

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Facultad de Ciencias de la Educación, Enfermería y Fisioterapia  
División de Enfermería y Fisioterapia



## GRADO EN FISIOTERAPIA

Curso Académico: 2012-2013

Trabajo Fin de Grado

-Titulo-

**Principales Ayudas Técnicas en Fisioterapia Respiratoria.**

- Autor/a –

Juan Pedro García Miranda.

- Tutor/a –

Patricia Rocamora Pérez.

# ÍNDICE

|   | <b>Páginas</b> |
|---|----------------|
| ➤ Resumen                                 | 1              |
| ➤ Introducción                            | 2              |
| ○ Definición de Fisioterapia Respiratoria |                |
| ○ Finalidades u Objetivos                 |                |
| ○ Técnicas de Fisioterapia Respiratoria   |                |
| ○ Indicaciones                            |                |
| ○ Contraindicaciones                      |                |
| ○ Justificación                           |                |
| ➤ Objetivos                               | 5              |
| ➤ Metodología                             | 5              |
| ➤ Desarrollo                              | 6              |
| ○ Aerosolterapia                          | 7              |
| ○ Espirómetro de Incentivo                | 13             |
| ○ Máscara de Presión Espiratoria Positiva | 15             |
| ○ Flutter                                 | 17             |
| ○ Cough-Assist                            | 19             |
| ➤ Discusión                               | 20             |
| ➤ Conclusiones                            | 27             |
| ➤ Bibliografía                            | 28             |

## **Resumen**

La Fisioterapia Respiratoria es una parte o especialidad de la Fisioterapia Respiratoria que, a través de diferentes técnicas y procedimientos propios, de manera coadyuvante con otros tratamientos, persigue la mejora de las funciones ventilatoria y respiratoria del individuo.

En este trabajo monográfico hemos pretendido realizar una descripción minuciosa de las principales ayudas técnicas empleadas en el campo de la Fisioterapia Respiratoria, incluyendo sus efectos, indicaciones y formas de aplicación/uso.

A través de la base adquirida en la signatura correspondiente, y tras una exhaustiva búsqueda en las principales bases de datos de Ciencias de la Salud, se procedió a la selección del aparataje de uso más común en esta área, con el objetivo de profundizar en su estudio y conocimiento.

# ***INTRODUCCIÓN***

## **→ Definición de Fisioterapia Respiratoria**

Los diferentes autores ofrecen definiciones diversas de la Fisioterapia Respiratoria:

Para Mercado, La fisioterapia respiratoria consiste en un conjunto de técnicas de tipo físico que, junto al tratamiento médico, actuando complementariamente, pretenden mejorar la función ventilatoria y respiratoria del organismo.<sup>1</sup>

Por su parte, Valenza la define como aquella modalidad de la Fisioterapia consistente en valorar, establecer y aplicar los procedimientos y técnicas que, basados en la utilización de agentes físicos y en el conocimiento de la fisiopatología respiratoria, curan, previenen y estabilizan las afecciones del sistema toracopulmonar.<sup>2</sup>

En definitiva, podemos definir la Fisioterapia Respiratoria como una parte o especialidad de la Fisioterapia que, a través de diferentes técnicas y procedimientos propios, de manera coadyuvante con otros tratamientos, persigue la mejora de las funciones ventilatoria y respiratoria del individuo.

## **→ Finalidades u Objetivos**

La Fisioterapia Respiratoria persigue las siguientes finalidades u objetivos: <sup>1, 3, 4</sup>

- Desobstruir el árbol bronquial, permeabilizando la vía aérea.
- Obtener el restablecimiento de la elasticidad parenquimatosa.
- Mejorar la función respiratoria de las zonas pulmonares en hipofunción, consiguiendo la reexpansión total o parcial del pulmón colapsado.
- Mejora de la movilidad torácica, la cinética diafragmática y costal, mejorando así el patrón respiratorio.
- Prevenir o corregir las alteraciones del esqueleto y de los músculos respiratorios.
- Enseñar al paciente a controlar la frecuencia respiratoria.
- Entrenar al paciente y readaptarlo al esfuerzo.

- Controlar y aliviar, tanto como sea posible, los síntomas, complicaciones, recaídas y procesos agudos de la persona con enfermedad respiratoria.

En resumen, como “objetivo general”, tal y como apunta Valenza, la Fisioterapia Respiratoria pretende mejorar/optimizar la función respiratoria a través de la prevención, la curación, la estabilización de las disfunciones crónicas y el aumento de la calidad de vida.<sup>2</sup>

### → **Técnicas de Fisioterapia Respiratoria**<sup>1, 2, 3, 5</sup>

-Existen diversas técnicas de Fisioterapia Respiratoria, entre las que encontramos:

Drenaje postural, percusión, vibración, tos eficaz, aspiración traqueobronquial, expansión pulmonar, rehabilitación torácica, reeducación abdomino-diafragmática, reeducación de la mecánica ventilatoria, control de la frecuencia respiratoria, readaptación al esfuerzo, técnicas de relajación, y un largo etcétera.

Resulta infrecuente el empleo aislado de estas técnicas, siendo necesaria la combinación de varias de ellas para la optimización de resultados. Para la adecuada elección de las técnicas a aplicar, resulta fundamental el conocimiento preciso de dichas técnicas (un dominio preciso del gesto terapéutico), así como de la anatomía, fisiología y patología del aparato respiratorio.<sup>2</sup>

Igualmente trascendente es una buena adquisición de los conocimientos teóricos respecto a la enfermedad a tratar, en relación a sus síntomas, causas, riesgos, evolución, pronóstico, arsenal terapéutico disponible, etc.

### → **Indicaciones**<sup>1, 2, 5</sup>

En términos generales, serían candidatos a tratamiento de Fisioterapia Respiratoria aquellos pacientes con patología respiratoria moderada o grave y datos de afectación muscular en los que exista disnea y/o hipercapnia durante el ejercicio.

Ello sin menoscabo de las funciones de prevención y promoción de la salud igualmente inherentes al campo de la Fisioterapia Respiratoria.

## → **Contraindicaciones**<sup>1, 2, 4</sup>

Entre las escasas contraindicaciones descritas para la Fisioterapia Respiratoria, cabría destacar:

- Neumotórax sin drenaje torácico
- Procesos sangrantes
- Proceso infeccioso activo con fiebre
- Pacientes terminales con gran afectación de su estado general.

También hay que apuntar que, para cada patología y cada caso concreto, habría que describir técnicas más específicas, cada una con sus contraindicaciones particulares.

## → **JUSTIFICACIÓN**

Existen múltiples facetas dentro de la Fisioterapia Respiratoria, pero me ha parecido de gran interés abordar las principales ayudas técnicas o principal aparataje que se utiliza en este campo, elaborando así un pequeño y modesto manual con los principales usos, utilidades y efectos de los citados dispositivos.

