento de los deportistas. Se llevó a cabo siguiendo las directrices PRISMA (Anexo 1), que ayudarán a mejorar la calidad de la revisión (20) y el modelo PICOS para la definición de criterios de inclusión: P (población): “individuos practicantes de actividad física”, I (intervención): “entrenamiento de la musculatura respiratoria mediante el dispositivo PwB”, C (comparadores): “comparación entre el grupo experimental y un grupo control”, O (resultado): “protocolos de utilización del PwB, metodología empleada y parámetros respiratorios y de rendimiento analizados” y S (diseño de estudios): “diseño aleatorizado con y sin placebo”.

Para la estrategia de búsqueda se han realizado varias búsquedas en la base de datos electrónica PubMed. Se utilizaron varios términos y el operador booleano “AND” como nexos

de búsqueda. Las palabras se seleccionaron teniendo en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de este trabajo.

Como palabras clave se utilizaron términos Mesh con diferentes combinaciones: strength (fuerza), aerobic capacity (capacidad aeróbica), resistance (resistencia), performance (rendimiento), physiotherapy (fisioterapia), inspiratory muscle training (entrenamiento de la musculatura inspiratoria), athletes (atletas) y powerbreathe.

Con el objetivo de reducir el número de artículos se aplicaron los siguientes filtros:

- Realizados en humanos
- Estudios publicados en los últimos 12 años para los artículos científicos
- *Review*
- *Most recent*

Tras realizar la pertinente búsqueda, en las diferentes bases de datos, con las palabras clave seleccionadas, se obtuvieron un total de 969 artículos. Se procedió a leer el título de cada artículo y a aplicar los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- 1) Documentos relacionados con el entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo PwB
- 2) Documentos cuya fecha de publicación fuera menos de 12 años de antigüedad
- 3) Publicaciones en todos los idiomas
- 4) Publicaciones cuyos sujetos de estudio fueran humanos sin importar el sexo
- 5) Guías, libros o artículos publicados en cualquier país

Criterios de exclusión:

- 1) Publicaciones no relacionadas con la fisioterapia
- 2) Documentos duplicados
- 3) Estudios sobre animales
- 4) Estudios con más de 12 años de antigüedad

A continuación, se procedió a leer el abstract con el fin de reducir más la búsqueda y seleccionar los artículos válidos, siendo estos al final un total de 18.

Los artículos fueron analizados y examinados, realizando una lectura crítica para establecer su relación o no con el tema que nos ocupa, y no siendo únicamente los nombrados en este apartado los que se utilizaron para la elaboración final del trabajo.

**TABLA 1. Base de datos utilizada y palabras clave empleadas para cada una de las búsquedas.**

Nº de búsqueda	Base de datos	Término de búsqueda
1	PubMed	Inspiratory muscle training AND athletes
2	PubMed	Inspiratory muscle training AND powerbreathe
3	PubMed	Inspiratory muscle training AND performance
4	PubMed	Inspiratory muscle training AND resistance
5	PubMed	Inspiratory muscle training AND strength
6	PubMed	Powerbreathe AND aerobic capacity AND inspiratory muscle training
7	PubMed	Powerbreathe AND athletes AND inspiratory muscle training
8	PubMed	Powerbreathe AND physiotherapy AND inspiratory muscle training
9	PubMed	Powerbreathe AND performance AND inspiratory muscle training

**TABLA 2. Artículos encontrados en la base de datos PubMed.**

TÉRMINO DE BÚSQUEDA	Nº DE ARTÍCULOS TRAS APLICAR FILTROS	Nº DE ARTÍCULOS TRAS LEER EL ABSTRACT	Nº DE ARTÍCULOS ESCOGIDOS
Inspiratory muscle training AND athletes	43	17	1
Inspiratory muscle training AND powerbreathe	206	14	1
Inspiratory muscle training AND performance	138	11	2
Inspiratory muscle training AND resistance	109	11	1
Inspiratory muscle training AND strength	313	9	1
Powerbreathe AND aerobic capacity AND inspiratory muscle training	9	9	2
Powerbreathe AND athletes AND inspiratory muscle training	9	9	2
Powerbreathe AND physiotherapy AND inspiratory muscle training	108	21	3
Powerbreathe AND performance AND inspiratory muscle training	34	24	5

## 5. RESULTADOS

### Selección de estudios:

En un inicio la búsqueda bibliográfica mostró 969 artículos publicados después del 2007, de los cuales se excluyeron 695 por ser estudios sin intervención y 256 por no estar relacionados al tema de búsqueda. Los textos completos de las 18 publicaciones restantes

fueron evaluados según los criterios de inclusión, a partir de los cuales se eliminaron 4 por utilizar sujetos no sanos y 7 por no medir ninguna de las variables incluidas en este estudio. De este modo, se obtuvieron 7 artículos incluidos en esta revisión sistemática (Figura 7).

