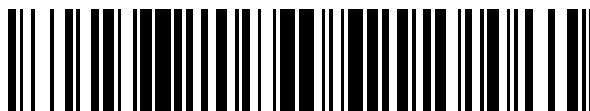


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 876**

51 Int. Cl.:

G09B 23/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2010 PCT/EP2010/056492**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10130754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2010 E 10721440 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2430628**

54 Título: **Conjunto de aprendizaje y simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje del movimiento de la kinesiterapia respiratoria**

30 Prioridad:

13.05.2009 FR 0902308

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.12.2016

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DE SAVOIE (100.0%)
27, rue Marcoz
73000 Chambéry, FR**

72 Inventor/es:

**BARTHOD, CHRISTINE y
MARÉCHAL, LUC**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 594 876 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Conjunto de aprendizaje y simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje del movimiento de la kinesiterapia respiratoria.

5 La invención se refiere a un simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje de la kinesiterapia respiratoria. La invención se refiere igualmente a un conjunto de aprendizaje que comprende dicho simulador.

El aumento de las afecciones respiratorias en los niños de pecho, tal como la bronquiolitis, es un problema real de salud pública con una recurrencia cada invierno de una afluencia masiva de pacientes en las cabinas de kinesiterapia y en las urgencias de pediatría.

10 La bronquiolitis se manifiesta por una infección respiratoria viral que produce una obstrucción de las vías aéreas por inflamación de los bronquios del niño de pecho y sus extremidades: los bronquiolos. El virus respiratorio sincitial (VRS*) es el agente patógeno más frecuentemente implicado en la infección.

15 La hipersecreción de mucosidad es el elemento dominante de la obstrucción bronquial. En los niños pequeños, los bronquios y bronquiolos al ser estrechos, la inflamación dificulta la circulación del aire. El volumen corriente del niño de pecho al ser bajo y éste al no tener bastante fuerza para toser solo, el pequeño enfermo no puede expectorar produciendo así la infección de su aparato respiratorio.

Hasta ahora, no existe vacuna susceptible de prevenir las infecciones debidas al VRS.

20 La prevención de la transmisión se basa principalmente en el respeto de las medidas de higiene y en el aislamiento de los niños enfermos. Estas medidas, bastante sencillas, son mal conocidas por los padres. Además, los resultados de los estudios realizados sobre la eficacia de las terapias medicamentosas alimentan la controversia sobre la prescripción sistemática de medicamentos.

Por consiguiente, el tratamiento de la bronquiolitis con sesiones de kinesiterapia respiratoria es actualmente el más extendido.

25 En 1964, Huault menciona una técnica de ventilación, basada en la sincronización de un fuelle de traqueotomía con una maniobra manual sobre el tórax provocando una tos artificial, resultado de prácticas de reanimación neonatal en Africa del Sur. Después de 1973, en Francia, Barthe propone en el niño las primicias de una de las técnicas actuales que llama «Accélération du Flux Expiratoire (AFE)».

30 En Francia, las sesiones de kinesiterapia respiratoria son prescritas por un médico. Por término medio basta con 6 sesiones para acabar con la obstrucción bronquial. Además, la kinesiterapia respiratoria, y particularmente las técnicas de AFE y de ELP (Expiration Lente Prolongée), no se limitan a los tratamientos aportados a la bronquiolitis. Hoy en día es la técnica más utilizada en Francia para el drenaje bronquial en el tratamiento de la mucoviscidosis.

35 Las técnicas de kinesiterapia respiratoria han evolucionado sin cesar desde su creación; numerosos facultativos expertos transmiten su experiencia a través de publicaciones. Fausser y Demont definen la técnica AFE como «un movimiento torácico-abdominal sincronizado por las manos del kinesiterapeuta al comienzo del tiempo espiratorio». El movimiento dinámico resultante «conduce a una compresión más o menos fuerte del tórax y del abdomen [...] para crear un flujo capaz de movilizar las secreciones, evitando el colapso bronquial, que lo haría ineficaz».

40 La angustia respiratoria del niño de pecho aquejado de bronquiolitis induce una resistencia que impide al enfermo vaciar solo sus pulmones y respirar normalmente. El método utilizado consiste por consiguiente en ayudar a la ventilación para reducir la obstrucción bronquial. La deformación mecánica de los pulmones produce un aumento de la presión en el interior de los alveolos. Vinçon y Fausser, así como Postiaux, sugieren que el gradiente de presión entre los alveolos y la boca produce una circulación de aire con un flujo turbulento. Este flujo podría movilizar las secreciones de la mucosidad y participar en la desobstrucción de las vías aéreas.

45 Según Evenou: «La clave de la movilización de las secreciones reside en la relación de fuerza que el facultativo establece entre el flujo y la secreción utilizando para ello dos variables indispensables: el aumento de los caudales para jugar sobre la calidad de adherencia de las secreciones, la amplitud espiratoria a diferentes niveles del tiempo espiratorio para solicitar la secreción en función de su localización». Delplanque subraya el hecho de que «la utilización del flujo espiratorio para movilizar las secreciones bronquiales y conducir a la expectoración no puede integrarse en una práctica estandarizada. En efecto, existen diferentes contextos fisiológicos [...] y fisiopatológicos [...] que imponen adaptar esta técnica de desobstrucción bronquial». El facultativo debe por consiguiente permanentemente evaluar el estado de las secreciones y adaptar la conducción de su movimiento modulando para
50 ello el flujo y la amplitud dinámica espiratoria, teniendo en cuenta el comportamiento fisiológico del niño de pecho interpretando los signos clínicos y respiratorios como el caudal de aire expulsado.

Los kinesiterapeutas están muy solicitados en un periodo de tiempo relativamente corto, clásicamente comprendido

entre los meses de noviembre a febrero. El modo de presentarse la enfermedad no les permite una práctica de tratamientos específicos de la bronquiolitis a todo lo largo del año y hace el aprendizaje inicial tributario del periodo en el cual se desarrolla el periodo de pediatría.

5 Dentro del marco de estos tratamientos de kinesiterapia respiratoria «de ciudad», las Redes Bronquiolticas organizan cada año cursillos de capacitación continua dirigidos a los kinesiterapeutas.

10 Pero la ausencia de medios de medición adaptados y didácticos, no obligatorios, se deja sentir por los facultativos de kinesiterapia, como un impedimento a la enseñanza de los movimientos necesarios para la desobstrucción de las vías respiratorias. En efecto, las técnicas prácticas de kinesiterapia respiratoria del niño de pecho y particularmente los movimientos AFE (Augmentation du Flux Expiratoire) y/o ELP (Expiration Lente Prolongée) se enseñan en formación inicial, dentro del marco de cursillos hospitalarios por compañerismo. Esta posibilidad de aprendizaje es muy parcial ya que el facultativo en formación aprende en situaciones de tratamiento, las cuales no son situaciones didácticas y no permiten por consiguiente separar los esquemas característicos del movimiento.

15 Por otra parte, el aprendiz se forma en contacto con un facultativo experimentado que está en posesión, a priori, de los conocimientos de la kinesiterapia: los conocimientos científicos y los conocimientos de expertos. Los conocimientos de expertos son conocimientos prácticos, reflejados, analizados y luego ensayados en situación, objeto de consensos profesionales que no siempre son oficializados por el conjunto de la comunidad científica de los masso-kinesiterapeutas. Estos conocimientos han sido identificados con el fin de caracterizar el movimiento efectivamente realizado y evidenciar los parámetros pertinentes de su eficacia.

20 Para facilitar el aprendizaje de movimientos específicos médicos, existen sin embargo numerosos maniqués pediátricos.

Algunos maniqués reproducen la anatomía del niño de pecho con marcaciones antropomorfas y comprenden una representación general de los pulmones.

25 Se conocen por ejemplo maniqués para el aprendizaje del boca a boca, que presenta un cuerpo que comprende una carcasa flexible que envuelve una espuma interna y una bolsa de aire dispuesta bajo la carcasa a nivel del tórax. La bolsa de aire está conectada con un tubo a nivel de la boca y está provista de una válvula unidireccional que representa el sistema respiratorio. Los maniqués pueden bascular la cabeza con una subluxación de la mandíbula necesaria para la apertura de las vías respiratorias. Sin embargo, los maniqués destinados para el aprendizaje de los movimientos de socorrismo no pueden ser utilizados para la práctica de kinesiterapia respiratoria pues la compliancia del torso está demasiado alejada de la realidad para que el facultativo encuentre las mismas sensaciones.

