

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 827**

21 Número de solicitud: 201531642

51 Int. Cl.:

A61H 23/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

13.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.06.2017

Fecha de la concesión:

14.03.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.03.2018

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/070803

73 Titular/es:

SERVICIO ANDALUZ DE SALUD (50.0%)
Avda. de la Constitución, 18

41071 Sevilla (Sevilla) ES;

ALTRAN INNOVACIÓN, S.L. (35.0%);

TICTOUCH, TECNOLOGÍA Y BIENESTAR, S.L.

(10.0%) y

SESID SOLUCIONES INTEGRALES, S.L. (5.0%)

72 Inventor/es:

TEJERO GARCÍA, Sergio;

GIRÁLDEZ SÁNCHEZ, Miguel Ángel;

CEJUDO RAMOS, Pilar;

QUINTANA GALLEGO, Esther;

DÍAZ GUTIÉRREZ, Fernando;

GÓMEZ SÁNCHEZ, José Ramón;

PAJUELO LISSÉN, Eugenio;

RUBIO CARRASCO, Francisco José y

DONCEL CAMPOS, Francisco

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

54 Título: **Chaleco portátil para la aplicación de terapia pulmonar y procedimiento asociado**

57 Resumen:

Chaleco portátil para la aplicación de terapia pulmonar y procedimiento asociado.

La invención describe un chaleco (1) portátil para la aplicación de terapia pulmonar a un paciente que comprende una pluralidad de elementos (2) vibratorios individuales de activación eléctrica dispuestos sobre el tórax del paciente, y que además comprende un elemento (3) de detección de la respiración configurado para identificar la fase de espiración, de tal modo que los elementos (2) vibratorios individuales sólo se activan durante dicha fase de espiración. Adicionalmente, se describe un elemento (5) de restricción del volumen torácico que permite seleccionar si la acción del chaleco se dirige a las vías respiratorias superiores o inferiores. La invención también describe un procedimiento de operación del chaleco (1).

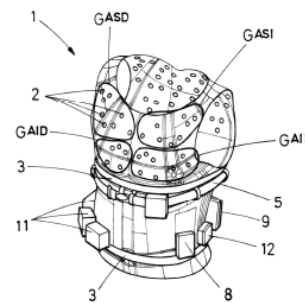


FIG.1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 616 827 B1

DESCRIPCIÓN

Chaleco portátil para la aplicación de terapia pulmonar y procedimiento asociado

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro del campo de la medicina, y más particularmente en el campo de los dispositivos para el tratamiento de las enfermedades pulmonares crónicas.

10

Un primer objeto de la presente invención es un novedoso chaleco portátil para la aplicación de terapia pulmonar a un paciente.

15

Un segundo objeto de la presente invención es un procedimiento de operación del chaleco anterior.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Las enfermedades pulmonares crónicas se encuentran dentro del grupo de las cuatro causas más relevantes de enfermedades crónicas o no transmisibles, estando consideradas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) como las responsables del 60% de las muertes del mundo y del 86% en Europa. La patología más frecuente dentro de este área es la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), que afecta a más de 64 millones de personas a nivel mundial y a más de 2,18 millones en España, siendo la cuarta causa de

25 muerte en la actualidad. Además, existen otras patologías como la fibrosis quística, las bronquiectasias o las enfermedades neuromusculares que son igualmente limitantes de la calidad de vida y de la supervivencia, presentan un pronóstico severo, y además suponen un impacto económico significativo para el Sistema Nacional de Salud.

30

Una de los tratamientos actualmente disponibles para el tratamiento de este tipo de enfermedades consiste en la aplicación de terapia pulmonar. El propósito de la terapia pulmonar es fundamentalmente movilizar y expulsar las secreciones retenidas en el árbol bronquial, expandiendo el tejido pulmonar y fomentando el uso eficiente de todos los músculos respiratorios. Algunas técnicas de terapia pulmonar pueden ser llevadas a cabo

35 por fisioterapeutas, como por ejemplo el drenaje postural, la percusión, la vibración torácica, o los ejercicios de tos y respiración profunda. Alternativamente, la terapia pulmonar puede

ser aplicada utilizando dispositivos en forma de chaleco diseñados para aplicar una vibración al tórax del paciente. Esta vibración provoca la movilización de las secreciones a lo largo del árbol bronquial y posibilita su expulsión con ayuda de ataques de tos.

5 La mayor parte de los chalecos conocidos funcionan gracias a una serie de compartimientos estancos ubicados en el tórax del paciente y que son accionados gracias a un compresor externo conectado al chaleco a través de un conducto. El compresor provoca que los compartimientos se hinchen y deshinchén alternativamente a alta frecuencia, produciendo así un efecto mecánico de vibración sobre el tórax del paciente que moviliza las secreciones pulmonares y ayuda a expectorarlas. El documento US6916298 describe un ejemplo de este tipo de chalecos. El inconveniente principal que presentan los chalecos neumáticos es que el compresor es demasiado pesado y voluminoso como para ser transportado por el paciente. Por ese motivo, los chalecos neumáticos normalmente permanecen fijos en la clínica y es el paciente quien tiene que desplazarse hasta ella periódicamente para recibir el tratamiento.

Para solucionar este problema, recientemente han aparecido unos chalecos que sustituyen los compartimientos neumáticos por elementos electromecánicos de aplicación de la vibración. Estos elementos electromecánicos son dispositivos vibradores, como por ejemplo motores excéntricos, que se distribuyen por el chaleco a lo largo del tórax del paciente y que están alimentados mediante baterías. A diferencia de los chalecos neumáticos, estos nuevos chalecos electromecánicos son ligeros y portátiles, lo que permite al paciente desplazarse mientras los utiliza o incluso potencialmente realizar el tratamiento en su casa. Se describe un ejemplo de este tipo de chalecos en el documento WO01/60309.