Es pertinente dejar claro que la Fisioterapia Respiratoria manual ha de ser la base de todo tratamiento, de forma que las ayudas instrumentales son elementos complementarios a esta base, si bien la Fisioterapia Respiratoria manual sin los dispositivos, y viceversa, no consiguen un tratamiento completo.<sup>6</sup>

En concreto nos centramos en el estudio y conocimiento de algunos aparatos que citaremos a continuación, porque tras una exhaustiva búsqueda en las principales bases de datos de Ciencias de la Salud se ha podido comprobar que son los más estudiados y empleados para este área. Con ello se ha querido profundizar en el conocimiento de base adquirido en la asignatura de Fisioterapia Respiratoria.

Existen numerosas ayudas instrumentales utilizadas, de forma directa o indirecta, en la higiene bronquial. Su eficacia depende, sobre todo, de su correcta utilización, por lo que resulta imprescindible que su uso sea enseñado y dirigido por un profesional fisioterapeuta, que debe además controlar una adecuada mecánica ventilatoria. Por otro lado, hay que tener en cuenta que su uso incorrecto puede generar efectos adversos.<sup>2, 5</sup>

En el presente trabajo monográfico se aborda de forma detallada el concepto/definición, uso y efectos de algunos de estos aparatos, tales como la Aerosolterapia, Espirómetro de Incentivo, Máscara de Presión espiratoria Positiva (PEP), Flutter y Cough-Assist, así como su trascendencia en la literatura científica relacionada con el campo de la Fisioterapia Respiratoria.

## ***OBJETIVOS***

- ✓ Elaborar un pequeño y modesto manual en el que se realice una descripción minuciosa de las principales ayudas técnicas empleadas en el campo de la Fisioterapia Respiratoria, incluyendo sus efectos, indicaciones y formas de aplicación/uso.
- ✓ Profundizar en los conocimientos adquiridos en la asignatura de Fisioterapia Respiratoria.
- ✓ Acercar y difundir los beneficios de la Fisioterapia Respiratoria entre los compañeros de profesión, otros profesionales sanitarios y potenciales usuarios.

## ***METODOLOGÍA***

Se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica en las principales **bases de datos** de Ciencias de la salud (PubMed, Medline, PEDro, Cochrane, Enfispo, Scielo, Fistera, Google académico, Dialnet).

Para ello se emplearon como **descriptores o palabras clave**:

Fisioterapia Respiratoria, respiratory physiotherapy, respiratory physiotherapy devices, instrumental physical therapy modalities, clearance of bronchi, chronic respiratory diseases, Chest physiotherapy (CPT), respiratory physical therapy, respiratory rehabilitation benefits, airway clearance physiotherapy, inhaler devices.

De forma más específica, se desarrollaron búsquedas para cada instrumento abordado en este trabajo por separado: Aerosolterapia, Espirómetro de Incentivo, Máscara PEP, Flutter y Cough-Assist, con sus correspondientes palabras clave.

Por último, se realizó una minuciosa búsqueda de la principal bibliografía relacionada con el tema disponible en la biblioteca de nuestra universidad, encontrando diversos manuales que han resultado de gran apoyo para el trabajo.

## ***DESARROLLO***

Como ya se argumentó anteriormente, nos hemos centrado en el estudio de las principales ayudas técnicas empleadas en el campo de la Fisioterapia Respiratoria.

En la literatura científica reciente, estos dispositivos de Fisioterapia Respiratoria son presentados como terapia alternativa o complementaria a las técnicas manuales, cuyas funciones más importantes son las de facilitar y mejorar la movilización de moco en las vías aéreas, mejora de la ventilación pulmonar y mejora global de la función pulmonar.<sup>5,6</sup>

En los últimos años, han proliferado nuevos dispositivos de Fisioterapia Respiratoria que vienen a complementar y ofrecer alternativas al tratamiento tradicional de los pacientes respiratorios, implicando una mayor participación, adherencia al tratamiento e independencia para el paciente crónico, especialmente.<sup>6</sup>

Se abordan a continuación los citados aparatos, de forma individual y ordenada

## →AEROSOLTERAPIA:

### ➤ *Concepto:*

Un aerosol se define como un conjunto de partículas líquidas o sólidas dispersadas y transportadas en suspensión por un gas.<sup>3</sup> Así, la Aerosolterapia (**Fig.1**) consiste en la administración de un agente terapéutico mediante inhalación de una atmósfera en la que aquel ha sido suspendido en forma de pequeñas partículas de baja velocidad de sedimentación.<sup>2</sup>



**Aerosolterapia**

### ○ **Mecanismo de acción:** <sup>3, 7, 8</sup>

En la aerosolterapia es muy importante conocer tanto la **influencia del flujo**, como de la **modalidad ventilatoria**, para así llegar al tratamiento más adecuado para cada caso concreto.

➤ Por un lado respecto a la influencia del flujo ventilatorio, podríamos decir que la penetración y depósito de las partículas del medicamento van ligadas a la naturaleza y velocidad de dicho flujo en las vías aéreas, de modo que:

-Gracias al diámetro considerable de los troncos bronquiales mayores y con un flujo aéreo rápido, se provoca un derramamiento turbulento y se favorece el depósito por impactación más proximal.<sup>3</sup>

-En cambio, un diámetro bronquial pequeño y un flujo lento provocan un derramamiento laminar que favorece el depósito por sedimentación y una penetración mas distal.

-Por último, la ausencia de flujo aéreo en los bronquios terminales y los alveolos favorece el depósito por difusión.

➤ Por otro lado, la modalidad ventilatoria influye en la cantidad de producto inhalado y depositado, de manera que:

-Un gran volumen corriente (VC) y una frecuencia respiratoria lenta favorecen un depósito mayor y más distal del producto.

-Una pausa teleinspiratoria (al final de la inspiración) favorece el depósito por sedimentación y difusión.

-La modificación voluntaria de la modalidad ventilatoria (ventilación dirigida o localizada) podría favorecer el depósito en una zona pulmonar determinada.

-Finalmente, la obstrucción bronquial disminuye el depósito distal y dificulta la homogeneidad del depósito.

En definitiva, la eficacia de una aerosolterapia con finalidad bronquial aumenta en los siguientes casos: **1, 3 y 4**

- ✓ Si las partículas que constituyen el aerosol son homogéneas.
- ✓ Si su tamaño está comprendido entre 1 y 5 nanómetros.
- ✓ Si la respiración es lenta, con un flujo bajo, gran volumen corriente y pausa teleinspiratoria.

#### ○ **Tipos de inhaladores**

Existen diferentes inhaladores para la realización de la aerosolterapia, entre ellos destacamos:

#### ➤ **Cartuchos Presurizados**

Son aerosoles dosificadores de bolsillo, provistos de una válvula, que proporcionan una cantidad precisa del medicamento que contiene, propulsada por un gas inerte. **(Fig.2)** <sup>3, 9, 10</sup>

- Ventajas: Precisión en la dosificación y facilidad de transporte.