Otros maniqués comprenden una serie de captadores que permiten la medición de desplazamientos del tórax en una dirección privilegiada. Estos maniqués no están inicialmente destinados para el medio médico sino para la realización de mediciones en pruebas de choque de automóviles. No están por consiguiente adaptados.

35 Se conoce por ejemplo un maniqué antropomorfo que representa un niño de seis meses instrumentado que presenta un cuerpo antropométrico cuya concepción ha sido realizada aplicando factores de escala a las características biomecánicas del adulto por el método denominado de «scaling». Sin embargo, este método utilizado para obtener las propiedades biomecánicas del niño de pecho se considera como poco fiable. En efecto, un niño de pecho de seis meses no es un adulto a tamaño reducido, el desarrollo del cuerpo no está evidentemente aún terminado a esta edad. Estos maniqués desarrollados a partir de los datos biomecánicos del adulto y el método de transferencia al niño de pecho no son apropiados para obtener un resultado realista.

Se conocen también simuladores anatómicos instrumentados y automatizados que permiten una interacción dinámica con el usuario por medio de la generación de escenarios, y que simulan comportamientos espontáneos específicos por medio de accionadores integrados.

45 Estos maniqués comprenden un tórax compuesto por una carcasa rígida que simula una elevación natural del pecho representativa de la respiración libre. Otros maniqués más sofisticados permiten la generación de los fenómenos respiratorios realizada por una regulación de aire comprimido. El desplazamiento del tórax es asegurado por un sistema de accionadores y de muelles unidireccionales.

50 Sin embargo, el tórax del maniqué está hecho mediante una carcasa rígida accionada. Por otra parte, las compresiones solo pueden debido a la concepción mecánica, ser realizadas según un solo eje dirigido hacia el interior del tórax del maniqué. Esta concepción es sin embargo suficiente para una utilización dentro del marco de compresiones para la realización de masajes cardiacos en simulaciones de reanimación.

Estos simuladores muy perfeccionados y realistas son el resultado de muchos años de experiencia. Sin embargo, no están adaptados para el movimiento de kinesiterapia respiratoria pues no permiten una deformación de su estructura según los dos ejes del plano sagital (plano vertical paralelo a un eje antero-posterior de la cabeza y pasando por un

punto situado a media distancia entre los dos ojos): el desplazamiento del torso es unidireccional y las carcasas utilizadas para simular la caja torácica (conjunto de cotas que forman la caja torácica) son rígidas. Están destinadas para el diagnóstico y para encargarse en situaciones de urgencia en anestesia reanimación.

5 Así, los sistemas pediátricos existentes no tienen un comportamiento mecánico general del torso que permita la práctica de kinesiterapia respiratoria. En efecto, los sistemas más sencillos comprenden una bolsa de aire para simular los pulmones. Los más elaborados integran captadores y accionadores para representar un comportamiento respiratorio libre. Sin embargo, ninguno puede aportar una respuesta a la necesidad de los kinesiterapeutas.

10 Hasta hoy, no existe material pedagógico expreso para la formación de kinesiterapia respiratoria para el niño de pecho y los simuladores pediátricos existentes en el ámbito médico no están adaptados para estos movimientos específicos. Con el fin de tener un acercamiento didáctico de los movimientos de kinesiterapia respiratoria, parece por consiguiente cada vez más necesario, para la comunidad de los masso-kinesiterapeutas, disponer de un dispositivo de aprendizaje que permita: para el formador en kinesiterapia por una parte, cuantificar su movimiento y controlar cuantitativamente el movimiento del aprendiz; para el facultativo en formación por otra parte, adquirir los «movimientos de base» y de entrenarse en un medio entorno exento de riesgo, antes de ejercer estas técnicas con un niño de pecho.

La presente invención trata por consiguiente de proponer un simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje del movimiento en kinesiterapia respiratoria que resuelve los inconvenientes anteriormente mencionados.

20 A este efecto, la invención tiene por objeto un simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje del movimiento de la kinesiterapia respiratoria que comprende un cuerpo de torso de niño de pecho deformable en un plano sagital, caracterizado por que el indicado cuerpo de torso está hecho de una sola pieza y por que una pluralidad de cavidades está prevista en la parte interna torácica y abdominal de dicho cuerpo de torso, para facilitar la deformación del cuerpo de torso en una dirección longitudinal, en la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria.

25 El cuerpo de torso puede entonces deformarse en el plano sagital siendo más fácilmente deformable según el eje longitudinal, que reproduce el comportamiento bilineario del torso de un niño de pecho en la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria, es decir experimentado por los kinesiterapeutas como «blando al comienzo y que se endurece al final de la espiración»; «la impresión de resistencia que aumenta a medida que se produce la maniobra». La ley de comportamiento mecánico global del torso del niño de pecho es así respetada. La experimentación mecánica de deformación del cuerpo de torso es por consiguiente muy similar a la del torso de un verdadero niño de pecho para el cual los huesos de la caja torácica no están aún rigidificados y de los cuales se busca representar la compresión de los pulmones y del abdomen en el transcurso de la práctica de movimientos de kinesiterapia respiratoria.

Además, las ventajas de la utilización de simuladores médicos para el aprendizaje son múltiples:

- 35 - Para el paciente, evitan la incomodidad de servir de «Conejillo de Indias» quitando al aprendiz «el estrés de la primera vez» La inocuidad de los movimientos queda así garantizada,
- El acceso a las situaciones simuladas se hace posible todo el año. Este punto es tanto más importante cuando las patologías consideradas son estacionarias,
- 40 - Numerosas situaciones clínicas pueden simularse y particularmente las situaciones o patologías de casos raros que un novicio solo podrá muy raramente encontrar en periodos de prácticas en medio hospitalario y que necesitan un acogimiento específico y delicado,
- En el marco de la formación inicial, permiten atender a un paciente realizando ejercicios reales en un entorno exento de riesgos,
- 45 - A nivel pedagógico, el entrenamiento con un simulador permite comprender las situaciones fuera de contexto evitando con ello la urgencia que puede paralizar los recursos cognoscitivos. El estudiante es colocado dentro de un contexto de aprendizaje exclusivo. La formación tutorada facilita el diálogo del aprendiz con el docente de turno. La reproductibilidad de los escenarios y la posibilidad de verbalización y de explicación en voz alta del razonamiento y de tomas de decisiones enriquecen el aprendizaje. Esta situación didáctica permite separar esquemas característicos del movimiento,
- 50 - Para el entrenamiento, los movimientos pueden repetirse tantas veces como sea necesario, sin tensión temporal, hasta la obtención de su eficacia y con una maestría considerada como perfecta de la técnica por los expertos,
- A corto plazo, estos sistemas constituyen potencialmente una herramienta de evaluación en continuo de los conocimientos de los alumnos y de validación de la aptitud para ejercer una especialidad, u obtención de diploma,
- 55 - A largo plazo, el campo de investigación a nivel de prácticas nuevas podría ampliarse con la ayuda a la reflexión y la mejora de técnicas profesionales actuales,
- Por último, un papel de experto se puede contemplar. Hoy en día, en el ámbito de la massokinesiterapia, no existe obligación de evaluación de la práctica profesional, pero en el futuro, normas, particularmente a nivel

europeo, podrían imponerse. Así, las sociedades de seguros contemplan con un gran interés estas herramientas y podrían utilizarlas para la evaluación continua de los profesionales de la salud, o como certificado con miras a una autorización para realizar las prácticas.