25 Sin embargo, los chalecos actuales, tanto de tipo tanto neumático como electromecánico, presentan el inconveniente de que la aplicación del tratamiento vibratorio es continua. Ello implica que, una vez activados, la vibración sobre el tórax del paciente abarca tanto la fase de inspiración como la fase de espiración. Los inventores de la presente solicitud han observado que esto es perjudicial para el tratamiento porque, si las vibraciones tienen lugar durante la fase de inspiración, las secreciones pulmonares liberadas podrían tender a ubicarse en vías más distales, lo que agravaría el cuadro.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

35 El chaleco de la presente invención resuelve los problemas anteriores gracias a que está

especialmente configurado para funcionar únicamente durante la fase de espiración del paciente. Ello asegura que las secreciones liberadas por la vibración tienden a desplazarse por el árbol pulmonar en dirección a las vías respiratorias superiores, siendo eventualmente expulsadas al exterior a través de ataques de tos. Además, se trata de un chaleco dotado de elementos vibratorios individuales de activación eléctrica, por lo que se evitan los inconvenientes que presentan los chalecos neumáticos debido a la necesidad de utilizar un compresor. En este contexto, el término “*activación eléctrica*” hace referencia a que para ser activados únicamente requieren alimentación eléctrica.

5 Un primer aspecto de la invención está dirigido a un chaleco portátil para la aplicación de terapia pulmonar dotado de una pluralidad de elementos vibratorios individuales de activación eléctrica dispuestos sobre el tórax del paciente, y que presenta la particularidad de comprender además un sensor de detección de la respiración. Este sensor de detección de la respiración está configurado para identificar la fase de espiración del paciente, de tal modo que los elementos vibratorios individuales sólo se activan durante dicha fase de espiración.

El sensor de detección de la respiración se puede configurar de cualquier manera siempre que permita obtener suficiente información acerca del ciclo respiratorio del paciente como para llevar a la práctica la presente invención. Esta información puede incluir la frecuencia respiratoria del paciente y los momentos de volumen torácico máximo y mínimo que corresponden a las fronteras entre las fases de inspiración y espiración. Por ejemplo, el elemento de detección de la respiración puede adoptar la forma de banda torácica configurada para detectar la elongación y contracción durante el ciclo respiratorio del paciente. Actualmente son conocidas bandas torácicas electromagnéticas de detección de la respiración de este tipo, como por ejemplo los modelos fabricados por la empresa SleepSense.

En una realización especialmente preferida de la invención, el sensor de detección de la respiración está configurado para identificar una fracción inicial de la fase de espiración, de tal modo que los elementos vibratorios individuales sólo se activan durante dicha fracción inicial de la fase de espiración. De ese modo, durante la fracción inicial de la fase de espiración en que están activados los elementos vibratorios, la vibración aplicada al paciente provoca la liberación de secreciones a lo largo del árbol pulmonar del paciente. Una vez completada dicha fracción inicial de la fase de espiración, los elementos vibratorios se apagan para que durante la fracción restante de la fase de espiración las secreciones

liberadas se desplacen con mayor facilidad en dirección a las vías respiratorias superiores. Preferentemente, la fracción inicial de la fase de espiración es aproximadamente los dos primeros tercios de la fase de espiración.

5 Los elementos vibratorios individuales se ubican en el chaleco en posiciones que corresponden al tórax del paciente cuando éste tiene el chaleco puesto. En este contexto, el término "tórax" hace referencia a toda la superficie de la parrilla costal del paciente, incluyendo tanto la zona anterior como la zona posterior del paciente. Más concretamente, los elementos vibratorios individuales están situados sobre la musculatura intercostal,
10 pectorales, trapecios, romboides, angulares de la escápula, y en general toda la musculatura del tronco que rodea la parrilla costal en todo su volumen.

Los elementos vibratorios individuales pueden configurarse en principio de cualquier modo siempre que puedan activarse eléctricamente en lugar de neumáticamente, lo que permite
15 evitar todos los inconvenientes relacionados con el uso de un compresor. Por ejemplo, los elementos vibratorios individuales pueden ser motores excéntricos similares a los descritos en el documento WO01/60309 mencionado anteriormente. Sin embargo, en una realización especialmente preferida de la invención, los elementos vibratorios individuales son
20 electrodos para electroestimulación. Los electrodos para electroestimulación aplican unos pulsos eléctricos sobre la piel del paciente que imitan el potencial eléctrico proveniente del sistema nervioso central, de tal modo que provocan la contracción de los músculos próximos. La ubicación de electrodos para electroestimulación sobre el tórax del paciente causa la contracción de los músculos que rodean la parrilla costal del paciente, provocando un efecto vibratorio similar al ejercido por el uso de vibradores tales como motores
25 excéntricos y similares. Además, el uso de electrodos para electroestimulación presenta la ventaja adicional de mejorar las dolencias musculoesqueléticas típicas de estas patologías pulmonares. Nótese que para conseguir un efecto vibratorio cuando se usan electrodos para electroestimulación es necesario activarlos de manera intermitente.