**Fig.2. Inhaladores Presurizados**

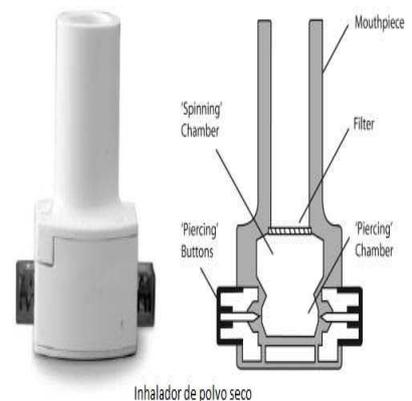
- Inconvenientes: Dificultad de utilización por su protocolo estricto y el escaso depósito alveolar de los productos (tan solo el 15%).<sup>7</sup>

Cabe indicar que su utilización mejora con la incorporación de una cámara de nebulización o de expansión.<sup>3, 4</sup> Este dispositivo es muy utilizado en pediatría y geriatría, por su mayor la dificultad para realizar el proceso correctamente.<sup>2</sup>

- Protocolo de uso de cartuchos presurizados:<sup>2, 3, 4</sup>
  - ✓ Agitar el dosificador, retirar el tapón y dirigir correctamente el dosificador.
  - ✓ Realizar una inspiración normal, seguida de una espiración lenta, profunda y completa, acercándose a los valores de Volumen Residual (VR).<sup>2</sup>
  - ✓ Tras la espiración, se coloca el cartucho en la boca y se inicia la inspiración con un flujo lento, presionando el aerosol a la misma vez que se incita la inspiración. Se debe procurar alcanzar la capacidad pulmonar total de forma lenta, profunda y controlada.
  - ✓ Realizamos una pausa (apnea) al final de la inspiración durante un mínimo de 5 segundos<sup>2</sup> ó 10 segundos<sup>3, 4</sup> con la boca cerrada.
  - ✓ Terminamos con una espiración normal.
  - ✓ En su caso, la segunda inhalación se realiza de la misma forma, y transcurrido al menos un minuto.<sup>3, 4</sup> Se repetirá tantas veces como hayan sido prescritas.<sup>2</sup>

### ➤ Rotadores o Aerosoles de Dispersión Sólida o de Polvo Seco

Permiten la inhalación de polvos medicamentosos al activar una turbina durante la inspiración, sobre la que está fijada una cápsula que contiene el producto.<sup>3</sup> (Fig.3)



**Fig.3. Aerosoles de polvo**

- Ventaja: No necesita sincronización en el manejo del aparato y los movimientos ventilatorios, por parte del paciente.
- Inconvenientes: El flujo inspiratorio debe ser mayor de 60/l min para vaciar la cápsula <sup>2</sup>, puede provocar irritación y tos, e incluso broncoespasmo, siendo su depósito alveolar muy limitado (5%). <sup>7</sup>
- Protocolo: Se sigue el mismo que el descrito para el cartucho presurizado. <sup>2</sup>

➤ **Nebulizadores Neumáticos:**

Son los que permiten la administración de forma continua de un aerosol, constituido por un producto activo disuelto en un medio acuoso. **(Fig.4)** <sup>3,4</sup> Constan de un reservorio en el que un flujo gaseoso continuo crea el aerosol. Se aplica mediante mascarilla facial, horquilla nasal o pipeta bucal (o boquilla). <sup>7,11</sup>



**Fig.4. Nebulizadores**

- Ventajas: Son muy fáciles de utilizar, asegurando una granulometría fiable y contrastada. <sup>3,4</sup>
- Inconvenientes: Pérdida de parte del producto en la espiración, y presencia de un espacio considerable donde no llega el producto, que obliga a adaptar las dosis y el flujo gaseoso. <sup>7</sup>
- Consideraciones para su correcta aplicación:

El flujo espiratorio debe ser de 6 l/min como mínimo.

Utilizar preferentemente una fuente de aire comprimido, ya que la utilización de oxígeno a este flujo puede estar contraindicada para la enfermedad subyacente (Ej: EPOC).

El volumen del producto debe ser de 5ml (la mayoría de estos productos están disponibles en dosis únicas preparadas para su uso).

La frecuencia de la ventilación debe ser lenta, con un flujo bajo y un gran volumen corriente, con pausas teleinspiratorias si es posible.

- Protocolo de aplicación de la aerosolterapia con nebulizadores neumáticos: <sup>2, 3, 7</sup>
- ✓ La sesión dura alrededor de 4 a 30 minutos, dependiendo de factores tales como la cantidad de solución a nebulizar, la potencia del aparato, su capacidad y la resistencia impuesta por los accesorios utilizados. Lo ideal es no exceder los 10 minutos, por el cansancio para el paciente (especialmente niños), y el riesgo de disminución de adherencia al tratamiento.
- ✓ La inspiración debe ser lenta y profunda, realizada por la boca, excepto cuando el tratamiento se realice en las fosas nasales.
- ✓ Periodo de apnea post-inspiratoria de 3 a 5 segundos, que favorece el depósito del medicamento en los bronquios y alveolos pulmonares.
- ✓ Espiración a velocidad normal, completa, pausada y sin brusquedad.

➤ **Nebulizadores Ultrasónicos:**

Este tipo de Aerosol consta de un cuarzo piezoeléctrico que somete la solución aerosolizada a vibraciones de alta frecuencia para ser transportada por un flujo gaseoso. <sup>3</sup> (Fig.5)



**Fig.5. Nebulizadores ultrasónicos**

- Ventajas: Ofrece partículas de mayor homogeneidad, y en general de menor tamaño que los nebulizadores neumáticos. <sup>3</sup>
- Inconvenientes: Su adquisición es discutible debido a su elevado coste, y a menudo la imposibilidad de conocer perfectamente el tamaño de las partículas en función de la solución medicamentosa utilizada, lo que hace aleatoria su eficacia. <sup>2, 5, 6, 7</sup>

### ➤ *Uso/ Finalidad*

Para que los medicamentos aerosolizables sean totalmente beneficiosos y sea su uso el adecuado, es necesaria la provisión de instrucciones cortas, claras con demostración de la técnica en sí, incidiendo en los pasos críticos. Se supervisará su correcto uso durante las sucesivas visitas del paciente al fisioterapeuta.<sup>9</sup>

El objetivo de la terapia de inhalación es depositar una dosis reproducible y adecuada de un medicamento específico en las vías aéreas, para alcanzar un efecto clínico local alto, evitando efectos secundarios serios.<sup>7</sup>

Los aerosoles, por lo general, se utilizan para vehiculizar distintos agentes terapéuticos como pueden ser: broncodilatadores, fluidificantes y otros fármacos (antialérgicos, antibióticos, antiinflamatorios, principalmente).<sup>3, 13</sup>

### ➤ *Efectos*

Según el producto administrado, la aerosolterapia tiene como objetivos principales:<sup>3, 7, 13, 14</sup>

- ✓ La humidificación de la vía aérea.
- ✓ El depósito de productos farmacológicos en el tracto respiratorio

Para Valenza, la condición principal para conseguir una buena eficacia del tratamiento es conseguir un vaciado completo de los pulmones, ya que cuanto más vacíos estén, más capaces son de recibir un máximo de agente terapéutico con cada nueva inspiración.<sup>2</sup>

## →Espirómetro de Incentivo

### ➤ Concepto

El espirómetro (**Fig.6**) podemos definirlo como un aparato que enseña y ayuda a realizar inspiraciones profundas y lentas, reeducando este movimiento ventilatorio. También es utilizado de manera coadyuvante para evaluar la función pulmonar. <sup>6</sup>

Los espirómetros que encontramos en el mercado son principalmente objetivadores de flujo o de volumen. Este incentivador volumétrico tiene un diseño estético con un elemento de feedback que permite la visualización del volumen de aire que se debe inspirar y del tipo de flujo generado, además de estimular al paciente en su progresión y mejora. <sup>5, 6</sup>

Además de estimular al paciente en su progresión y mejora.