Según una o varias características del simulador de torso tomadas solas o en combinación,

- 5 - el cuerpo del torso es moldeado,
- el cuerpo del torso es hueco,
- las indicadas cavidades están dispuestas en la parte frontal del cuerpo del torso,
- la parte torácica es más deformable que la parte abdominal en la dirección longitudinal,
- 10 - las indicadas cavidades presentan la forma de ranuras transversales contenidas en un plano transversal y sustancialmente paralelas entre sí,
- las indicadas ranuras transversales son continuas,
- el cuerpo del torso comprende al menos dos capas de material de elasticidad diferente superpuestas,
- las indicadas capas de material comprenden un material elastómero de silicona que comprende una resina y un endurecedor, una primera capa de material que presenta un porcentaje de endurecedores más importante que una segunda capa de material,
- 15 - un bloque está dispuesto en el interior del cuerpo del torso entre una primera parte torácica y una segunda parte abdominal para simular el diafragma,
- el material del cuerpo de torso es un elastómero de silicona con un módulo de Young comprendido entre 0,3 y 5 MPa,
- 20 - el indicado cuerpo del torso está configurado para deformarse por la parte torácica: entre un 6% y un 20% en la dirección longitudinal y entre un 8% y un 14% en la dirección transversal y para la parte abdominal: entre un 1% y un 5% en la dirección longitudinal y entre un 2% y un 15% en la dirección transversal, bajo la acción de fuerzas de compresión aplicadas durante la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria,
- 25 - el simulador de torso comprende captadores de presión situados en una primera parte torácica y en una segunda parte abdominal,
- el simulador de torso comprende un altavoz para simular sonidos de auscultación o del flujo espiratorio,
- el simulador de torso comprende un sistema de medición de desplazamiento de la parte torácica y de la parte abdominal,
- 30 - el simulador de torso comprende un sistema de generación de las vibraciones a nivel de la parte torácica,
- el simulador de torso comprende al menos un accionador situado en el interior del cuerpo de torso, pudiendo el mencionado accionador tomar una posición alta en contacto con la parte interna de la parte torácica y una posición baja apartada de la indicada parte interna, para simular una respiración libre y/o un bloqueo,
- 35 - el simulador de torso comprende al menos una alarma sonora o visual.

La invención tiene también por objeto un conjunto de aprendizaje caracterizado por que comprende un simulador de torso tal como se ha descrito anteriormente y una par de guantes equipados con captadores de presión y captadores de desplazamiento.

Otras ventajas y características aparecerán con la lectura de la descripción de la invención, así como en las figuras adjuntas en las cuales:

- 40 - la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un simulador de torso de niño de pecho del cual se ha representado igualmente en duplicado los refuerzos laterales en el estado desmontado,
- la figura 2 es una vista parcial de un cuerpo de torso representado en dos partes para facilitar la visualización, así como nervaduras del molde que ha servido para la realización de dicho cuerpo de torso,
- 45 - la figura 3A es una modelización que ilustra las deformaciones longitudinales máximas del simulador de torso de la figura 1 obtenidas bajo la acción de fuerzas de compresión aplicadas por un kinesiterapeuta experto referente,
- la figura 3B representa un modelo digital de las deformaciones transversales máximas del simulador de torso de la figura 1 obtenidas bajo la acción de fuerzas de compresión aplicadas por un kinesiterapeuta experto referente,
- 50 - la figura 3C es una tabla que recapitula las deformaciones máximas del cuerpo de torso de las figuras 3A y 3B,
- la figura 4A es una vista esquemática en perspectiva y por delante de otro ejemplo de realización de un cuerpo de torso de niño de pecho,
- 55 - la figura 4B es una vista en sección transversal y de espalda de una porción de cuerpo de torso de niño de pecho de la figura 4A,
- la figura 4C representa un corte en el plano sagital (X,Z) del cuerpo del torso de las figuras 4A y 4B,
- la figura 4D es una tabla que recapitula las deformaciones máximas del cuerpo del torso de las figuras 4A y 4B,
- 60 - la figura 5 representa un par de guantes de un conjunto de aprendizaje,
- la figura 6A representa una vista en perspectiva y de frente de un simulador de torso que comprende un

- accionador en una posición intermedia con un cuerpo de torso esquematizado en transparencia,
- la figura 6B representa una vista esquemática lateral de un simulador de torso de la figura 6A con el indicado accionador en posición «alta», y
- la figura 6C es una vista análoga a la figura 6B con el indicado accionador en posición «baja».

5 En estas figuras, los elementos idénticos llevan los mismos números de referencia. En lo que sigue del texto, las indicaciones de superior, inferior, alto y bajo se utilizarán en referencia a la posición levantada de un niño de pecho, y las indicaciones de interior y de exterior se utilizarán en referencia al interior o al exterior de un torso de niño de pecho o de simulador de torso. En referencia al punto de indicación (X, Y, Z) representado en las figuras, se define el eje longitudinal del cuerpo de torso como el eje X, el eje transversal del cuerpo de torso como el eje Z, el plano transversal como el plano (Y,Z) y el plano sagital como el plano (X,Z).

Se designa por niño de pecho, un niño con una edad de más de un mes y menos de dos años.

15 La figura 1 representa un simulador de torso de niño de pecho 1 para el aprendizaje del movimiento en kinesiterapia respiratoria. El simulador de torso 1 permite representar artificialmente el comportamiento mecánico global de un torso de niño de pecho real para la práctica de la kinesiterapia respiratoria, tal como las técnicas de AFE o de ELP, para el tratamiento de enfermedades que producen obstrucciones respiratorias, como por ejemplo para los tratamientos aportados a la bronquiolitis o para el drenaje bronquial en el tratamiento de la mucoviscidosis.

El simulador de torso 1 comprende un cuerpo de torso 2 que presenta una primera parte torácica 3, en la parte superior del cuerpo de torso 2 y una segunda parte abdominal 4 en la parte inferior del cuerpo de torso 2.

20 El cuerpo de torso está hecho en una sola pieza, se prevé que el cuerpo de torso 2 sea moldeado en una sola pieza con uno o varios materiales. El cuerpo de torso 2 moldeado permite reproducir con una buena fidelidad la forma externa de un niño de pecho. En efecto, el molde puede ser obtenido por mecanizado a partir del volumen realizado en CAO, lo cual permite la obtención de un antropomorfismo realista.

25 El cuerpo de torso 2 está concebido en forma de un maniquí a escala completa que representa el aspecto exterior del torso de niño de pecho. En el ejemplo representado en las figuras, el cuerpo de torso es representativo de un niño con una edad de seis meses.

30 La estructura del cuerpo de torso 2 es por ejemplo creada a partir de escáneres de niño de pecho existentes para representar igualmente el esternón, el apéndice xifoide, el ombligo así como los pezones. Las dimensiones y marcas anatómicas del torso del niño de pecho son entonces reproducidas. Por otro lado, la fabricación por moldeado permite un tiempo y un coste de fabricación reducidos. Además, es entonces posible integrar captadores de presión en el cuerpo de torso 2 moldeado, cerca de la superficie exterior del cuerpo de torso 2, que estará en contacto con las manos del kinesiterapeuta en la ejecución del movimiento.

35 El cuerpo del torso 2 es ventajosamente hueco, lo cual permite disponer de un espacio interno previsto para colocar una instrumentación asociada. El cuerpo de torso 2 tiene un primer y un segundo extremos 5, 6 del cuerpo de torso 2, clavículas en el extremo 5 alto de la primera parte torácica 3 y de la pelvis en el extremo 6 bajo de la segunda parte abdominal 4. Para mejorar la estética y el antropomorfismo del simulador 1 y con el fin de facilitar la marcación del kinesiterapeuta, se pueden añadir brazos, piernas y una cabeza en los extremos correspondientes del cuerpo de torso 2.

El espesor $\underline{e}$ del cuerpo de torso 2 es por ejemplo del orden de los 10 a 20 milímetros.

40 Para la fabricación, se prevé por ejemplo un molde que comprende un núcleo interno que permite definir la forma interna y el espesor, y un contra molde externa que permite realizar la forma externa del niño de pecho.

En el caso de un cuerpo de torso 2 hueco, el material del cuerpo de torso es por ejemplo un elastómero de silicona, de tipo RTV («Resinas Vulcanizables en frío» o «Room Temperature Vulcanization» en inglés), con un módulo de Young comprendido entre 0,3 y 5 MPa, por ejemplo del orden de 1 MPa para la primera parte torácica 3 y la segunda parte abdominal 4.

45 La parte torácica 3 es más deformable que la parte abdominal 4 en la dirección longitudinal X. Se prevé entonces por ejemplo un módulo de Young de 1 MPa para la primera parte torácica 3 y un módulo de Young superior a 1 MPa para la segunda parte abdominal 4. Se puede prever igualmente que el sector S2 de la parte abdominal 4, cerca del extremo 6 bajo de la segunda parte abdominal 4 se deforme más que un primer sector S1 de la parte abdominal 4, cerca del diafragma.

50 Para facilitar la realización de un cuerpo de torso 2 con materiales de módulos de elasticidad diferentes en la primera parte torácica 3 y en la segunda parte abdominal 4, se prevé un molde en dos o tres partes que puedan montarse (no representado).