30 En otra realización preferida de la presente invención, los elementos vibratorios individuales están divididos en grupos de activación simultánea distribuidos según las direcciones inferior-superior y/o posterior-anterior. Es decir, los elementos vibratorios individuales se agrupan de acuerdo con su posición. Por ejemplo, pueden configurarse tres grupos respectivamente inferior, medio, y superior consistentes en tres bandas alrededor el tórax.
35 Similarmente, pueden configurarse también cuatro grupos respectivamente posterior izquierdo, posterior derecho, anterior izquierdo, y anterior derecho consistentes

esencialmente en porciones rectangulares en sentido vertical. Cada uno de estos grupos de elementos vibratorios está conectado de modo que todos los elementos vibratorios del grupo se activan simultáneamente. Esta configuración permite activar los grupos de elementos vibratorios selectivamente en un orden determinado durante cada ciclo para optimizar la liberación de secreciones del árbol pulmonar.

Más preferentemente, los grupos de activación simultánea son accionables selectivamente de modo que la vibración se aplica en sentido inferior-superior y/o posterior-anterior a medida que avanza la fase de espiración. La aplicación de la vibración en sentido inferior-superior a medida que avanza la fase de espiración significa que la vibración comienza a activarse al principio del ciclo vibratorio, es decir, al inicio de la fase de espiración, en los grupos de activación simultánea inferiores y se desplaza progresivamente durante la duración de la vibración hacia los grupos de activación simultánea superiores. Esto tiene el efecto de “empujar” las secreciones liberadas hacia arriba en dirección a las vías respiratorias superiores. Equivalentemente, la aplicación de la vibración en sentido posterior-anterior significa que la vibración comienza a activarse al principio del ciclo vibratorio en los grupos de activación simultánea posteriores y se desplaza progresivamente durante la duración de la vibración hacia los grupos de activación simultánea anteriores. Esto tiene el efecto de “empujar” las secreciones liberadas desde la parte posterior del árbol respiratorio hacia la parte anterior, ayudando así a acercarlos a las vías respiratorias superiores.

En otra realización preferida de la invención, los elementos vibratorios individuales son accionables selectivamente de modo que la intensidad de la vibración es decreciente a medida que avanza la fase de espiración. Es decir, la vibración aplicada tiene una intensidad máxima al inicio del ciclo vibratorio, esto es, al inicio de la fase de espiración, y dicha intensidad decrece hasta adoptar una intensidad mínima al final del ciclo de vibración. La intensidad puede decrecer progresivamente de manera suave, por ejemplo linealmente, o bien puede decrecer escalonadamente. El efecto conseguido es que las secreciones se desprenden sobre todo en la primera fase de la espiración para ser arrastradas centrífugamente por el flujo espiratorio y no centrípetamente por el flujo inspiratorio.

En otra realización preferida de la invención, el chaleco comprende además al menos un sensor de al menos una variable representativa del estado físico del paciente para permitir la parada de los elementos vibratorios individuales en caso de que el valor de dicha variable supere un umbral. Puede utilizarse un sensor independiente para cada una de las variables monitorizadas, o bien pueden emplearse sensores multi-variable capaces de medir más de

una variable. Por ejemplo, el sensor puede ser un sensor de frecuencia cardíaca, un sensor de nivel de saturación de oxígeno en sangre, o bien una combinación de los anteriores. El uso de estos sensores permite monitorizar los valores de variables representativas del estado físico del paciente para determinar si su estado físico es adecuado para recibir el tratamiento. En caso de que se detecte un empeoramiento de su estado, por ejemplo una subida peligrosa de la frecuencia cardíaca o un descenso anormal de su nivel de saturación de oxígeno en sangre, se puede llevar a cabo de manera automática la suspensión del tratamiento (es decir, se ordena la parada de los elementos vibratorios individuales). Esta característica constituye una medida de seguridad adicional muy apropiada para el uso del chaleco de la invención en el domicilio del paciente sin supervisión médica.

En otra realización preferida más, el chaleco de la invención comprende además un elemento de restricción de volumen torácico. El elemento de restricción de volumen torácico puede configurarse de cualquier modo siempre que imponga un límite superior al volumen de inspiración del paciente. Por ejemplo, puede utilizarse una banda torácica inextensible ajustable a diferentes medidas. La posibilidad de restringir el volumen torácico permite seleccionar el lugar de actuación de la terapia: más proximal en el caso de un límite de volumen de inspiración más pequeño, y más distal en el caso de un límite de volumen de inspiración mayor. Es decir, el elemento de restricción de volumen torácico permite dirigir la acción del chaleco de manera selectiva sobre las vías respiratorias altas o bajas. Actualmente, no existe ningún chaleco terapéutico capaz de realizar una función similar.

En otra realización preferida de la invención, el chaleco comprende además un medio de comunicación configurado para transmitir información acerca del funcionamiento a un dispositivo externo de monitorización. Ello permite al personal médico descargar periódicamente los datos de funcionamiento del chaleco para comprobar el tratamiento que ha recibido el paciente.

En una realización preferida más de la invención, el chaleco es resistente al agua. Esto significa que está configurado para resistir su inmersión en agua, de tal modo que el paciente pueda utilizarlo en la piscina, por ejemplo mientras nada. Cuando el paciente recibe la terapia a la vez que realiza ejercicio físico, se consigue liberar vías respiratorias pequeñas que en condiciones de reposo no se ven afectadas. Sin embargo, un porcentaje importante de los pacientes que requieren este tipo de terapias son de avanzada edad, por lo que prácticamente el único ejercicio físico que pueden realizar sin peligro consiste en nadar o, en general, realizar ejercicios acuáticos. De este modo, al ser el chaleco resistente al agua, es

posible aplicar la terapia vibratoria a estos pacientes mientras nadan y conseguir así que trabajen al mismo tiempo el ciclo respiratorio, la musculatura del tronco, y el drenaje postural de secreciones.