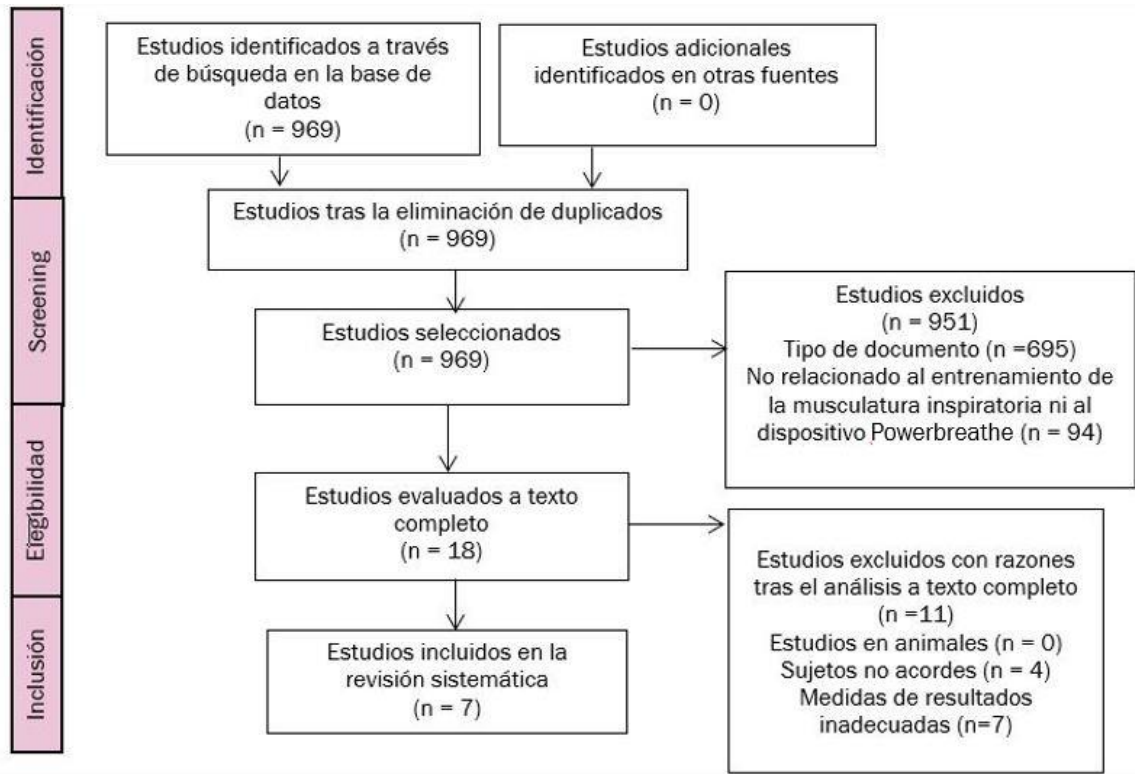


Figura 7. Selección de estudios. Figura de creación propia.

**TABLAS 3.1. Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto del uso del Powerbreathe en deportistas y su relación con el rendimiento deportivo.**