Se dispone además un bloque (no visible en las figuras), por ejemplo de espuma, en el interior del cuerpo de torso 2, en una zona central Z3 situada a horcajadas entre la primera parte torácica 3 y la segunda parte abdominal 4, para simular el diafragma humano. El bloque presenta una forma general adaptada para seguir la periferia interna transversal del cuerpo de torso 2.

- 5 La posición del centro del bloque con relación al extremo 5 de las clavículas es de aproximadamente 56 milímetros, con objeto que sea localizado en altura de lo que sería identificado en el verdadero niño de pecho como el diafragma.

El bloque es macizo con el fin de tener una rigidez suficiente que permita asegurar la función mecánica de transferencia de las presiones entre la parte abdominal 4 y la parte torácica 3.

- 10 El simulador de torso 1 comprende además un primer y un segundo refuerzos laterales 8, 9 respectivamente dispuestos en los extremos 5, 6 correspondientes del cuerpo de torso 2. Los refuerzos laterales 8, 9 pueden montarse en el cuerpo de torso 2 o ser directamente moldeados en una sola pieza con el cuerpo de torso 2. Los refuerzos laterales 8, 9 permiten simular la rigidez inducida por los hombros y las caderas del niño de pecho.

- 15 El cuerpo de torso 2 de niño de pecho se puede deformar en un plano sagital (X, Z) y la parte interna 10 torácica y abdominal de dicho cuerpo de torso 2 presenta una pluralidad de cavidades configuradas para facilitar la deformación del cuerpo de torso en una dirección longitudinal X, en la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria.

El cuerpo del torso 2 está por ejemplo configurado para deformarse generalmente bajo la acción de fuerzas de compresión aplicadas durante la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria:

- 20 - para la parte torácica 3: entre un 6% y un 20% en la dirección longitudinal X y entre un 8% y un 14% en la dirección transversal Z, y
- para la parte abdominal 4: entre un 1% y un 5% en la dirección longitudinal X y entre un 2% y un 15% en la dirección transversal Z.

- 25 Por ejemplo, para un cuerpo de torso 2 representativo de un niño de pecho de seis meses, las cavidades 11 están configuradas para permitir al cuerpo de torso 2 deformarse por una distancia comprendida entre 5 y 11 milímetros en la dirección longitudinal X, entre 8 y 19 milímetros en la dirección transversal Z para la parte torácica 3, y entre 2 y 10 milímetros en la dirección longitudinal X y transversal Z para la parte abdominal 4.

Además, las cavidades 11 pueden estar dispuestas únicamente en la parte frontal del cuerpo de torso 2, es decir en la parte anterior, a la parte delantera del cuerpo de torso 2.

- 30 El cuerpo de torso 2 puede entonces deformarse en el plano sagital (X, Y) siendo más fácilmente deformable según el eje longitudinal X que reproduce el comportamiento bilineal del torso de un niño de pecho durante la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria, es decir sentido por los kinesiterapeutas como «blando al comienzo y que se endurece al fin de la espiración»; «aumentando la impresión de resistencia a medida que se va produciendo la maniobra». La ley de comportamiento mecánico global del torso del niño de pecho es así respetada. El sentido mecánico de deformación del cuerpo de torso es por consiguiente muy similar al del torso de un verdadero niño de
35 pecho para el cual los huesos de la caja torácica no están aún formados y del cual se busca representar la compresión de los pulmones y del abdomen en el transcurso de la práctica de movimientos de kinesiterapia respiratoria.

- 40 El movimiento de kinesiterapia respiratoria puede definirse como un movimiento de compresión en el plano sagital (X, Z) del cuerpo de torso 2 por las dos manos del kinesiterapeuta. Una mano es colocada sobre la parte torácica 3 en una zona de colocación de las manos Z1 sobre un eje transversal Z entre la horquilla del esternón y la línea interpezonaria (ver figura 1). El apoyo se realiza con el borde cubital de la mano. El equilibrio de la mano debe ser encontrado para que la presión aplicada por el kinesiterapeuta sea relativamente uniforme desde el saliente hipotenar hasta los dedos.

- 45 La segunda mano se coloca sobre la parte abdominal 4, en una zona de colocación de las manos Z2, sobre la superficie anterior del abdomen, centrada sobre el ombligo. La segunda mano opera en contrapeso un apoyo global por la presión de la cintura abdominal.

En el transcurso del movimiento, las trayectorias de las manos forman un ángulo del orden de 90°. El movimiento puede ser solamente torácico en circunstancias particulares (recién nacido, prematuro, abdomen doloroso).

- 50 Según un primer modo de realización, se modifica la rigidez del cuerpo de torso 2 modificando solamente la geometría del cuerpo de torso 2.

Por ejemplo, y como mejor se puede apreciar en la figura 2, las cavidades 11 presentan la forma de ranuras

transversales contenidas en un plano transversal, paralelo al plano (X, Y) y paralelas entre sí. En el ejemplo representado, las ranuras son además paralelas a los extremos 5, 6 del cuerpo de torso 2. Las ranuras pueden ser periféricas, es decir bordeando la parte interna 11 del cuerpo de torso 2 como se ha representado en la figura 2 o ser solamente parcialmente periféricas, previstas únicamente en la parte frontal del cuerpo de torso 2 mientras que la parte dorsal presenta un espesor uniforme.

Además, se pueden prever ranuras transversales 11 continuas al menos en la parte frontal. Así, las ranuras transversales no presentan ruptura en el centro de la parte torácica, lo cual es representativo de la rigidez global de un torso de niño de pecho. En efecto, los niños de pecho no presentan rigidez a nivel de los costados, procediendo la sensación de resistencia de los pulmones.

Para la fabricación, se puede prever un moldeado con un cuerpo de torso 2 de espesor c constante luego, en una segunda etapa, se extraen nervaduras del cuerpo de torso 2 (no representado), para que el cuerpo de torso 2 presente cavidades 11 en forma de ranuras transversales. Alternativamente, se pueden prever nervaduras 12 sobre el núcleo interno del molde a partir de la concepción del cuerpo de torso (ver figura 2).

En el ejemplo representado en las figuras 1 y 2, la primera parte torácica 3 del cuerpo de torso 2 presenta cinco cavidades en forma de ranura transversal periférica, que tiene una anchura de 5 milímetros, una profundidad de 7,5 milímetros y espaciados por una distancia de 2,5 milímetros.

La segunda parte abdominal 4 del cuerpo de torso 2 presenta por ejemplo nueve cavidades 11 en forma de ranura transversal periférica que tienen una anchura de 5 milímetros. Siete cavidades que presentan una profundidad de 5 milímetros están previstas en un primer sector S1 cerca de una primera parte torácica del cuerpo de torso 2 y dos cavidades 11 que presentan una anchura superior a los 5 milímetros, están previstas en un segundo sector S2 cerca del extremo 6 de la pelvis del cuerpo de torso 2. Para mayor claridad, se han representado las nervaduras asociadas 12 del molde del cuerpo de torso 2 con los espacios entre las nervaduras 12 que corresponden a los espacios entre dos ranuras consecutivas del cuerpo de torso 2 en la figura 2.

Se obtiene así una estructura de tipo «acordeón» que permite desplazamientos más importantes en la dirección longitudinal X sin pérdida de las propiedades en términos de flexibilidad en la dirección transversal Z. En el transcurso del movimiento de kinesiterapia, en una primera fase, es la parte interna 10 la que se deforma principalmente con una primera rigidez. Luego, en una segunda fase, el kinesiterapeuta continúa su movimiento de compresión con la misma intensidad mientras que toda la estructura del cuerpo de torso 2 se deforma, comprendía la parte externa 11. La rigidez del cuerpo de torso 2 se acentúa entonces.

Estos resultados se esquematizan en las figuras 3A y 3B, que representan la modelización numérica de un simulador de torso 1 bajo la acción de fuerzas aplicadas por un kinesiterapeuta. Las figuras 3A y 3B ilustran respectivamente las deformaciones longitudinales según el eje X y transversales según el eje Z del simulador de torso 1.

En estas figuras, se distinguen las zonas sobre las cuales los desplazamientos son los más importantes. Estas zonas corresponden a las zonas de colocación de las manos del facultativo sobre la parte torácica Z1 y sobre la parte abdominal Z2 con un posicionamiento adaptado con una carga simulada de un facultativo que realiza el movimiento de kinesiterapia respiratoria adaptado.