A pesar de ello, es frecuente el uso incorrecto de este dispositivo, porque el paciente tiende a realizar inspiraciones rápidas sin control de estos parámetros. <sup>16</sup>

Mediante inspiraciones lentas y profundas se obtiene una hiperinsuflación pulmonar que procura la reapertura bronquial. <sup>6</sup>

### ➤ Uso

El fisioterapeuta programará su realización en uno o varios períodos según tolerancia y capacidad de trabajo del paciente, y reevaluará cada cierto tiempo al paciente con objeto de ir modificando el valor del volumen de trabajo en función de los objetivos a conseguir. <sup>5, 15, 16</sup>



**Fig.6. Espirómetro de incentivo**

- Protocolo de utilización <sup>6</sup> (Fig.7)
  - ✓ Se sostiene derecho, con los labios abarcando toda la boquilla sin dejar espacios, se le pide al paciente que tome aire lenta y profundamente, obteniéndose una hiperinsuflación pulmonar que asegura la reapertura bronquial. Se le motiva con el efecto visual de feedback del que está dotado.
  - ✓ Es muy importante mantener el aire durante 2-3 segundos cuando se llega a la inspiración completa. La espiración debe ser suave, prolongada y calmada.
  - ✓ A modo orientativo, se recomiendan series de al menos 10 movimientos ventilatorios cada hora sobre el espirómetro de incentivo.
  - ✓ Después de cada tanda de 10 ventilaciones, se debe animar al paciente a toser para expectorar.



**Fig.7. Protocolo de utilización del espirómetro de incentivo.**

➤ **Efectos** <sup>5,6,15</sup>

Su objetivo fundamental es la prevención y el tratamiento de patologías restrictivas, como por ejemplo atelectasias, especialmente en pacientes postquirúrgicos. <sup>15, 17</sup>

Las inhalaciones profundas promueven la movilización de secreciones y la apertura de áreas pulmonares que pudieran estar colapsadas.

También ejercita los pulmones, de forma activa, sobre todo durante la recuperación de la cirugía. <sup>6, 17</sup>

El empleo de espirómetro de incentivo parece mejorar la concentración de gases en sangre arterial así como la calidad de vida de los pacientes con EPOC en las

reagudizaciones de la patología, aunque no consiga modificar los parámetros de la función pulmonar.<sup>15</sup>

## → Máscara de Presión Espiratoria Positiva (PEP)

### ➤ Concepto

Comienza a desarrollarse en los años 70 como alternativa a la fisioterapia respiratoria convencional manual.<sup>5, 6</sup> El dispositivo consiste en una máscara con una boquilla, conectadas a una válvula de dirección única y a un manómetro.<sup>3, 17</sup> (Fig.8)

La principal ayuda que nos proporciona este aparato consiste en la aplicación de frenos espiratorios, de tal forma que cuando el paciente realiza una espiración experimenta una resistencia a la salida del aire, reflejada en el manómetro. Los valores de trabajo suelen oscilar entre 10 a 20 cmH<sub>2</sub>O.<sup>5, 6</sup>



**Fig.8. Mascara PEP**

### ➤ Uso

- Protocolo de utilización:<sup>20, 21, 22, 23</sup>
- ✓ El paciente, mediante una inspiración por la nariz, debe coger aire despacio hasta el máximo de su capacidad vital, y mantenerlo brevemente.
- ✓ A continuación, exhala despacio dicho aire por la boquilla del aparato, la cual crea una resistencia.
- ✓ Esta operación se repetirá de 10 a 20 veces , intercalando periodos de descanso de 1-2 min entre series.<sup>21, 22</sup>
- ✓ El tratamiento es realizado dos veces al día durante 15-20 min.<sup>20</sup>

- ✓ No obstante lo anterior, la duración de la terapia y frecuencia estarán pautadas y se adaptarán en función de las necesidades individuales del paciente.<sup>5, 23</sup>

➤ **Efectos**<sup>5, 6, 24, 25, 26, 27, 28, 29</sup>

Produce una clara distensión/dilatación de las vías aéreas, evitando así su cierre prematuro.

Hay una mejora de la ventilación,<sup>6</sup> favoreciendo la apertura de las vías aéreas colaterales y permitiendo el acceso del aire a zonas periféricas obstruidas.<sup>5</sup>

Algunos de estos canales colaterales son:

- a) Poros de Köhn (comunican alveolos entre sí)
- b) Canales de Lambert (comunican sacos alveolares con bronquiolos terminales)
- c) Canales de Martin (comunican bronquiolos entre sí)

A nivel distal, se produce una dilatación de los alveolos, aumentándose así la superficie de intercambio, lo que conlleva una mejora en el intercambio gaseoso.

De forma secundaria, la llegada de aire a la periferia permite generar mejores flujos espiratorios que ayudarán a la eliminación de secreciones.<sup>5</sup>

Se produce un fortalecimiento de la musculatura espiratoria.

Facilita la recuperación de la función ventilatoria y respiratoria en enfermos respiratorios,<sup>24, 25</sup> así como en pacientes postquirúrgicos en general.<sup>26</sup>

Reduce la duración de los cursos infecciosos pulmonares.<sup>27, 28</sup>

Mejora la “distensibilidad” pulmonar y reduce la estancia hospitalaria.<sup>6, 29</sup>

## →FLUTTER

### ➤ **Concepto**<sup>1,2</sup>

Es un dispositivo con forma de pipa que, mediante la aplicación de frenos espiratorios rítmicos y oscilantes, permite aplicar una presión positiva o vibración transmitida de la boca al árbol bronquial, durante la espiración. **(Fig.9)**<sup>3,4,5,6</sup>



**Fig.9.Flutter**

Este aparato se compone de:<sup>3,5,6</sup>

- ✓ Externamente, de una boquilla y cuerpo del aparato, de material duro.
- ✓ Internamente, de un cono o embudo circular, de material duro, con un pequeño orificio, que estará obstruido.
- ✓ Bola de alta densidad, de metal inoxidable, que obstruye el cono.
- ✓ Tapa fija con perforaciones en su parte superior.