AUTOR	MUESTRA	TIPO DE ESTUDIO	METODOLOGÍA	ENTRENAMIENTO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS	CONCLUSIÓN	VALORACIÓN PERSONAL
Hartz et al. 2018 (7)	19 hombres jugadores de balonmano profesionales	Aleatorio con placebo	PwB Plus Heavy Resistance Sports Model	2 horas/sesión 5 sesiones/semana Durante 12 semanas	PIM PEM MVV PP VO <sub>2</sub>	↑PIM* ↑PEM ↑MVV ↑PP ↑VO <sub>2</sub> *	El EMI produce un incremento importante de la fuerza y de la resistencia y, por tanto, del rendimiento	+++
Griffiths et al. 2007 (18)	17 hombres remeros entrenados	2 grupos (IMTG y EMTG)	EMI → PwB EME → Powerlung	FASE 1: 4 semanas Grupo A: EMI Grupo B: EME FASE 2: 6 semanas Grupo A Y B: EMI/EME	PIM PEM HR VO <sub>2</sub> [La]B RRE	↑PIM* X X X ↓[La]B* ↓RRE	El EMI mejora el rendimiento en remeros, pero el EME y la combinación EMI/EME no	+++
Salazar-Martínez et al. 2015 (21)	16 ciclistas entrenados. 9 hombres y 7 mujeres	Aleatorio con control sin placebo	PwB K3	2 sesiones/día 5 días/semana Durante 6 semanas	PIM ER Rto	↑PIM* ↑ER ↑Rto*	El EMI tiene un efecto positivo en el rendimiento de ciclistas entrenados	++
Edwards et al. 2015 (22)	16 hombres atletas de fondo entrenados	Aleatorio con placebo	PwB	4 semanas; en cada semana: (CV1: 5x1000 m; CV2: 3x1600 m, SP1: 20' carrera continua) + EMI 1 sesión/día	PIM VO <sub>2</sub> max Rendimiento (prueba de 5000m)	↑PIM X X	El EMI combinado con el entreno cardiovascular aumenta la PIM, pero no lo suficiente para aumentar el rendimiento en atletas	+++

**TABLA 3.2. Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto del uso del PwB en deportistas y su relación con el rendimiento deportivo.**

AUTOR	MUESTRA	TIPO DE ESTUDIO	METODOLOGÍA	ENTRENAMIENTO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS	CONCLUSIÓN	VALORACIÓN PERSONAL
Archiza et al. 2017 (23)	18 mujeres futbolistas profesionales	Aleatorio doble ciego con control	PwB K5	2 sesiones/día 5 días/semana Durante 6 semanas	Antropométricos, de función pulmonar, fuerza de la musculatura respiratoria, test de máximo ejercicio incremental + "Tlim" test + sprints repetidos	↑PIM* ↓VE ↓[La-]B* ↑RSA	El EMI incrementa la fuerza de la musculatura inspiratoria, la tolerancia al ejercicio y la recuperación de sprints repetidos en futbolistas	++
Richard et al. 2018 (24)	7 hombres profesionales patinadores de velocidad	Diseño cruzado, ciego simple	PwB	Durante 3 días 3 ciclos de 5' de compresiones del antebrazo con 5' de descanso + calentamiento de la musculatura inspiratoria + calentamiento general	Variables fisiológicas de percepción y de rendimiento	↓HR	El calentamiento de la musculatura inspiratoria combinado con compresiones no aumenta el rendimiento en patinadores de velocidad	+
Guy et al. 2014 (25)	31 hombres futbolistas entrenados	Aleatorio con placebo y grupo control	PwB K1	6 semanas 2 sesiones/semana de entrenamiento normal + EMI	PIM FVC FEV1 MSFT [La-]B	↑PIM* X X ↑MSFT ↓[La-]B*	El EMI aumenta el rendimiento en futbolistas en pretemporada	++

Tabla 4. Glosario de abreviaturas incluidas en las tablas 3.1 y 3.2 (por orden de aparición).

TÉRMINO	SIGNIFICADO
PwB	Powerbreathe
PIM	Presión Inspiratoria Máxima
PEM	Presión Espiratoria Máxima
MVV	Ventilación Voluntaria Máxima
PP	Physical Performance (Rendimiento físico de componente aeróbico)
HR	Heart Rate (Ritmo Cardíaco)
VO <sub>2</sub> max	Consumo de O <sub>2</sub>
[La]B	Concentración de lactato en sangre
RRE	Ratio de Esfuerzo Respiratorio
EMI	Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria
EME	Entrenamiento de la Musculatura Espiratoria
ER	Eficiencia Respiratoria
Rto	Rendimiento
CV1	Prueba Cardiovascular 1 (5x1000 metros)
CV2	Prueba Cardiovascular 2 (3x1600 metros)
SP1	Self-Paced (Carrera continua a ritmo propio durante 20 minutos)
Tlim	Time-to.exhaustion test (Test de medida del agotamiento)
VE	Ventilación/Minuto
RSA	Repeated Sprints Ability (Habilidad en sprints repetidos, prueba de componente aeróbico)
FVC	Capacidad Vital Forzada
FEV1	Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo
MSTF	Multistage Fitness Test (Test de componente aeróbico)
*	Estadísticamente significativo
↑	Aumento
↓	Descenso
X	Sin cambios

## 6. DISCUSIÓN

Los entrenadores y atletas introducen diversas estrategias en los métodos de entrenamiento convencionales que sean capaces de inducir adaptaciones que mejoren la funcionalidad muscular, sanguínea, cardiovascular, endocrino-metabólica y respiratoria (26). Destaca entre ellas la del EMI.