La tabla de la figura 3C resume los valores de desplazamientos extremos en milímetros del cuerpo de torso 2 de las figuras 3A y 3B («Modelo») y de los desplazamientos que serían representativos de un torso de niño de pecho, obtenido por mediciones realizadas en una treintena de niños de pecho («Objetivos»). La tabla muestra que los desplazamientos obtenidos por modelización sobre el simulador de torso 1 son muy parecidos a los deseados en el desplazamiento en la dirección transversal Z sobre la parte torácica (Zth) y sobre la parte abdominal (Zab).

Para mejorar la correspondencia en el desplazamiento en la dirección longitudinal X sobre la parte torácica (Xth) y sobre la parte abdominal (Xab), se puede modificar el número de cavidades 11 en la parte torácica 3 del cuerpo de torso 2 y reducir su anchura. Se puede igualmente prever un material cuyo módulo de elasticidad sea menos importante en la dirección longitudinal.

Según otro ejemplo de realización del cuerpo de torso 2 representado en las figuras 4A y 4B, la parte anterior de la primera parte torácica 3 del cuerpo de torso 2 presenta tres cavidades 11 en la parte frontal del cuerpo de torso 2. Las cavidades presentan la forma de ranuras transversales semi-periféricas que presentan cada una una anchura de 6 milímetros, una profundidad de 6 milímetros, sustancialmente paralelas entre sí y espaciadas las unas de las otras por una distancia de 4 milímetros aproximadamente.

La parte anterior de la segunda parte abdominal 4 del cuerpo de torso 2 presenta seis cavidades 11 en la parte frontal. Las cavidades 11 presentan la forma de ranuras transversales semi-periféricas.

Una primera cavidad cerca de la parte torácica 3, presenta una anchura de 3 milímetros y una profundidad de 6

milímetros. Cuatro cavidades que presentan una profundidad y una anchura de 6 milímetros están previstas cerca de la primera cavidad 11 y una sexta cavidad 11 que presenta una anchura y una profundidad del orden de 3 milímetros está prevista en la proximidad del extremo 6 de la pelvis del cuerpo de torso 2.

5 Para mayor claridad, se ha representado un corte del cuerpo de torso 2 en el plano sagital X, Y representando las cavidades 11 en la figura 4C. Se distingue igualmente en esta figura, una parte del bloque D que simula el diafragma humano.

La tabla de la figura 4D resume los valores de desplazamientos extremos en milímetros del cuerpo de torso 2 de las figuras 4A, 4B y 4C («Modelo») y desplazamientos que serían representativos de un torso de niño de pecho, obtenido por mediciones realizadas sobre una treintena de niños de pecho («Objetivos»).

10 Además, en este segundo ejemplo de realización, el cuerpo de torso 2 está moldeado en una sola pieza que incluye el cuello, los hombros, las caderas y las nalgas del niño de pecho.

Según un segundo modo de realización no representado, se modifica la rigidez del cuerpo de torso 2 modificando la geometría y las características mecánicas del material de cuerpo de torso 2.

15 Por ejemplo, el simulador de torso comprende al menos dos capas de material de elasticidad diferente superpuestas. La capa de material que presenta la elasticidad más importante, es decir la que tiene un módulo de Young menos importante, está por ejemplo dispuesta en el exterior del cuerpo de torso.

Las capas de material comprenden por ejemplo un material elastómero de silicona que comprende una resina y un endurecedor. Por ejemplo, la capa de material dispuesta en el interior del cuerpo de torso presenta un porcentaje de endurecedores más importante que la capa de material dispuesta en el exterior del cuerpo de torso.

20 Para la fabricación se prevé por ejemplo un contra molde externo y núcleos internos diferentes para un moldeado sucesivo de las diferentes capas superpuestas.

En los dos modos de realización considerados, se puede prever que el simulador de torso 1 comprenda captadores de presión (no visibles) dispuestos en la primera parte torácica 3 y en la segunda parte abdominal 4, a nivel de las zonas de colocación de las manos Z1, Z2. Los captadores están por ejemplo moldeados en el cuerpo de torso 2. Alternativamente, los captadores están pegados a la superficie del cuerpo de torso 2 que es así mismo recubierta por una capa superficial de protección (no representada).

30 Captadores de presión suplementarios podrán ser colocados en la periferia de estas zonas Z1, Z2 para detectar la mala colocación de las manos. Se podrá entonces comprobar que la presión aplicada sobre las zonas de colocación de las manos Z1, Z2 no es totalmente nula antes de cada movimiento de kinesiterapia respiratoria. En caso de mala colocación o de desprendimiento, una señal de alarma puede ser generada.

El simulador de torso 1 puede igualmente llevar un captador de localización, tal como un captador de presión o un detector de presencia como por ejemplo un captador capacitivo o un captador de efecto Hall, en la parte torácica 3, a nivel de la parte baja de la tráquea, para permitir comprobar la colocación correcta del pulgar del kinesiterapeuta y comprobar así que es apto para detectar el punto de tos provocado.

35 Se prevé además un conjunto de aprendizaje que comprende un simulador de torso 1 tal como se ha descrito anteriormente que comprende además un par de guantes 13 equipados con captadores de presión 14 (figura 5) y captadores de desplazamiento (no visibles).

40 Los captadores de desplazamiento comprenden por ejemplo una magnetómetro de seis grados de libertad para determinar las posiciones relativas lineales y angulares en función del tiempo. Para no estorbar los movimientos del kinesiterapeuta, un captador de desplazamiento puede ser colocado sobre el dorso de cada guante, en el centro.

Los captadores de presión 14 son por ejemplo películas de polímeros piezorresistivas, de tipo FSR («Force sensing Resistor» en inglés). Los captadores de presión de tipo FSR son captadores de fuerza de resistencia variable que comprenden una película de polímero piezorresistiva cuya resistencia óhmica intrínseca disminuye con un aumento de la fuerza normal aplicada sobre su superficie activa.

45 Los captadores de presión 14 están por ejemplo pegados a la superficie de los guantes 13 en las zonas de contacto R1, R2, respectivamente de la mano torácica sobre la parte torácica 3 y de la mano abdominal sobre la parte abdominal 4.

50 Se disponen por ejemplo nueve captadores de presión 14 sobre la parte cubital del guante destinado para la «mano torácica» y seis captadores de presión 14 uniformemente repartidos sobre la palma del guante destinado a la «mano abdominal».

Sobre los guantes 13 y/o en el cuerpo del torso 2, estos captadores 14 permiten obtener en tiempo real la intensidad de las presiones ejercidas sobre el cuerpo de torso 2, siendo invisibles con el fin de no guiar al aprendiz. El conjunto de aprendizaje y/o el simulador de torso 1 pueden así detectar si la mano torácica y la mano abdominal están correctamente posicionadas. De igual modo cuando una sucesión de compresiones se encuentra en curso, pueden detectar el despegado de las manos con el cuerpo de torso 2 entre dos compresiones.

Además, la medición de la amplitud de las presiones ejercidas por el facultativo sobre las zonas de colocación Z1, Z2, permite conocer la dinámica del movimiento y en particular las fuerzas ejercidas. El valor de la amplitud máxima de las presiones debe compararse en tiempo real con el valor obtenido en una pretensión para juzgar la inocuidad del movimiento. El ensayo de pretensión se realiza por el facultativo al comienzo de la sesión, para apreciar las reacciones del niño de pecho a las fuerzas aplicadas en su realización. El facultativo puede entonces evaluar los límites del niño de pecho en términos de desplazamiento justo antes de que aparezca el colapso. En las compresiones siguientes, el facultativo no deberá sobrepasarlas sino aproximarse lo más cerca posible a estos límites para no realizar un movimiento peligroso. Si el movimiento es realizado fuera de los límites, una alarma puede avisar al facultativo.

Otra fase puede consistir en medir los movimientos de los kinesiterapéutas expertos en el simulador para definir el conjunto de los límites de referencia que se compararán con los movimientos de los novicios. Los movimientos de los kinesiterapéutas pueden así ser comparados a partir de un mismo objeto de estudio, es decir un simulador de torso de niño de pecho con el mismo comportamiento para todos los facultativos.

La medición de la amplitud de las presiones a nivel de las zonas de apoyo de las manos permite igualmente evaluar la calidad del movimiento realizado en particular sobre el equilibrio de las manos. Si la presión del cuerpo de torso 2 no es correctamente respetada, se podrá generar un aviso.