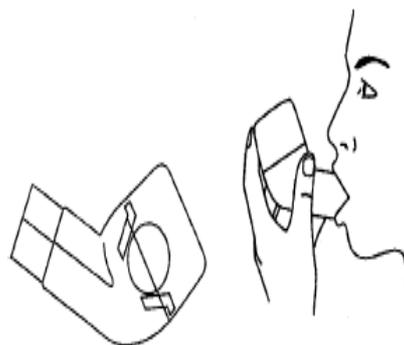
Al soplar, acumula presión hasta que el aire consigue levantar la bola de alta densidad. Al subir, deja salir el aire, lo que hace que caiga la presión y la bola baje de nuevo a obstruir.<sup>3</sup>

Esto crea una presión espiratoria positiva y una vibración oscilatoria del aire dentro de las vías aéreas.<sup>5</sup>

Estos fenómenos ayudan a desprender las secreciones, que son movilizadas a las vías aéreas de mayor calibre, facilitando su posterior expulsión al exterior.<sup>3,5</sup>

### ➤ **Uso**

- Protocolo de utilización:<sup>3,6</sup> **(Fig.10)**
- ✓ Con el paciente sentado, coger el Flutter como una pipa y poner la boquilla en la boca.



**Fig.10. Modo de empleo del Flutter**

- ✓ El paciente inhala profundamente sin resistencia y mantiene el aire de 2 a 3 seg.
- ✓ La espiración debe ser lenta, aunque con un flujo suficiente para hacer vibrar la bola de acero dentro del cono del Flutter, y no máxima, apretando los labios para evitar fugas de aire.
- ✓ Se pautan tres series de 15 espiraciones, con un descanso de varios minutos entre ellas.
- ✓ Después de cada serie de espiraciones, los pacientes serán instruidos para toser, ayudando así a la expectoración de las secreciones.
- ✓ La frecuencia de las oscilaciones y la presión generada pueden ser moduladas cambiando la inclinación del dispositivo, por efecto de la acción de la gravedad.

➤ **Efectos** <sup>3, 5, 30, 31</sup>

Sus efectos fisiológicos son:

Aumento de la presión positiva endobronquial, que permite el retraso del colapso bronquial y de las vías aéreas en general. <sup>30</sup>

Aumento del volumen espiratorio y obtención de un mayor flujo espiratorio. <sup>3, 30</sup>

El freno espiratorio retarda el cierre bronquial y favorece la apertura de la ventilación colateral. Además, la oscilación de la bola produce una vibración que se transmite al árbol bronquial, disminuyendo así la adherencia y viscosidad de las secreciones y ayudando a su movilización y eliminación. <sup>5</sup>

Mejora la oxigenación y la función pulmonar. <sup>5</sup>

## →COUGH ASSIST

### ➤ **Concepto o Definición**

Es un instrumento de insuflación-exuflación que ayuda, de forma no invasiva, a limpiar las secreciones bronquiales, mejorando o en su defecto sustituyendo la capacidad natural para toser cuando el paciente no es capaz de hacerlo por sí mismo. **(Fig.11)** <sup>6, 32</sup>

Funciona mediante la aplicación gradual de presión positiva en las vías respiratorias, seguida de un rápido cambio a presión negativa. Esto se consigue mediante la inhalación lenta/exhalación rápida del flujo aéreo, que simula el proceso natural de la tos. <sup>32, 33</sup>



**Fig.11. Cough-Assist**

También podemos decir que es una manera cómoda y segura de reducir el riesgo de lesiones en las vías aéreas y de complicaciones respiratorias, evitando los posibles problemas asociados con procedimientos invasivos. <sup>32</sup>

Existen dos modelos de Cough Assist: el modelo manual (CM-3200), con programación manual, y el modelo automático (CA-3200), con programación tanto automática como manual. <sup>32, 33</sup>

Las características principales de este aparato son: <sup>32, 33</sup>

- Fácil de utilizar, con tiempos de inhalación/exhalación totalmente ajustables.
- Configuración ajustable del flujo de inhalación.
- Se puede usar con una mascarilla facial, con boquilla o con un adaptador al tubo endotraqueal o a la cánula de traqueotomía.
- Indicado tanto en niños como en adultos.
- Útil en caso de enfermedades neuromusculares o lesiones medulares. <sup>6</sup>

## ➤ **Efectos**

Algunos de ellos son: <sup>32, 33, 34, 35</sup>

- ✓ Mejora o sustituye la tos ineficaz.
- ✓ Ayuda a eliminar las secreciones de las vías respiratorias.
- ✓ Reduce la incidencia de infecciones respiratorias.
- ✓ Supone una alternativa segura, no invasiva y cómoda a la aspiración.
- ✓ Acorta la duración de la limpieza de la vía aérea, mejorando así la calidad de vida del paciente.

## ***DISCUSIÓN***

La literatura científica más reciente indica que los dispositivos de Fisioterapia Respiratoria han surgido como un tratamiento alternativo y complementario al tratamiento manual convencional, apostando por la combinación de ambos para realizar un tratamiento integral, ya que las distintas técnicas, de forma aislada, no resultan tan efectivas. <sup>2, 6</sup>

A nivel fisiológico, la mayoría de los estudios publicados están de acuerdo en que estos dispositivos parecen ser eficaces en términos de mejora de la función pulmonar y eliminación de moco. <sup>2, 5, 6</sup>

Una de las principales ventajas que parece tener la utilización de estos dispositivos en la terapia es la motivación extra y mayor cumplimiento y adherencia al tratamiento diario por parte de los usuarios, tanto por el fácil manejo como por el control autónomo que, en cierto modo, permite que ellos mismos controlen la terapia, sin necesidad de una constante vigilancia por parte del fisioterapeuta. <sup>6</sup>

Tras una exhaustiva búsqueda, se ha observado que las publicaciones que abordan de manera general estos dispositivos son muy escasas, destacando casi exclusivamente el trabajo de Hristara-Papadopoulou y Tsanakas. <sup>6</sup>

Predominan los estudios comparativos entre la Fisioterapia Respiratoria manual y el uso de alguna ayuda técnica. Por ejemplo, para los pacientes con enfermedad crónica pulmonar, se opta por el uso de estos dispositivos debido a su coste reducido y a la mayor independencia que les induce en su tratamiento.<sup>24, 36, 37</sup>

Otros tantos artículos abordan la eficacia de cada ayuda técnica por separado, o su indicación en una enfermedad concreta, como puede ser la fibrosis quística<sup>38, 39, 40, 41</sup> o la EPOC<sup>16</sup>.