5 Un segundo aspecto de la presente invención está dirigido a un procedimiento de operación de un chaleco como el descrito en los párrafos anteriores para la aplicación de terapia pulmonar, donde el procedimiento comprende el paso de activar los elementos vibratorios individuales sólo durante la fase de espiración, más preferentemente sólo durante una primera fracción de la fase de espiración, y aún más preferentemente sólo durante
10 aproximadamente los dos primeros tercios de la fase de espiración.

En otra realización preferida, el procedimiento de la invención comprende el paso de activar selectivamente los elementos vibratorios individuales de modo que la vibración se aplica en sentido distal-proximal y/o posterior-anterior.

15

En una realización preferida más, el procedimiento de la invención comprende hacer la intensidad de la vibración decreciente durante cada espiración.

En otra realización preferida más, el procedimiento de la invención comprende además el
20 paso de restringir selectivamente el volumen torácico del paciente.

En otra realización preferida más, el procedimiento de la invención comprende además los pasos de detectar al menos una variable física representativa del estado físico del paciente y detener el funcionamiento de los elementos vibratorios individuales en caso de que dicha
25 variable física supere unos umbrales.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención, el paso de activar los elementos vibratorios individuales comprende aplicar pulsos de electroestimulación de manera intermitente.

30

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las Figs. 1 y 2 muestran respectivamente una vista en perspectiva anterior y posterior de un ejemplo de chaleco de acuerdo con la presente invención.

35

Las Figs. 3 y 4 muestran respectivamente una vista en perspectiva anterior y posterior de un

chaleco donde se aprecian con mayor detalle los grupos de activación simultánea.

Las Figs. 5a y 5b muestran dos pasos de un ejemplo de ciclo de operación del chaleco donde los grupos de activación simultánea se accionan en dirección inferior-superior.

5

Las Figs. 6a y 6b muestran dos pasos de un ejemplo de ciclo de operación del chaleco donde los grupos de activación simultánea se accionan en dirección posterior-anterior.

La Fig. 7 muestra una vista en perspectiva anterior de un chaleco donde se aprecian con mayor detalle dos elementos de detección de la respiración.

10

La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva anterior de un chaleco donde se aprecia con mayor detalle un elemento de restricción de volumen torácico.

La Fig. 9 muestra un esquema de los diferentes bloques funcionales que conforman el chaleco de la invención.

15

REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

Se describe a continuación un ejemplo de chaleco (1) portátil de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas. En este documento, cuando se describen las posiciones de los diferentes elementos que constituyen el chaleco (1) haciendo referencia partes del cuerpo del paciente, se entiende que se trata de la posición que adoptan dichos elementos con relación al cuerpo del paciente cuando éste tiene chaleco (1) adecuadamente puesto. Por ejemplo, si se menciona que el chaleco (1) tiene un determinado elemento en la zona pectoral derecha, ello significa que dicho elemento está dispuesto en una posición del chaleco (1) tal que, cuando el paciente tiene el chaleco (1) puesto, queda sobre la zona pectoral derecha del paciente.

25

Las Figs. 1 y 2 muestran respectivamente una vista anterior y posterior de un ejemplo de chaleco (1) de acuerdo con la presente invención donde se aprecian los componentes principales que lo conforman. El chaleco (1) está formado fundamentalmente por una especie de peto hecho de un tejido textil multicapa sobre el que se dispone una pluralidad de elementos (2) vibratorios individuales. El peto carece de mangas y abarca la parte superior del tronco del paciente incluyendo el tórax y, en este ejemplo, la porción abdominal y lumbar. La parte de peto ubicada en la zona abdominal y lumbar, donde no se aplica

35

vibración, se utiliza en este ejemplo para la fijación de elementos auxiliares que se describirán más adelante.

5 Como se ha mencionado anteriormente, los elementos (2) vibratorios individuales pueden ser elementos mecánicos tales como motores excéntricos o similares, o bien pueden ser electrodos de electroestimulación. En cualquier caso, los elementos (2) vibratorios individuales están distribuidos a lo largo de todo el tórax del paciente tanto en la zona anterior como posterior.

10 En este ejemplo, los elementos (2) vibratorios individuales están además agrupados en varios grupos (G^{ijk}) de activación simultánea según las direcciones inferior-superior y/o posterior-anterior. De acuerdo con la notación empleada aquí, en cada grupo (G^{ijk}) los índices (i, j, k) pueden adoptar respectivamente los valores (anterior/posterior, superior/inferior, izquierdo/derecho). Como se ha representado en las Figs. 3 y 4, se
 15 disponen cuatro grupos (G^{ijk}) de activación simultánea en la zona anterior del chaleco (1), concretamente un grupo anterior superior derecho (G^{ASD}), un grupo anterior superior izquierdo (G^{ASI}), un grupo anterior inferior derecho (G^{AID}), y un grupo anterior inferior izquierdo (G^{AII}), y otros cuatro grupos (G^{ijk}) de activación simultánea en la zona posterior del chaleco (1), concretamente un grupo posterior superior derecho (G^{PSD}), un grupo posterior
 20 superior izquierdo (G^{PSI}), un grupo posterior inferior derecho (G^{PID}), y un grupo posterior inferior izquierdo (G^{PII}).