Así, los captadores de presión 14 permiten medir:

- las amplitudes de las presiones aplicadas sobre el cuerpo de torso 2 por las dos manos del facultativo para conocer el equilibrio, el despegado eventual de las manos, la adaptación del movimiento a su flujo espiratorio y las intensidades máximas,
- los parámetros temporales, tales como el tiempo de subida en la puesta en presión, la duración del relajamiento de la presión, el intervalo temporal entre el final de la relajación de una compresión de un movimiento de kinesiterapia respiratoria y el comienzo de la subida de presión del movimiento siguiente, calculados a partir de la medición de las intensidades de las presiones. Estos parámetros son igualmente importantes de vigilar pues la frecuencia de realización del movimiento influye en la fatiga del niño de pecho y la peligrosidad de la acción. Por otro lado, el flujo respiratorio obtenido está relacionado, en particular con la velocidad de ejecución del movimiento.

El simulador de torso 1 puede igualmente comprender un sistema de medición de desplazamiento de la parte torácica 3 y de la parte abdominal 4 (no representada). Se prevén por ejemplo acelerómetros o captadores de posiciones tridimensionales, por ejemplo, moldeados en el cuerpo de torso 2.

El simulador de torso 1 es entonces apto para medir las amplitudes de los desplazamientos de las partes torácica 3 y abdominal 4 en la dirección longitudinal X y transversal Z, y las direcciones de las trayectorias de las manos. Si los criterios no son validados a nivel de la dirección de las trayectorias, una alarma sonora o visual puede ser generada.

El simulador de torso 1 puede igualmente comprender un sistema de generación de vibraciones a nivel de la parte torácica 3 (no representada).

Así, cuando los principales criterios de movilización de las secreciones y de buena ejecución del movimiento son validados después de un número determinado de movimientos de kinesiterapia respiratoria, por ejemplo por las mediciones de las amplitudes de los desplazamientos torácico y abdominal y por las mediciones de presión, el sistema de generación de vibraciones genera ligeras vibraciones en la zona de colocación de la mano Z1 de la parte torácica 3, que simula la movilización de las secreciones en el árbol bronquial.

El simulador de torso 1 puede igualmente comprender un altavoz para simular sonidos de auscultación, del flujo respiratorio o de tos (no representado).

En la auscultación del inicio de sesión, los ruidos característicos de la afección respiratoria informan sobre la localización de las secreciones y orientan el tipo de movimiento a realizar.

Los ruidos son de intensidades y de frecuencias diferentes en función del diámetro de las vías aéreas. El altavoz está entonces configurado para generar diferentes zonas sonoras que corresponden a los diferentes tipos de obstrucción bronquial.

Estos sonidos podrán por consiguiente ser producidos como entrenamiento en el diagnóstico en el inicio de la sesión

antes de que el novicio comience las maniobras de kinesiterapia respiratoria. El sonido puede igualmente formar un criterio auditivo de eficacia del movimiento que permita guiar al facultativo para la dinámica de su movimiento y apreciar su práctica en paralelo con las mediciones de presiones aplicadas.

5 El simulador puede igualmente comprender al menos un accionador 15 situado en el interior del cuerpo de torso 2, para simular una respiración libre y/o un bloqueo. Un ejemplo de realización se representa en las figuras 6A, 6B y 6C.

Se elige más bien un accionador mecánico con un gato eléctrico por su baja voluminosidad o con un sistema neumático que necesita una alimentación de aire comprimido. El accionador 15 es por ejemplo un sistema mecánico de tipo biela-émbolo.

10 El accionador 15 comprende un servomotor (no representado) dispuesto sobre un soporte 16, fijado a la parte interna 10 dorsal del cuerpo de torso 2. El motor acciona una placa torácica 17 del accionador 15 por medio de un sistema de bielas 18. La placa torácica 17 comprende por ejemplo brazos de guiado 19, aptos para deslizarse en el soporte 16 y atravesar el cuerpo de torso 2 en su parte dorsal.

15 En una posición «alta», visible en la figura 6B, las bielas 18 accionadas por el servomotor levantan la placa torácica 17 que entra en contacto con la parte interna 10 superior (o frontal) de la parte torácica 3 del cuerpo de torso 2. El cuerpo de torso 2 puede entonces ser mantenido en posición bloqueada, no deformada.

20 En una posición «baja», visible en la figura 6C, las bielas 18 accionadas por el servomotor tiran de la placa torácica 17 hacia el interior del cuerpo de torso 2, liberando la parte interna 10 torácica. Los brazos de guiado 19 atraviesan entonces el cuerpo de torso 2 de forma que la placa torácica 17 esté lo suficientemente alejada de la parte interna 10 del cuerpo de torso 2 para no estorbar el movimiento del kinesiterapeuta.

Cuando el accionador 15 se encuentra en posición alta, la rotación del servomotor a una frecuencia de rotación seleccionada permite entonces simular la respiración libre del niño de pecho.

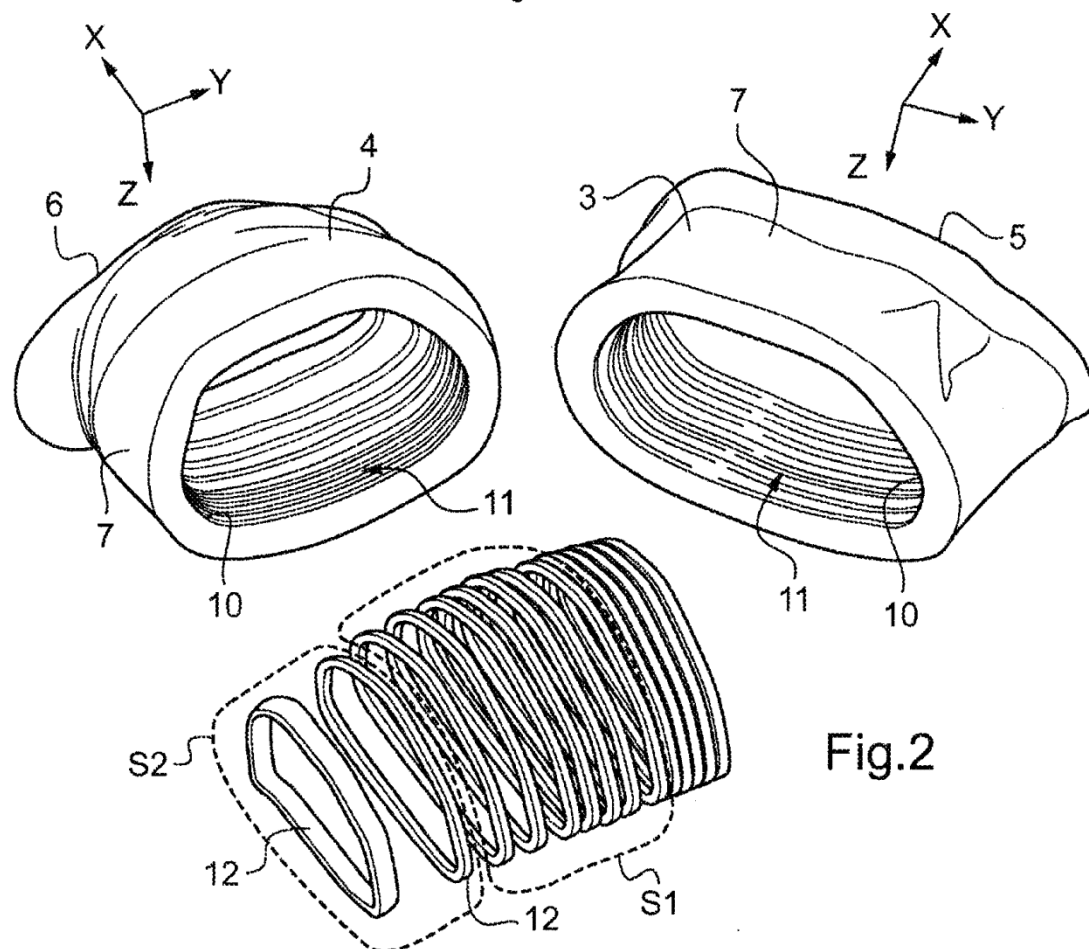
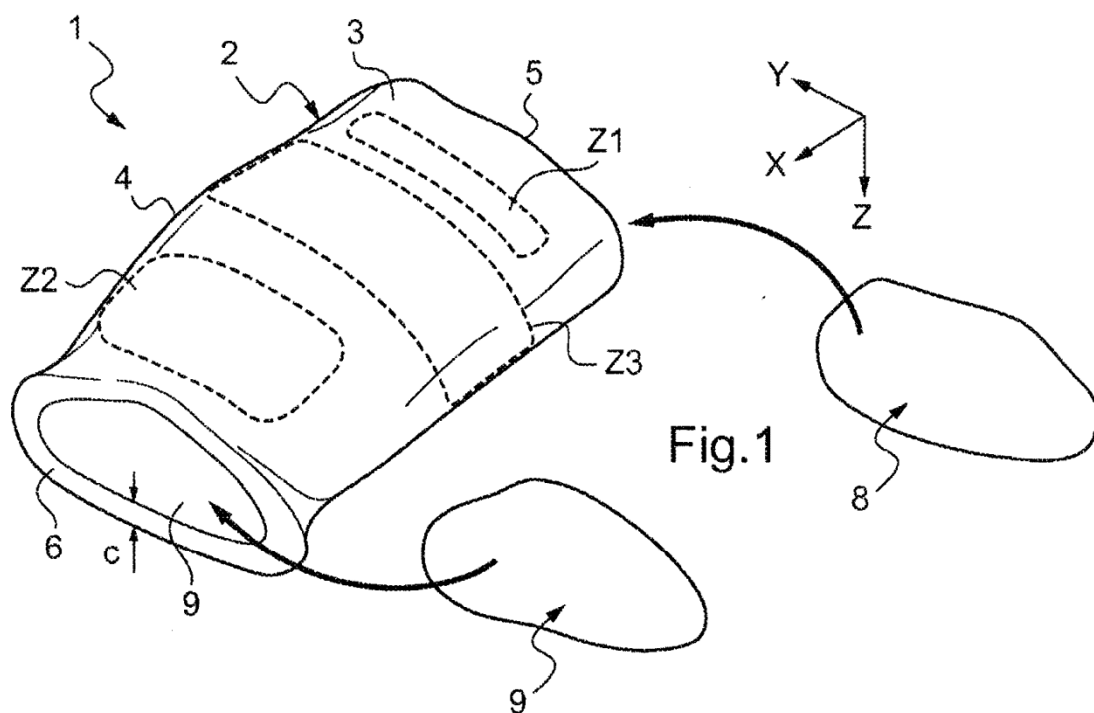
25 El accionador 15 de respiración libre se utiliza antes de la realización del movimiento de kinesiterapia respiratoria. Permite que el cuerpo de torso 2 se desplace verticalmente para simular la respiración del niño de pecho con el fin de permitir al kinesiterapeuta sincronizar su movimiento con la respiración del niño de pecho. En el momento del movimiento, el accionador se encuentra inactivo y no es sentido por el kinesiterapeuta pues es el movimiento inducido por el movimiento del facultativo el que realiza los movimientos de aire en el niño de pecho. La respiración libre del niño de pecho simulada por el accionador 15 solo es por consiguiente una señal visual. El usuario del simulador de torso 1 no debe sentir nada bajo su mano cuando realiza un movimiento que presenta las características de un movimiento no peligroso.