Respecto a la **Aerosolterapia**, según Wildhaber, es un pilar fundamental para el diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades pulmonares. Los dispositivos de inhalación terapéuticos actualmente disponibles no son muy eficientes en el depósito de aerosol, siendo esta su principal desventaja. Sería importante desarrollar dispositivos de inhalación más eficientes, evaluando su empleo en diferentes edades. Grosso modo, estos dispositivos deberían ser baratos, fáciles de usar, portátiles, utilizables con todas las medicaciones y resistentes.<sup>7</sup>

Brocklebank et al afirman que el inhalador presurizado de dosis media (pMDI) es el dispositivo más comúnmente usado y más barato para enfermedades como asma y EPOC. Compararon su efectividad con los inhaladores en polvo (DPI), que son activados por la inspiración del paciente. Destacaron que no hallaron ninguna diferencia en la eficacia clínica entre los aerosoles presurizados y dosificadores en polvo, mientras la técnica de inhalación sea la correcta.<sup>14</sup>

Wildhaber aseguraba que el principal problema inherente a esta terapia es su uso incorrecto. En la práctica, la mayoría de pacientes era incapaz de usar inhaladores presurizados correctamente, mientras que los inhaladores de polvo seco resultaban más sencillos en su manejo. La comprobación regular de la técnica de inhalación y la enseñanza apropiada por profesionales sanitarios es crucial para el empleo óptimo de la mayor parte de dispositivos de inhalación.<sup>7</sup>

Por su parte, Rau sostenía que los principales problemas en el uso de inhaladores presurizados son la descoordinación de la inhalación con la impulsión del MDI, flujo inspiratorio demasiado rápido, falta de un contador de dosis y falta de conocimiento de empleo correcto entre los propios profesionales. En cambio, para los inhaladores en polvo (DPI) aunque quitan la necesidad de inhalación y pulsión sincronizada, los errores en su empleo son muy similares a los cometidos con los presurizados.<sup>42</sup>

Es importante la elección adecuada del inhalador para optimizar los resultados de la terapia con aerosol. Para ello, se deben tener en cuenta varios factores, como la capacidad cognoscitiva y física del paciente, la facilidad de empleo, conveniencia, precio y preferencia del paciente.<sup>13</sup>

La proliferación de dispositivos de inhalación ha hecho que cada vez sea más difícil seleccionar el dispositivo más correcto para cada enfermedad.<sup>43</sup> Cada dispositivo tiene ventajas distintas y desventajas aunque algunas pruebas clínicas muestran que cualquiera de estos dispositivos actúan igual en todas las patologías respiratorias.<sup>10</sup>

Así parece que a día de hoy el objetivo de un inhalador ideal y fácil de usar es aún lejano de la realidad.<sup>11</sup>

Independientemente del inhalador escogido, la educación del personal sanitario, con una buena base teórica de los principios de la aerosolterapia, tiene un papel clave para mejorar la técnica de inhalación y el cumplimiento del tratamiento por parte del paciente.<sup>11,42</sup>

Nimmo, Chen, Martinusen, Ustad y Ostrow evaluaron la técnica de inhalación después de una instrucción escrita, por un lado, e instrucción escrita más verbal por otro, en pacientes con asma o EPOC. Se concluyó que es inadecuado dar solo instrucciones escritas en la enseñanza de la técnica de inhalación, obteniendo una mejoría en la aplicación de cualquier inhalador con la instrucción verbal y la evaluación de la técnica.<sup>13</sup>

También hay que decir que la primera inhalación se efectúa peor en la mayoría de los casos, mejorando con el número de inhalaciones.<sup>13</sup>

En relación al **Espirómetro de incentivo** (EI), no ha sido comparado con otras técnicas de limpieza de la vía aérea, por lo que resulta difícil averiguar su eficacia en este sentido.

Según Guimarães y Regina El Dib, el EI es capaz de reducir el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias mediante el aumento del volumen pulmonar y facilitación de la expectoración, consiguiendo así prevenir las infecciones y reinfecciones pulmonares, especialmente después de cirugías.<sup>10</sup>

Por su parte, Gosselink y Schrever, apuntan cómo mejora la concentración de O<sub>2</sub> en la sangre arterial y la calidad de vida en pacientes con EPOC, sobre todo durante sus crisis de reagudización, aunque no encuentran modificación en los parámetros de la función pulmonar.<sup>17</sup>

Respecto a la **Máscara de presión espiratoria positiva**, diversos estudios han demostrado cómo reduce la duración de los cursos infecciosos pulmonares.<sup>27, 28, 29</sup> y mejora la función pulmonar.<sup>24, 25, 44</sup>

Por su parte, Davidson y McIlwaine destacaban cómo la máscara PEP favorece la independencia en el tratamiento de pacientes con enfermedades crónicas respiratorias, por su facilidad de uso y por no requerir asistencia para su manejo, una vez que el paciente ha sido adecuadamente formado.<sup>28, 36</sup>

De igual modo, encontramos varios estudios clínicos donde comparaban el beneficio de los sistemas PEP con otras técnicas de Fisioterapia Respiratoria manual.<sup>37, 45</sup>

Así, los autores McIlwaine, Wong, Peacock y Davidson compararon este dispositivo con el uso del drenaje postural “convencional” y técnicas de percusión concretamente en el tratamiento de la fibrosis quística.<sup>24, 36</sup>

En otros estudios, la máscara PEP ha sido comparada del mismo modo con el drenaje postural "convencional" para los enfermos crónicos<sup>5, 46</sup>. La máscara PEP se mostró más eficaz que la fisioterapia convencional en el mantenimiento y la mejora de la función

pulmonar<sup>9</sup>, constituyendo además la alternativa preferida por los usuarios. Por su parte, GASKIN et al. no encontraron diferencias significativas entre la máscara PEP y la fisioterapia convencional, concluyendo que la máscara PEP era una alternativa válida.<sup>45</sup>

En el trabajo de Borka, Gyurkovits y Bódis, donde el objetivo era evaluar los efectos a largo plazo del tratamiento de fisioterapia con Flutter en comparación con técnicas de fisioterapia respiratoria manual y el empleo de la máscara PEP, en pacientes con fibrosis quística, se concluía que el Flutter no resultaba tan eficaz como la máscara PEP en el mantenimiento de la función pulmonar, además de resultar más costoso el tratamiento en su conjunto, por un mayor requerimiento de antibióticos y hospitalizaciones.<sup>47</sup>

En la actualidad, se está estudiando la eficacia del empleo de la máscara PEP en pacientes con daño cognitivo. Por su facilidad de uso, podría constituir un dispositivo indicado para este grupo de usuarios, cuando presentan necesidades desde el punto de vista de su función ventilatoria y respiratoria.<sup>5</sup>

También se está ensayando para pacientes con traqueomalacia, en los que la presión espiratoria positiva debería ayudar a estabilizar la tráquea durante la espiración.<sup>5</sup>

Cabe citar en este trabajo la PEP de alta presión como una forma modificada de tratamiento de máscara PEP, empleando en este caso altas presiones; con ello las secreciones pueden ser movilizadas más fácilmente en pacientes con vías aéreas estables.<sup>48</sup>

En relación al **Flutter**, Konstan, Stern y Doershuk<sup>30</sup> y, más recientemente, Homnick, Anderson y Marks<sup>31</sup> compararon la acción del Flutter con la aplicación de fisioterapia convencional, concluyendo una mayor eficacia por parte del Flutter, que además era preferido por los pacientes.