Esta configuración permite activar simultáneamente a voluntad la porción inferior del chaleco (1) si se activan los grupos inferiores (G^{AID} , G^{AII} , G^{PID} , G^{PII}), como se ha representado en la
 25 Fig. 5a, o bien la porción superior del chaleco (1) si se activan los grupos superiores (G^{ASD} , G^{ASI} , G^{PSD} , G^{PSI}), como se ha representado en la Fig. 5b. Si esto se hace secuencialmente en cada ciclo de vibración, activando primero los grupos inferiores (G^{AID} , G^{AII} , G^{PID} , G^{PII}) y a continuación los grupos superiores (G^{ASD} , G^{ASI} , G^{PSD} , G^{PSI}), se crea un efecto de “empuje” de las secreciones liberadas de abajo hacia arriba en dirección a las vías aéreas superiores del
 30 paciente para facilitar su expulsión.

Alternativamente, puede activarse simultáneamente a voluntad la porción posterior del chaleco (1) si se activan los grupos posteriores (G^{PSD} , G^{PSI} , G^{PID} , G^{PII}), como se ha representado en la Fig. 6a, o bien la porción anterior del chaleco (1) si se activan los grupos
 35 anteriores (G^{ASD} , G^{ASI} , G^{AID} , G^{AII}), como se ha representado en la Fig. 6b. Si esto se hace secuencialmente en cada ciclo, activando primero los grupos posteriores (G^{PSD} , G^{PSI} , G^{PID} ,

G^{PII}) y a continuación los grupos anteriores (G^{ASD} , G^{ASI} , G^{AID} , G^{AII}), se crea un efecto de “empuje” de las secreciones liberadas de atrás a adelante, acercándolas a las vías superiores del paciente.

5 Nótese que sería posible configurar el chaleco (1) con cualquier número y configuración de grupos (G^{ijk}) de activación simultánea dispuestos según las direcciones inferior-superior y/o posterior-anterior. Cuanto mayor sea el número de grupos (G^{ijk}) de activación simultánea, más preciso será el control del efecto de “empuje” obtenido. Además, sería posible configurar la activación de los grupos (G^{ijk}) de activación simultánea de tal modo que se
 10 ejerza un efecto de “empuje” posterior-anterior y al mismo tiempo un efecto de “empuje” inferior-superior.

El chaleco (1) mostrado en las Figs. 1 y 2 además presenta dos sensores (3) de detección de la respiración que adoptan forma de bandas electromagnéticas dispuestas alrededor del
 15 tronco del paciente respectivamente en la zona pectoral y en la zona abdominal. Esto se aprecia con mayor detalle en la Fig. 7, donde se han eliminado todos los componentes del chaleco (1) excepto por los dos sensores (3) de detección de la respiración. El uso de dos sensores (3) de detección permite obtener con mayor precisión información acerca del ciclo respiratorio del paciente, que como es conocido comprende una primera fase pectoral y una
 20 segunda fase abdominal. En concreto, los dos sensores (3) de detección de la respiración en forma de banda permiten contabilizar el número de respiraciones así como registrar el volumen corriente o cantidad de aire que circula por el árbol respiratorio en un ciclo.

Gracias a ello, tras un período de calibración, se conoce la frecuencia respiratoria del
 25 paciente y los momentos en que se produce la transición de inspiración a espiración y de espiración a inspiración. Como se ha mencionado con anterioridad en este documento, los inventores de la presente solicitud han descubierto que los resultados obtenidos por este tratamiento son mejores si la vibración del chaleco (1) sólo se activa durante la fase de espiración. La información obtenida por los sensores (3) de detección de la respiración
 30 permite activar la vibración de los elementos (2) vibratorios individuales en el momento en que se produce la transición de inspiración a espiración, y desactivarlos como muy tarde cuando se produce la transición de espiración a inspiración. Como se ha comentado con anterioridad en este documento, de este modo se evita que las secreciones que se liberan durante la fase de espiración tiendan a introducirse más profundamente en el árbol
 35 pulmonar del paciente durante la fase de inspiración.

Es más, los inventores de la presente solicitud han descubierto que los resultados mejoran aún más si la vibración se detiene antes de que termine la fase de espiración del paciente. Es decir, los elementos (2) vibratorios individuales se activan durante una fracción inicial de la fase de espiración, y luego se desactivan para permanecer en estado inactivo durante la fracción final restante de dicha fase de espiración y toda la fase de inspiración. Por ejemplo, los elementos (2) vibratorios individuales pueden mantenerse activados durante los dos primeros tercios de la fase de espiración y quedar desactivados durante el último tercio. De este modo, primero se liberan secreciones gracias a la vibración aplicada por el chaleco (1) durante la fracción inicial de la fase de espiración, y a continuación se facilita la expulsión de las secreciones durante la fracción final restante de la fase de espiración.

Los inventores de la presente solicitud también han observado que se pueden mejorar los resultados aún más si se disminuye progresivamente la intensidad de la vibración en cada ciclo vibratorio. Es decir, al iniciar la espiración se activan los elementos (2) vibratorios individuales con una primera intensidad de vibración y, a medida que avanza la fase de espiración, la intensidad de vibración disminuye. Como se explicó anteriormente, esto tiene el efecto de liberar secreciones aprovechando el mayor flujo espiratorio para desplazar secreciones centrífugamente con el propósito de dar mayor eficiencia a la terapia de higiene bronquial.

En las Figs. 1 y 2 también se ha representado un elemento (5) de restricción del volumen torácico. Como se aprecia con mayor claridad en la Fig. 8, donde se ha eliminado el resto de elementos del chaleco (1) de la invención, el elemento (5) de restricción de volumen torácico de este ejemplo está configurado como una banda inextensible de longitud regulable dispuesta en el chaleco (1) a la altura del pecho del paciente. Unas ruedas (31) dispuestas en la porción anterior del elemento (5) permiten regular su longitud con el propósito de limitar el volumen torácico del paciente de acuerdo con diferentes niveles en función de las vías respiratorias que se quiera trabajar en cada momento. Cuando se restringe el volumen torácico, la apertura o cierre de las vías más distales hace que la terapia tenga lugar en distinta ubicación del árbol bronquio-alveolar.