30 El accionador 15 de bloqueo del movimiento actúa como un tope mecánico unidireccional y permite simular el comportamiento del niño de pecho en caso de colapso bronquial con respecto a un movimiento mal realizado. Por ejemplo, el accionador 15 acciona la placa torácica 17 en posición de bloqueo si la dinámica del movimiento es demasiado elevada, si la presión ejercida por la mano torácica es demasiado importante, si el desplazamiento de la mano torácica según el eje transversal Z es demasiado importante o si el movimiento es realizado aunque ningún sonido de flujo de aire espirado sea audible por la boca del niño de pecho. El accionador 15 bloquea entonces el cuerpo de torso 2 de forma que impida al kinesiterapeuta realizar el movimiento de kinesiterapia respiratoria. De igual modo, si el movimiento es correctamente realizado, el accionador 15 está inactivo y no es sentido por el kinesiterapeuta. En todos los criterios, marcadores podrán ser calculados en función de la comparación del movimiento realizado con el movimiento experto.

45 El simulador de torso 1 y el conjunto de aprendizaje permiten así la concepción de un simulador físico de torso de niño de pecho que presenta marcaciones anatómicas y un comportamiento biomecánico adaptado para el aprendizaje del movimiento de kinesiterapia respiratoria. Además, el simulador de torso 1 permite disponer de un sistema de medición integrado para caracterizar cualitativa y cuantitativamente los parámetros pertinentes del movimiento realizado con el fin de definir un movimiento de referencia así como sus límites.

REIVINDICACIONES

1. Simulador de torso de niño de pecho para el aprendizaje del movimiento de la kinesiterapia respiratoria que comprende un cuerpo de torso de niño de pecho (2) deformable en un plano sagital (X, Z), **caracterizado por que** el indicado cuerpo de torso (2) está moldeado en una sola pieza con materiales de módulos de elasticidad diferentes en una primera parte torácica (3) y en una segunda parte abdominal (4) **por que** la parte torácica (3) es más deformable que la parte abdominal (4) en la dirección longitudinal (X) y **por que** una pluralidad de cavidades (11) está prevista en la parte interna (10) torácica y abdominal de dicho cuerpo de torso (2), para facilitar la deformación del cuerpo de torso (2) en una dirección longitudinal (X) en la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria.
2. Simulador de torso según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las indicadas cavidades (11) presentan la forma de ranuras transversales contenidas en un plano transversal (Y, Z) y sustancialmente paralelas entre sí.
3. Simulador de torso según la reivindicación 2, **caracterizado por que** las indicadas ranuras transversales son continuas.
4. Simulador de torso según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** las indicadas cavidades (11) están dispuestas en una parte frontal del cuerpo de torso (2).
5. Simulador de torso según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el cuerpo de torso (2) es hueco.
6. Simulador de torso según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el indicado cuerpo de torso (2) está configurado para deformarse bajo la acción de fuerzas de compresión aplicas durante la realización de un movimiento de kinesiterapia respiratoria:
 - para la parte torácica (3): entre un 6% y un 20% en la dirección longitudinal (X) y entre un 8% y un 14% en la dirección transversal (Z), y
 - para la parte abdominal (4), entre un 1% y un 5% en la dirección longitudinal (X) y entre un 2% y un 15% en la dirección transversal (Z).
7. Simulador de torso según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un bloque está dispuesto en el interior del cuerpo de torso (2) entre la primera parte torácica (3) y la segunda parte abdominal (4) para simular el diafragma.
8. Simulador de torso según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende captadores de presión (14) dispuestos en una primera parte torácica (3) y en una segunda parte abdominal (4).
9. Simulador de torso según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un sistema de medición de desplazamiento de la parte torácica (3) y de la parte abdominal (4).
10. Simulador de torso según la reivindicación 5, **caracterizado por que** comprende al menos un accionador (15) dispuesto en el interior del cuerpo de torso (2), pudiendo el indicado accionador (15) tomar una posición alta en contacto con la parte interna (10) de la parte torácica (3) y una posición baja a distancia de la indicada parte interna (10), para simular una respiración libre y/o un bloqueo.
11. Conjunto de aprendizaje, **caracterizado por que** comprende un simulador de torso según una de las reivindicaciones anteriores y un par de guantes (13) equipados con captadores de presión (14) y captadores de desplazamiento.