El EMI actualmente se emplea como herramienta adicional para la mejora del rendimiento de los deportistas. Son muchos los instrumentos empleados, entre los cabe destacar el PwB por su uso en el incremento del rendimiento deportivo y por su potencial aplicación en la dinámica asistencial de enfermedades respiratorias.

En esta revisión narrativa hemos obtenido 7 artículos que abordan la evidencia científica referente al entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante el dispositivo PwB en deportistas de diferentes modalidades como son el balonmano (7), el remo (18), el

ciclismo (21), el atletismo (22), el patinaje de velocidad (24) y el fútbol (23,25), y que en cada una predominan diferentes componentes físicos y energéticos.

En todos ellos se utiliza el dispositivo PwB como herramienta de entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Sin embargo, la serie, versión y modelo no es el mismo e incluso en alguna ocasión no se llega a especificar (18,22,25). Podemos destacar el PwB K5 debido a que es el único que dispone de monitorización a tiempo real y sus datos del software son fácilmente interpretables por el fisioterapeuta, por lo que se podría utilizar a la hora de evaluar y tratar individualmente a cada paciente susceptible de intervención fisioterápica en materia respiratoria (23)

En cuanto al entrenamiento de la musculatura inspiratoria, para ser efectivo es imprescindible seguir el protocolo de aplicación de 30 inspiraciones, dos veces al día y contar con una gran adherencia e implicación (12). Hay investigaciones en las que el dispositivo PwB se utiliza como calentamiento de la musculatura inspiratoria previo a la actividad física principal (24) o como complemento del entrenamiento principal de su respectiva modalidad deportiva (18,22,25), pero en todos ellos se ha comprobado que el protocolo de actuación más recurrente es ejercitarse 2 veces al día, 5 días a la semana, durante un periodo comprendido entre las 6 (21,23) y 12 semanas (7).

Con el propósito de aclarar la evidencia científica de los estudios incluidos en la revisión, he decidido diferenciar los parámetros analizados en dos componentes: actividad respiratoria y rendimiento deportivo. En general, el parámetro respiratorio más estudiado es la PIM (7,18,21,22,23,25), ya que es el indicador más fiable para valorar el incremento de la capacidad inspiratoria. En este sentido, se analizan otros marcadores como son: PEM, FVC, RRE, FEV1, ER y VE. Los estudios que analizan la PEM (7,18) lo hacen porque se realiza también un entrenamiento de la musculatura espiratoria, obteniéndose una tendencia incremental de las capacidades respiratorias, pero que no se traducen en un aumento del rendimiento a pesar de obtener valores submáximos de la PEM.

El parámetro de rendimiento más notorio es la [La]B. El lactato es un compuesto orgánico generado por vía anaeróbica. La rápida acumulación de lactato hará que el deportista llegue antes a la fatiga, ya que la acumulación de hidrogeniones que le acompaña produce un descenso del pH, acidificando el medio, por lo que el rendimiento físico empeora. En esta revisión, en los artículos que se han realizado mediciones de la concentración de lactato en sangre se ha comprobado que disminuye significativamente para un mismo tipo de ejercicio, lo que se traduce en un aumento del rendimiento deportivo (18,23,25). Otro de los parámetros de rendimiento más utilizados es el VO<sub>2</sub> max. Este término hace referencia al consumo máximo de oxígeno que puede procesar el organismo durante una actividad.



Poseer un VO<sub>2</sub> max con valores altos permite que, ante grandes esfuerzos con elevada resistencia, nuestro organismo aprovechará mejor el oxígeno, permitiéndonos mantener una mayor intensidad en la actividad física y durante más tiempo. El entrenamiento con PwB produjo un incremento significativo del VO<sub>2</sub> max únicamente en jugadores de balonmano (7), por lo tanto, será necesario realizar nuevos estudios que incluyan un protocolo de uso de PwB diferente y deportistas de diferentes modalidades con el fin de conseguir un incremento del VO<sub>2</sub> max.

Además, se han analizado otros parámetros relacionados con el rendimiento como: PP (7), RSA (23) y MSFT (25), todos ellos con componentes predominantemente aeróbicos, en los que se han obtenido mejoras tras la utilización del PwB, pero no significativas.