Por último, la Fig. 9 muestra un diagrama que muestra una posible configuración de los diferentes bloques funcionales que componen el chaleco (1) de la invención. Cada bloque funcional, o subsistema, está formado por medios electrónicos adecuados para llevar a cabo las funciones encomendadas en cada caso. Por ejemplo, puede tratarse de microcontroladores, microprocesadores, DSPs, ASICs, FPGAs, o cualquier otro dispositivo

adecuado al efecto. En este ejemplo, cada uno de estos bloques funcionales se encuentra fijado al peto en una posición determinada dentro de la zona abdominal, que como se comentó con anterioridad está libre de elementos (2) vibradores. Nótese que esta configuración concreta de los bloques funcionales constituye únicamente un ejemplo no limitante de implementación de la invención, y que sería posible estructurar estos bloques de manera diferente.

El subsistema (9) de actuación tiene la función de controlar el funcionamiento de los diferentes actuadores del sistema, que en este ejemplo son los elementos (2) vibratorios, el elemento (5) de restricción de volumen torácico, y el elemento (6) provocador de expectoración. El subsistema (9) de actuación principalmente determina cuándo se activan y desactivan los diferentes actuadores (2, 5, 6), así como el modo de funcionamiento en que lo hacen.

El subsistema (10) de alimentación y recarga tiene la función de controlar el funcionamiento de las baterías (11). Principalmente, se encarga de gestionar la tensión proporcionada por las baterías (11) y controla el proceso de carga de las mismas desde una alimentación externa.

El subsistema (12) de sensores tiene la función de controlar el funcionamiento de los diferentes sensores empleados, que en este ejemplo son el elemento (3) de detección de la respiración y el pulsioxímetro (13). En este ejemplo, el elemento (3) de detección de la respiración proporciona tanto información acerca de la frecuencia respiratoria y de los momentos de transición entre inspiración y espiración, como la frecuencia cardíaca del paciente. De ese modo, el subsistema (12) de sensores principalmente recibe las señales de los sensores (3, 13), las acondiciona y las envía para en un formato que puede ser utilizado por el resto del sistema.

Por último, el medio (8) de procesamiento tiene la función de gestionar el funcionamiento de global del chaleco (1), lo que incluye el control de los subsistemas (9, 11, 12) anteriores, así como otras funciones. El medio (8) de procesamiento comprende una memoria (81) que permite almacenar los datos de la terapia aplicada al paciente para su posterior consulta por parte del médico. Además, el medio (8) de procesamiento una interfaz (82) de usuario que puede estar dotada de una pantalla y de un teclado, o cualquier otro elemento equivalente de introducción de datos, de modo que el paciente o el médico pueden seleccionar la terapia a aplicar por el chaleco (1) y visualizar los datos pertinentes. Adicionalmente, el medio (8) de

procesamiento también comprende un medio (83) de comunicación, preferentemente de tipo inalámbrico, que permite el intercambio de datos con un dispositivo (100) externo de monitorización. Ello permite que el médico consulte los datos almacenados en la memoria (81) cuando recibe la visita del paciente que ha estado tratándose en su domicilio con el chaleco (1). Por ejemplo, el dispositivo (100) externo de monitorización puede ser un ordenador, una Tablet, o un Smartphone.

5

REIVINDICACIONES

1. chaleco (1) portátil para la aplicación de terapia pulmonar, que comprende una pluralidad de elementos (2) vibratorios individuales de activación eléctrica dispuestos sobre el tórax del paciente, caracterizado por que además comprende un sensor (3) de detección de la respiración configurado para identificar la fase de espiración, de tal modo que los elementos (2) vibratorios individuales sólo se activan durante dicha fase de espiración.
2. Chaleco (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sensor (3) de detección de la respiración está configurado para identificar una fracción inicial de la fase de espiración, de tal modo que los elementos (2) vibratorios individuales sólo se activan durante dicha fracción inicial de la fase de espiración.
3. Chaleco (1) de acuerdo con la reivindicación 2, donde la fracción inicial de la fase de espiración identificada por el sensor (3) de detección de la respiración es aproximadamente los dos primeros tercios de dicha fase de espiración.
4. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los elementos (2) vibratorios individuales son electrodos para electroestimulación.
5. Chaleco (1) de acuerdo cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los elementos (2) vibratorios individuales están divididos en grupos (G^{ijk}) de activación simultánea distribuidos según las direcciones inferior-superior y/o posterior-anterior.
6. Chaleco (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde los grupos (G^{ijk}) de activación simultánea son accionables selectivamente de modo que la vibración se aplica en sentido inferior-superior y/o posterior-anterior a medida que avanza la fase de espiración.
7. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los elementos (2) vibratorios individuales son accionables selectivamente de modo que la intensidad de la vibración es decreciente a medida que avanza la fase de espiración.
8. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende al menos un sensor (4) de al menos una variable representativa del estado físico del paciente para permitir la parada de los elementos (2) vibratorios individuales en caso de que el valor de dicha variable supere un umbral.

9. Chaleco (1) de acuerdo con la reivindicación 8, donde el sensor (4) se elige de entre: un sensor de frecuencia cardíaca, un sensor de nivel de saturación de oxígeno en sangre, y una combinación de los anteriores.

5

10. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un elemento (5) de restricción de volumen torácico.

10 11. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un medio (83) de comunicación configurado para transmitir información acerca del funcionamiento a un dispositivo (100) externo de monitorización.