Sin embargo, Ambrosino no encontró diferencias significativas entre el uso del Flutter y la fisioterapia convencional manual.<sup>49</sup>

Por su parte, Chatham estudió el empleo del Flutter en pacientes que habían sido sometidos a toracotomía. Se concluyó que no había ninguna ventaja adicional al añadir o sustituir el tratamiento con Flutter a la fisioterapia convencional manual.<sup>50</sup>

El Flutter también ha sido comparado con la máscara PEP en su función a largo plazo. En 12 meses, se encontraron diferencias significativas en cuanto a la función pulmonar, hospitalizaciones y empleo de antibióticos. Los autores McIlwaine, Wong, Peacock y Davidson concluyeron que el Flutter no resultaba tan eficaz como la máscara PEP en el mantenimiento de la función pulmonar.<sup>51</sup>

También ha sido comparado el efecto del Flutter y el drenaje autógeno sobre el esputo viscoelástico. En cuanto al esputo, era reducida su viscosidad y arrastrado más al exterior después del tratamiento con el Flutter. Sin embargo, no se objetivaron diferencias significativas entre la cantidad de esputo expectorado durante las sesiones de tratamiento.<sup>52</sup>

Finalmente, los estudios encontrados sobre el **Cough Assist** son más escasos, debido a que es uno de los aparatos más novedosos en este campo.

El aumento de la eficacia de la tos ha sido objeto de estudio durante muchos años, ya que es el componente principal para la limpieza de la vía aérea. Con este fin se pueden emplear diversos dispositivos instrumentales, entre ellos el Cough Assist.<sup>33, 34, 35</sup>

En países como Francia, donde la Fisioterapia Respiratoria tiene gran tradición y está muy desarrollada, el Cough Assist es el dispositivo de referencia utilizado para el trabajo de la tos.<sup>33</sup>

Este aparato también resulta de utilidad para pacientes con debilidad o patología neuromuscular crónica, así como en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI).<sup>34, 53, 54</sup>

La eficacia de la tos está relacionada con la magnitud de pico espiratorio de flujo (PEF) alcanzando durante la tos (PCEF), de ahí que el PCEF constituya una medida objetiva de eficacia de la tos. <sup>6, 33</sup>

Porot y Guérin presentan un nuevo dispositivo llamado Nippy Clear-way (**Fig.12**) que, como el Cough Assist, es un insuflador-exsuflador mecánico, que consigue generar un PCEF muy significativo, superando el obtenido con el Cough Assist gracias a un mayor control por la alta tecnología que posee. <sup>33</sup>

Sin embargo, un aumento brusco y excesivo del PCEF puede llegar a ser contraproducente para pacientes con obstrucción crónica de la vía aérea, por el riesgo de colapso reactivo de la vía. <sup>33, 53</sup>

En los escasos estudios que han comparado ambos dispositivos, como el de Porot y Guérin, se ha encontrado que el Nippy Clear-way consigue una mayor expulsión de secreciones en pacientes con bronquitis crónica, pero no así en pacientes con enfisema. <sup>33</sup>



**Fig.12.Nippy Clear-way.**

## ***CONCLUSIONES***

1° Las ayudas técnicas o aparataje de Fisioterapia Respiratoria se presentan en la literatura científica como alternativas y complementos a otras técnicas de Fisioterapia Respiratoria manual más convencionales.

2° Las principales ayudas técnicas empleadas y estudiadas en Fisioterapia Respiratoria son la Aerosolterapia, Espirómetro de Incentivo, Máscara PEP, Flutter y Cough-Assist.

3° Estos dispositivos se muestran eficaces para la limpieza bronquial y mejora de la función ventilatoria y respiratoria.

4° En casi toda la bibliografía abordada hemos encontrado estudios comparativos entre la Fisioterapia Respiratoria manual o más “tradicional” o “clásica” y el uso de sus ayudas técnicas. Muchos de ellos plantean la eficacia de cada dispositivo por separado, o de su indicación en una enfermedad concreta, como puede ser fibrosis quística o EPOC. Poca información hemos podido localizar, apenas un artículo, que aborde de manera más general los principales efectos, usos y aplicaciones del aparataje en su conjunto.

5° Este pequeño manual pretende ser una forma práctica y directa de acceder al conocimiento y manejo de los aparatos que aborda, ofreciendo una información cuanto menos general.

6° Con este trabajo monográfico hemos procurado profundizar en el estudio y conocimiento de estos dispositivos más utilizados dentro de esta especialidad de la Fisioterapia Respiratoria.

7° Dado que la evidencia científica en esta área aún resulta escasa, desde mi humilde opinión considero que se requiere un mayor esfuerzo investigador en esta línea en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA:

1. Mercado Rus M. Manual de Fisioterapia respiratoria. Ed. Madrid: Ergon; 2003.
2. Valenza Demet G, González Doniz L, Yuste Sánchez MJ. Manual de fisioterapia respiratoria y cardíaca. Ed. Madrid: Síntesis, D.L; 2005.
3. Antonello M, Delplanque D. Fisioterapia respiratoria Del diagnóstico al proyecto terapéutico. Ed original. París: Masson, S.A ; 2001.
4. Giménez M, Servera E, Vergara P. Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica. 2ªed. Madrid: Editorial médica Panamericana; 2004.
5. Pryor J.A. Physiotherapy for airway clearance in adults. ERS Journals Ltd 1999. Eur Respir J 1999; 14: 1418-1424.
6. Hristara-Papadopoulou A, Tsanakas J, Diomou G, Papadopoulou O. Devices of respiratory physiotherapy. Hippokratia. 2008 Oct-Dec; 12(4): 211–220.
7. Wildhaber JH. [Aerosol therapy]. Schweiz Med Wochenschr. 1998 Aug 15; 128(33): 1223-8.
8. Kallam A, Meyerink K, Modrykamien AM. Physician-ordered aerosol therapy versus respiratory therapist-driven aerosol protocol: the effect on resource utilization. Respir Care. 2013 Mar;58(3):431-7.
9. Sanchis J, Corrigan C, Levy ML, Viejo JL; ADMIT Group . Inhaler devices - from theory to practice. Respir Med. 2013 Apr; 107(4): 495-502.
10. Geller DE. Comparing clinical features of the nebulizer, metered-dose inhaler, and dry powder inhaler. Respir Care. 2005 Oct; 50(10): 1313-21.
11. Melani AS. Inhalatory therapy training: a priority challenge for the physician. Acta Biomed. 2007 Dec;78(3):233-45.
12. Khassawneh BY, Al-Ali MK, Alzoubi KH, Batarseh MZ, Al-Safi SA, Sharara AM, Alnasr HM. Handling of inhaler devices in actual pulmonary practice: metered-dose inhaler versus dry powder inhalers. Respir Care. 2008 Mar; 53(3): 324-8.