Tal y como refleja Griffiths et al (18), el incremento de un 25% de la PIM se considera necesario para obtener una mejora directa del rendimiento deportivo. En este sentido, los estudios (7,18,21,23,25) que muestran este incremento porcentual de la PIM, muestran una relación proporcional con la mejora del rendimiento, por lo tanto, ante estas evidencias científicas, para estudios posteriores, la PIM se considerará un parámetro de referencia y este cambio porcentual del 25% de mejora será una premisa obligatoria para demostrar el incremento de las capacidades físicas de los atletas.

### **6.1. APLICACIÓN A LA FISIOTERAPIA**

Durante el desarrollo de este TFG el valor del dispositivo PwB como herramienta para mejorar las capacidades respiratorias y/o rendimiento deportivo de los atletas ha quedado demostrado. No obstante, a lo largo del trabajo, como futuro fisioterapeuta, he ido meditando la posibilidad de aplicar esta instrumentación no sólo a deportistas, sino también a personas sedentarias, fumadoras, enfermos respiratorios y/o personas que simplemente quieran mejorar sus capacidades respiratorias a través del EMI, lo cual les permite aumentar la fuerza y resistencia de dicha musculatura, disminuyendo la fatiga y mejorando la salud y la sensación de bienestar para tener una mejor calidad de vida.

Es este sentido, los deportistas de élite probablemente sean el mejor test de pruebas para demostrar la eficacia de esta instrumentación. Sin embargo, son personas con capacidades físicas por encima de la media, lo que podría implicar que no todos los protocolos/metodología que ellos emplean sean directamente aplicables al resto de los pacientes.

Con los conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo de mi formación universitaria como fisioterapeuta y aquellos que he incorporado durante el análisis de estos estudios de investigación, sería capaz de conjugarlos para adaptar estos sistemas a todo tipo de población. Por lo tanto, de forma general, podría utilizar este instrumento para el tratamiento de enfermedades respiratorias, como por ejemplo el EPOC en estadios iniciales, el asma o la bronquitis, con los únicos requisitos de que el paciente cuente con una correcta coordinación de la respiración con el PwB y que tenga una capacidad respiratoria óptima para superar el umbral mínimo de resistencia del dispositivo.

Utilizando los principios básicos del entrenamiento de resistencia, de la misma forma que estas personas pueden utilizar pesas para fortalecer los músculos de sus brazos, respirando a través del PwB contra la ligera y variable resistencia sus músculos respiratorios trabajarán más, aumentando así su fuerza y/o resistencia.

Probablemente, con el establecimiento de protocolos de prescripción fisioterápica y la educación acerca del uso del instrumento, pocos días más tarde de utilizar este dispositivo, los pacientes notarán que sus músculos respiratorios se sentirán más fuertes; en 3 semanas se sentirá con menos disnea y en 4 semanas sus actividades diarias les resultarán más sencillas de realizar.

El régimen de utilización del PwB que podría establecerse para estas personas sería 30 respiraciones, 2 veces al día, con una resistencia liviana, adaptada a cada paciente, y una duración total aproximada de 5 minutos.

Según vayan mejorando las capacidades de la musculatura inspiratoria, iremos incrementando los valores de la resistencia del aparato, adaptándolo al estado actual del paciente, todo ello controlado por el software de monitorización del PwB K5.

## **7. CONCLUSIONES**

- El dispositivo Powerbreathe es un instrumento potencialmente efectivo para el trabajo de la musculatura inspiratoria.
- Mediante el uso continuado y siguiendo los protocolos marcados por el fisioterapeuta, induce una mejora de los parámetros respiratorios, especialmente de la Presión Inspiratoria Máxima, que aumenta significativamente.

- El empleo del Powerbreathe ha demostrado un descenso significativo de la concentración de lactato en sangre para una misma actividad deportiva.
- Un incremento mayor o igual del 25% de la Presión Inspiratoria Máxima induce una mejora del rendimiento deportivo.

## ANEXO 1. Criterios PRISMA.

Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	
<b>INTRODUCCIÓN</b>			<b>1</b>
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	10
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	11
<b>MÉTODOS</b>			<b>11</b>
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	11
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	12
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	13
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	13

Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	14
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	14
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	11
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	14
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	14
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	
<b>RESULTADOS</b>			<b>13</b>
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	15
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	15
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	15
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	15
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.	15
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	15

Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	15
<b>DISCUSIÓN</b>			<b>17</b>
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	17
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	20
<b>FINANCIACIÓN</b>			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Rodrigues MG. Bases de la fisioterapia respiratoria. Terapia intensiva y rehabilitación. Río de Janeiro: Guanabara Koogan Gen Santos; 2009.
2. Cristancho W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 2ª ed. Bogotá: Manual Moderno MM; 2009.
3. Human A, Corten L, Jelsma J, Morrow B. Inspiratory muscle training for children and adolescents with neuromuscular diseases: A systematic review. *Neuromuscul Disord* 2017;27:503–17
4. Güell R. Tratado de rehabilitación respiratoria. Barcelona: Ars Medica; 2005.
5. HajGanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, Coelho JD, Freedman KD, Morton TA, et al. Effects of Respiratory Muscle Training on Performance in Athletes: A systematic Review With Meta-Analyses. *J Strength Cond Res* 2013;27.
6. Menezes KKP, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: A systematic review. *J Physiother* 2016;62:138–44.
7. Hartz CS, Sindorf MAG, Lopes CR, Batista J, Moreno MA. Effect of Inspiratory Muscle Training on Performance of Handball Athletes. *J Hum Kinet* 2018;63:43–51.
8. Magadle R, McConnell AK, Beckerman M, Weiner P. Inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPD patients. *Respir Med* 2007;101:1500–5.
9. McEntire SJ, Smith JR, Ferguson CS, Brown KR, Kurti SP, Harms CA. The effect of exercise training with an additional inspiratory load on inspiratory muscle fatigue and time-trial performance. *Respir Physiol Neurobiol* 2016;230:54–9.
10. González-Montesinos JL, Vaz Pardal C, Fernández Santos JR, Arnedillo Muñoz A, Costa Sepúlveda JL, Gómez Espinosa de los Monteros R. Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2013;5:163–70.
11. Menzes KKP, Nascimento LR, Avelino PR, Polese JC, Samela LFT. A Review on Respiratory Muscle Training Devices. *J Pulm Respir Med* 2018;08.
12. Powerbreathe HaB International Ltd. PBK5 User Manual Spanish. Disponible en:

<http://www.powerbreathe.es/manuales/3232%20PBK5%20User%20Manual%20Spanish.pdf> [Consultada el 18 de enero de 2019]

13. Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VAP, Ramalho M, Labadessa IG, Regueiro EMG, Jamami M, et al. Reproducibility of inspiratory muscle endurance testing using PowerBreathe for COPD patients. *Physiother Res Int* 2018;23.
14. Elikaesport. La importancia de los músculos respiratorios en el rendimiento deportivo. [Consultada el 21 de febrero de 2019] Disponible en: <https://www.elikaesport.com/index.php/novedades2/274-la-importancia-de-los-musculos-respiratorios-en-el-rendimiento-deportivo>
15. Biolaster. Powerbreathe Series. [Consultada el 11 marzo de 2019] Disponible en: <https://www.biolaster.com/productos/POWERbreathe/POWERbreathe-series/>
16. Biolaster. Powerbreathe Versiones. [Consultada el 11 marzo de 2019] Disponible en: <https://www.biolaster.com/productos/POWERbreathe/POWERbreathe-versiones/>
17. Gething AD, Williams M, Davies B. Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: A placebo controlled trial. *Br J Sports Med* 2004;38:730–6.
18. Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol* 2007;99:457–66.
19. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci.* 2002;20:37–41.
20. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clin* 2016;147:262-6.
21. Salazar-Martínez E, Gatterer H, Burtscher M, Orellana JN, Santalla A. Influence of inspiratory muscle training on ventilatory efficiency and cycling performance in normoxia and hypoxia. *Front Physiol* 2017;8:1–11.
22. Edwards AM, Wells C, Butterly R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. *Br J Sports Med* 2008;42:523–7.
23. Archiza B, Andaku DK, Caruso FCR, Bonjorno JC, Oliveira CR de, Ricci PA, et al. Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. *J Sports Sci* 2018;36:771–80.



24. Richard P, Billaut F. Combining Chronic Ischemic Preconditioning and Inspiratory Muscle Warm-Up to Enhance On-Ice Time-Trial Performance in Elite Speed Skaters. *Front Physiol* 2018;9:1–11.
25. Guy JH, Edwards AM, Deakin GB. Inspiratory muscle training improves exercise tolerance in recreational soccer players without concomitant gain in soccer-specific fitness. *J Strength Cond Res* 2014;28:483–91.
26. Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Caballero-García A, Pascual-Fernández J, Córdova-Martínez A. Estrategias artificiales de entrenamiento en altitud: ¿Existe correlación entre los parámetros hematológicos y de rendimiento físico? *Arch Med Dep*. En prensa.