12. Chaleco (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es resistente al agua.

15

13. Procedimiento de operación de un chaleco (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la aplicación de terapia pulmonar, caracterizado por que comprende el paso de activar los elementos (2) vibratorios individuales sólo durante la fase de espiración.

20

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende el paso de activar los elementos (2) vibratorios individuales sólo durante una primera fracción de la fase de espiración.

25 15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende el paso de activar los elementos (2) vibratorios individuales sólo durante aproximadamente los dos primeros tercios de la fase de espiración.

30 16. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-15, que además comprende el paso de activar selectivamente los elementos (2) vibratorios individuales de modo que la vibración se aplica en sentido distal-proximal y/o posterior-anterior.

35 17. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-16, que además comprende el paso de hacer la intensidad de la vibración decreciente durante cada espiración.

18. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-17, que además comprende el paso de restringir selectivamente el volumen torácico del paciente.
19. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-18, que además
5 comprende los pasos de:
- detectar al menos una variable física representativa del estado físico del paciente; y
 - detener el funcionamiento de los elementos (2) vibratorios individuales en caso de que dicha variable física supere unos umbrales.
- 10 20. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-19, donde el paso de activar los elementos (2) vibratorios individuales comprende aplicar pulsos de electroestimulación de manera intermitente.

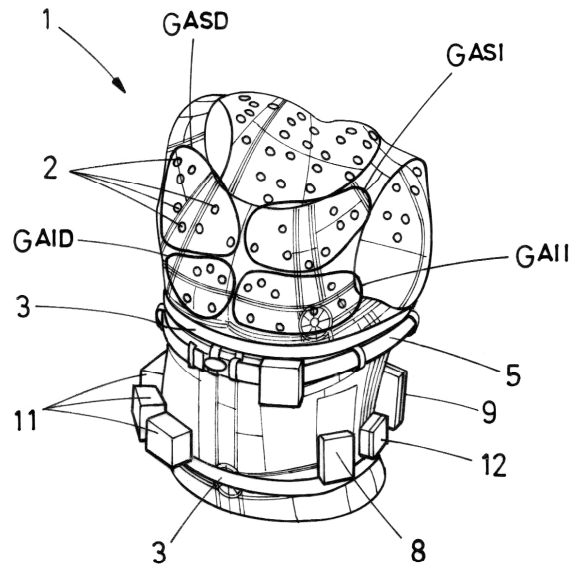


FIG. 1

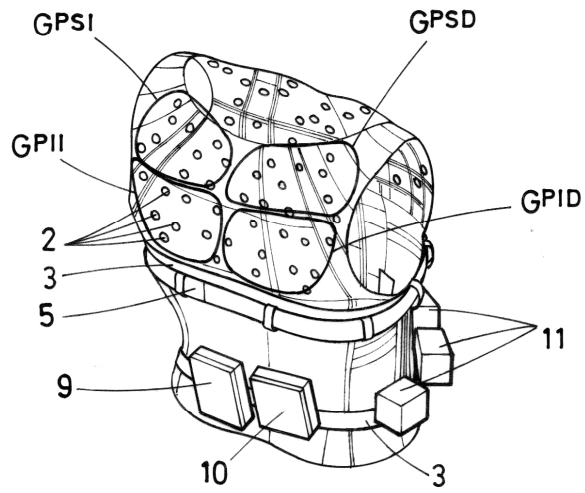


FIG. 2

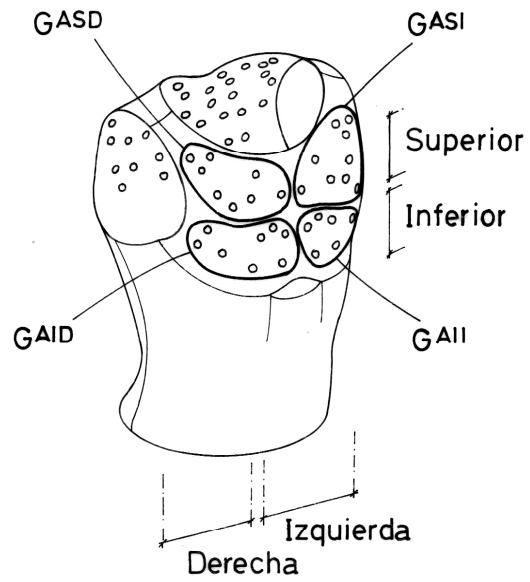


FIG. 3

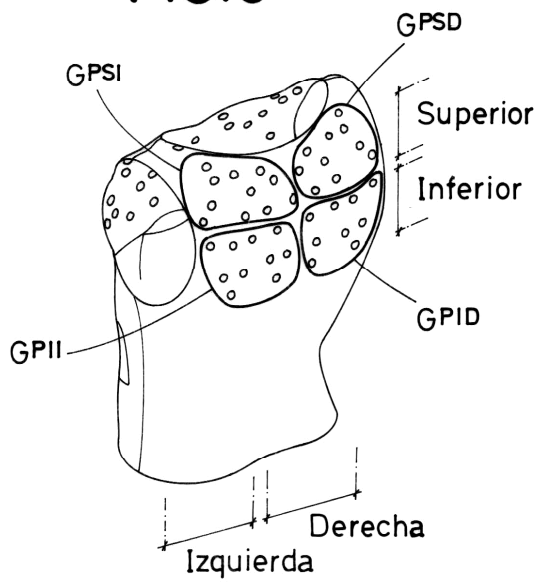


FIG. 4

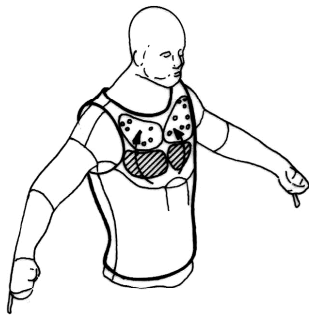


FIG. 5a

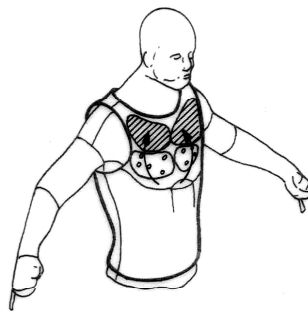


FIG. 5b

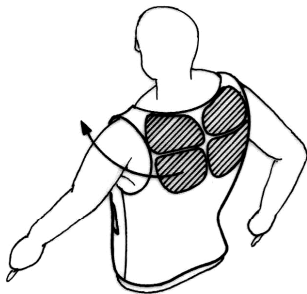


FIG. 6a

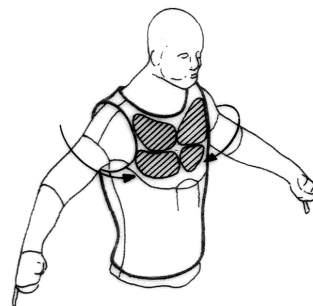


FIG. 6b

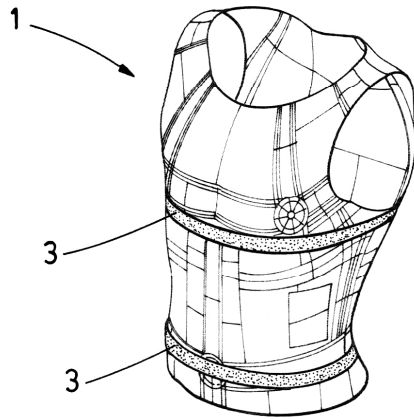


FIG. 7

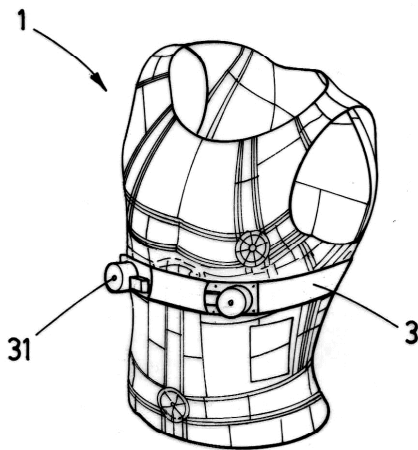


FIG. 8

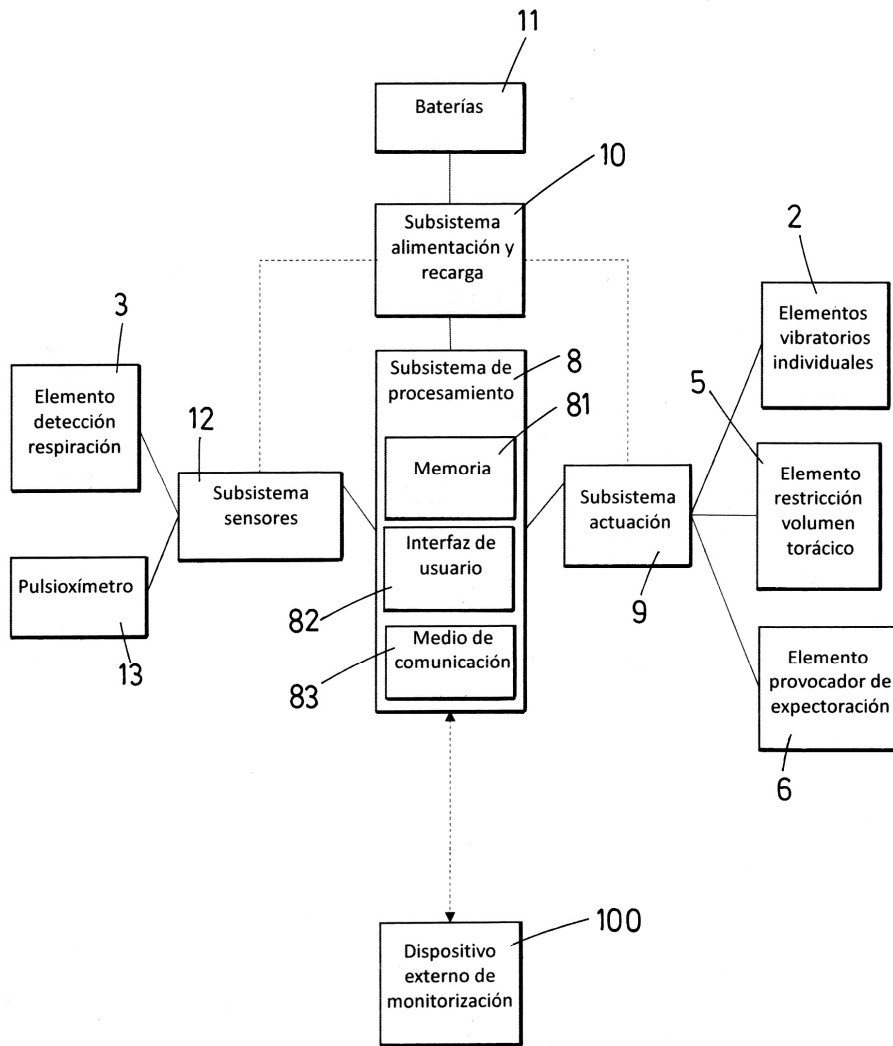


FIG.9