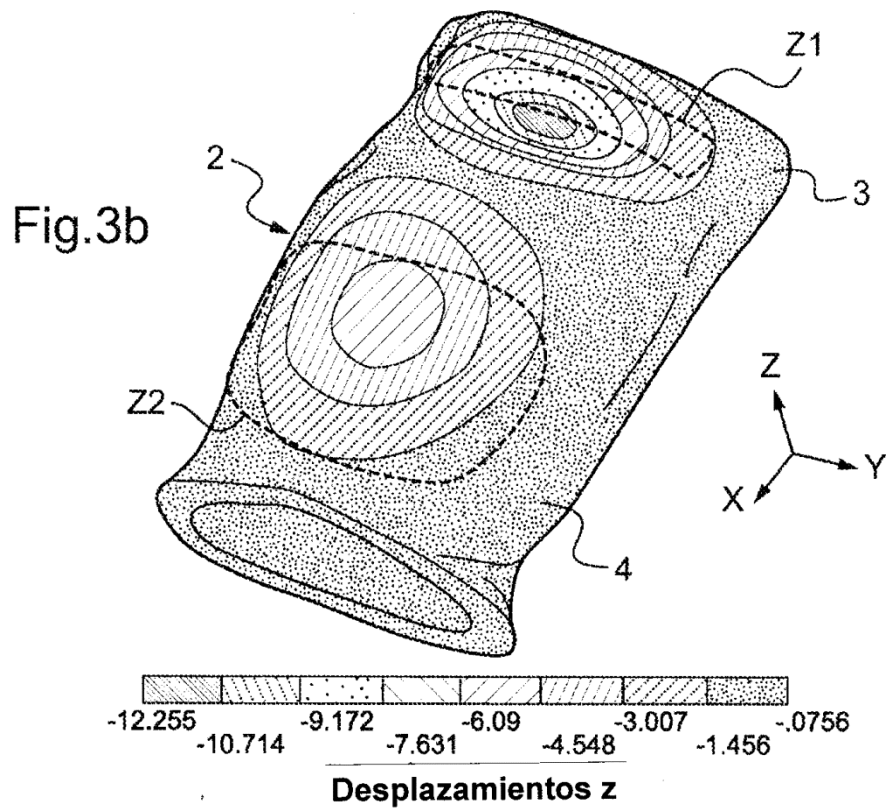
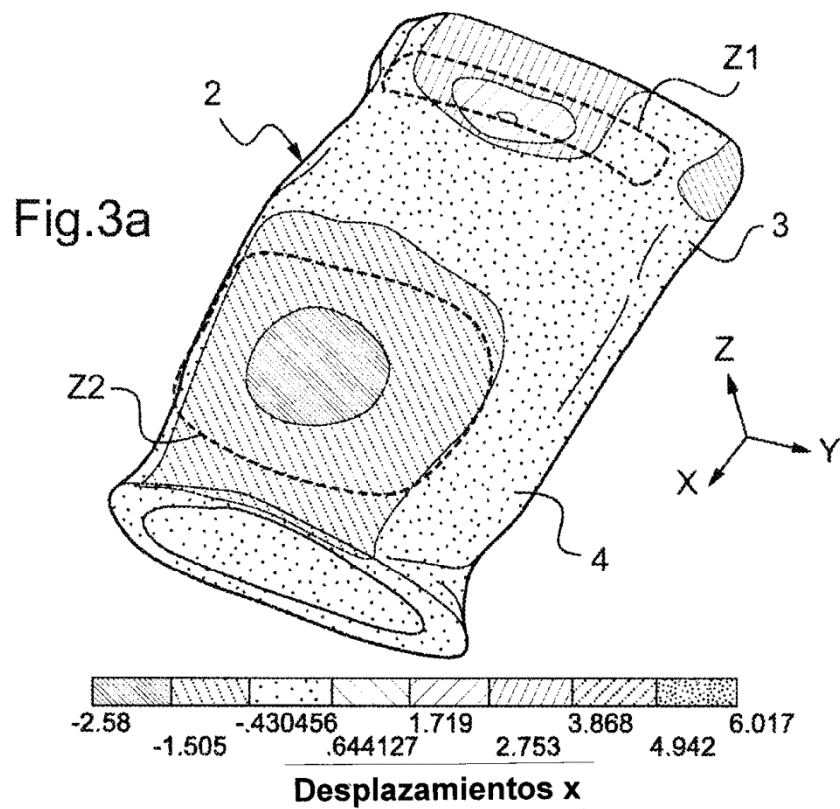


Fig.3c

	Δx_{th} [mm]	Δz_{th} [mm]	$\left(\frac{\Delta x}{\Delta z}\right)_{th}$	Δx_{ab} [mm]	Δz_{ab} [mm]	$\left(\frac{\Delta x}{\Delta z}\right)_{ab}$	$\frac{\Delta x_{th}}{\Delta x_{ab}}$	$\frac{\Delta z_{th}}{\Delta z_{ab}}$
Objetivos	7,0	10,2	1,5	-3,8	3,4	0,9	1,8	3,0
Modelo	3,2	10,9	3,4	-2,6	3,8	1,5	1,2	2,9

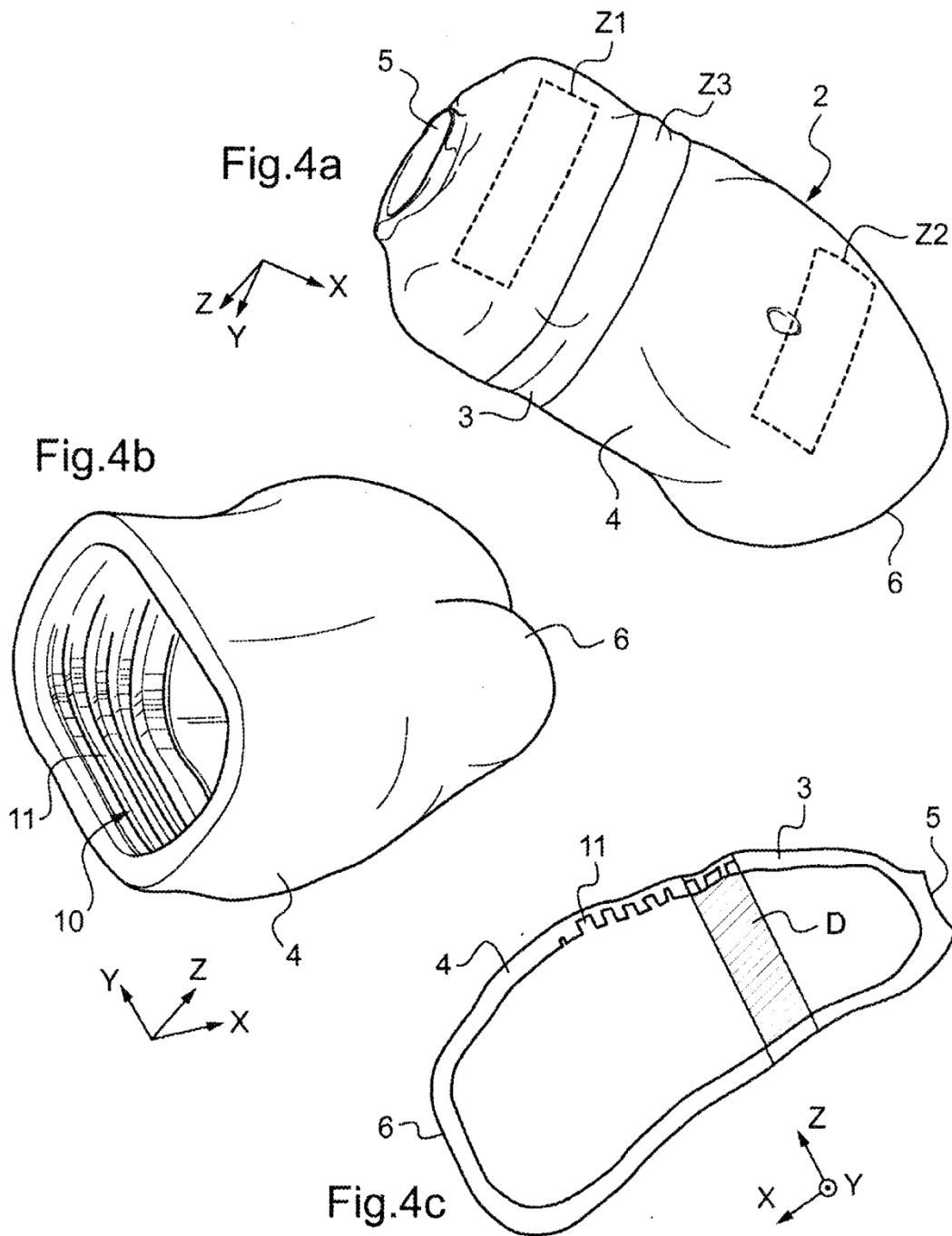


Fig.4d

	Δx_{th} [mm]	Δz_{th} [mm]	$\left(\frac{\Delta z}{\Delta x}\right)_{th}$	Δx_{ab} [mm]	Δz_{ab} [mm]	$\left(\frac{\Delta z}{\Delta x}\right)_{ab}$	$\frac{\Delta x_{th}}{\Delta x_{ab}}$	$\frac{\Delta z_{th}}{\Delta z_{ab}}$
Objetivos	7,0	10,2	1,5	-3,8	3,4	0,9	-1,8	3,0
Modelo	7,0	11,3	1,6	-4,0	4,7	1,2	-1,8	2,4