13. Nimmo CJ, Chen DN, Martinusen SM, Ustad TL, Ostrow DN. Assessment of patient acceptance and inhalation technique of a pressurized aerosol inhaler and two breath-actuated devices. *Ann Pharmacother.* 1993 Jul-Aug; 27(7-8): 922-7.
14. Brocklebank D, Ram F, Wright J, Barry P, Cates C, Davies L, Douglas G, Muers M, Smith D, White J. Comparison of the effectiveness of inhaler devices in asthma and chronic obstructive airways disease: a systematic review of the literature. *Health Technol.* 2001; 5(26): 1-149.
15. MF Guimarães M, El Dib R, F Smith A, Matos D. Estimulación con espirómetro para la prevención de las complicaciones pulmonares posoperatorias de la cirugía abdominal superior. 2009.
16. Basoglu OK, Atasever A, Bacakoglu F. The efficacy of incentive spirometry in patients with COPD. *Respirology* 2005; 10:349–353.
17. Gosselink R, Schrever K, Cops P, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med* 2000; 28: 679-683.
18. Gaskin L, Corey M, Shin J, Reisman JJ, Thomas J, Tullis DE. Long-term trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure. *Pediatr Pulmonol.* 1998; (Suppl17): 345.
19. Hofmeyr JL, Webber BA, Hodson ME. Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *Thorax.* 1986; 41: 951–954.
20. Falk M, Andersen JB. Positive expiratory pressure (PEP) mask. In: Pryor JA, editor. *Respiratory Care.* Edinburgh: Churchill Living-stone; 1991. pp. 51–63.
21. American Association for Respiratory Care Clinical practice guideline: Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy. *Respir Care.* 1993; 38: 516–521.
22. Malmeister MJ, Fink JB, Hoffman GL, Fifer LF. Positive expiratory pressure mask therapy: theoretical and practical considerations and review of the literature. *Respir Care.* 1991; 36: 1218–1229.
23. Steen HJ, Redmond AO, O'Neill D, Beattie F. Evaluation of the PEP mask in cystic fibrosis. *Acta Paediatr Scand.* 1991; 80: 51–56.

24. McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, Davidson AG. Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr*. 1997; 131: 570–574.
25. Christensen EF, Nedergaard T, Dahl R. Long-term treatment of chronic bronchitis with positive expiratory pressure mask and chest physiotherapy. *Chest*. 1990;97:645–650.
26. Campbell T, Ferguson N, McKinlay RGC. The use of a simple self administered method of positive expiratory pressure (PEP) in chest physiotherapy after abdominal surgery. *Physiotherapy* 1986; 72: 498-500.
27. Plebani A, Pinzani R, Startari R, Brusa D, Padoan R. Usefulness of chest physiotherapy with positive expiratory pressure (PEP)– mask in HIV–infected children with recurrent pulmonary infections. *Acta Paediatr*. 1997; 86: 1195–1197.
28. Buendía López F, Martínez Fuentes J. Efectividad comparada de la máscara PEP en la eliminación de secreciones. *Revista de Fisioterapia* 2002; 1: 3-7.
29. Frischknecht–Christensen E, Norregaard O, Dahl R. Treatment of bronchial asthma with terbutaline inhaled by conespacer combined with positive expiratory pressure mask. *Chest*.1991; 100: 317–321.
30. Konstan MW, Stern RC, Doershuk CF. Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis. *J Pediatr* 1994; 124: 689-693.
31. Homnick DN, Anderson K, Marks JH. Comparison of the flutter device to standard chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis: a pilot study. *Chest* 1998; 114: 993-997.
32. Healthcare.philips.com. Koninklijke Philips N.V. CoughAssist. ; [ actualizada en 2004; acceso en el 2 de mayo de 2013].
33. Porot V, Guérin C. BENCH ASSESSMENT OF A NEW INSUFFLATOR-EXSUFFLATOR DEVICE. *Respir Care*. 2013 Mar 19.
34. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J* 2003; 21(3): 502-508.

35. Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respir Care* 2007; 52(10): 1296-1305; discussion 1306-1297.
36. Davidson AGF, McIlwaine PM, Wong LTK, Nakielma EM, Pirie GE. Comparative trial of positive expiratory pressure, autogenic drainage and conventional percussion and drainage technique. *Pediatr Pulmonol.* 1988; (Suppl2): 132.
37. McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, Davidson AGF. Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr* 1997; 131: 570-574.
38. Oberwaldner B, Theissl B, Rucker A, Zach MS. Chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis: a study of lung function effects and sputum production. *Eur Respir J* 1991; 4: 152-158.
39. McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, Davidson AG. Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis Source. *J Pediatr.* 2001 Jun; 138(6): 845-50.
40. Steen HJ, Redmond AO, O'Neill D, Beattie F. Evaluation of the PEP mask in cystic fibrosis. *Acta Paediatr Scand.* 1991; 80: 51-56.
41. MS, oberwaldner BO. Effect of positive expiratory pressure breathing in patients with cystic fibrosis. *Thorax.* 1992 January; 47(1): 66-67.
42. Rau JL. Practical problems with aerosol therapy in COPD. *Respir Care.* 2006 Feb; 51(2): 158-72.
43. Dolovich MB, Ahrens RC, Hess DR, Anderson P, Dhand R, Rau JL, Smaldone GC, Guyatt G; American College of Chest Physicians; American College of Asthma, Allergy, and Immunology. Device selection and outcomes of aerosol therapy: Evidence-based guidelines: American College of Chest Physicians/American College of Asthma, Allergy, and Immunology. *Chest.* 2005 Jan; 127(1): 335-71.
44. McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, Davidson AG. Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr.* 2001; 138: 845-849.

45. Gaskin L, Corey M, Shin J, Reisman JJ, Thomas J, Tullis DE. Long term trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure. *Pediatr Pulmonol* 1998; Suppl. 17, 345.
46. Christensen EF, Nedergaard T, Dahl R. Long-term treatment of chronic bronchitis with positive expiratory pressure mask and chest physiotherapy. *Chest* 1990; 97: 645-650.
47. Borka P, Gyurkovits K, Bódis J. Comparative study of PEP mask and Flutter on expectoration in cystic fibrosis patients. *Acta Physiol Hung*. 2012 Sep; 99(3): 324-31.
48. Sehlin M, Ohberg F, Johansson G, Winsö O. Physiological responses to positive expiratory pressure breathing: a comparison of the PEP bottle and the PEP mask. *Respir Care*. 2007 Aug; 52(8): 1000-5.
49. Ambrosino N, Callegari G, Galloni C, Brega S, Pinna G. Clinical evaluation of oscillating positive expiratory pressure for enhancing expectoration in diseases other than cystic fibrosis. *Monaldi Arch Chest Dis* 1995; 50: 269-275.
50. Chatham K, Marshall C, Campbell IA, Prescott RJ. The Flutter VRP1 device for post-thorocotomy patients. *Physiotherapy* 1993; 79: 95-98.
51. McIlwaine PM, Wong LTK, Peacock D, Davidson AGF. "Flutter versus PEP": a long-term comparative trial of positive expiratory pressure (PEP) versus oscillating positive expiratory pressure (Flutter) physiotherapy techniques. *Pediatr Pulmonol* 1997; Suppl. 14, 299.
52. App EM, Kieselmann R, Reinhardt D, et al. Sputum rheology changes in cystic fibrosis lung disease following two different types of physiotherapy. Flutter versus autogenic drainage. *Chest* 1998; 114: 171-177.
53. Chatwin M, Simonds AK. The addition of mechanical insufflation/exsufflation shortens airway-clearance sessions in neuromuscular patients with chest infection. *Respir Care* 2009; 54(11): 1473-1479.
54. Gomez-Merino E, Bach JR. Duchenne muscular dystrophy: prolongation of life by noninvasive ventilation and mechanically assisted coughing. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81(6): 411-415.