

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 232**

51 Int. Cl.:

G09B 23/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2020** **E 20158871 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2022** **EP 3723068**

54 Título: **Tórax y maniquí para la reanimación cardiopulmonar con aporte de CO₂ gaseoso**

30 Prioridad:

12.04.2019 FR 1903946

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

03.11.2022

73 Titular/es:

**AIR LIQUIDE MEDICAL SYSTEMS (100.0%)
6 rue Georges Besse
92160 Antony, FR**

72 Inventor/es:

**BADAT, BILAL;
RICHARD, JEAN-CHRISTOPHE y
HANNOUCENE, MANON**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 927 232 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).

DESCRIPCIÓN

Tórax y maniquí para la reanimación cardiopulmonar con aporte de CO₂ gaseoso

5 La invención hace referencia a un tórax artificial para un maniquí de reanimación, que se puede utilizar en particular durante una sesión de formación y/o una demostración de reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de compresiones torácicas sucesivas, y a un maniquí con forma humana que comprende un tórax artificial.

10 Muchas personas sufren paradas cardíacas cada año y muchas mueren por no ser atendidas rápidamente. Para aumentar sus posibilidades de supervivencia, se recomienda que reciban un masaje cardíaco de calidad.

De acuerdo con las recomendaciones internacionales del Consejo Europeo de Resucitación (CER), la RCP de calidad debe cumplir varios criterios, a saber:

- 15 • compresiones torácicas (CT) con una profundidad de aproximadamente 5-6 cm,
- una frecuencia de CT comprendida entre 100 y 120 compresiones por minuto (c/min),
- 20 • un cambio de masajeador cada 2 minutos aproximadamente,
- una relación entre la duración de CT y el tiempo total de reanimación, denominada fracción de RCP (Resucitación Cardiopulmonar para Reanimación Cardiopulmonar), que debe ser superior al 60% con el fin de aumentar las posibilidades de reanudación de la actividad cardíaca espontánea (RACS), y
- 25 • posiblemente ventilación mecánica en combinación con la CT.

30 Sin embargo, realizar un masaje cardíaco de calidad no es fácil y los socorristas que intervienen en caso de una parada cardíaca debe seguir una formación específica para aprender a realizar un masaje cardíaco eficaz, es decir, una reanimación cardiopulmonar (RCP) de calidad.

De hecho, si la CT no se realiza bien, las posibilidades de supervivencia del paciente disminuyen, mientras que, por el contrario, una CT eficaz favorece la circulación sanguínea artificial, sustituyendo la circulación espontánea, e induce movimientos torácicos que provocan la ventilación pulmonar del paciente y, por tanto, la eliminación del CO₂ por medio de los intercambios gaseosos pulmonares.

35 En la actualidad, durante la formación y/o la demostración de la reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de compresiones torácicas (CT) sucesivas, se suelen utilizar maniqués de reanimación equipados con un tórax artificial, en los que los socorristas pueden aprender y/o entrenarse para realizar una CT eficaz, es decir, de calidad, por ejemplo, los bomberos, el personal sanitario de los servicios de emergencia, el personal hospitalario, como por ejemplo médicos o enfermeras, o cualquier otra persona que pueda intervenir en caso de parada cardíaca.

40 Los maniqués de RCP disponibles en el mercado incluyen muchas funcionalidades y, en particular, permiten la supervisión de la calidad de las compresiones torácicas. Maniqués de este tipo se describen, en particular, en los documentos WO-A-2016/030393, WO-A-2018/127262, US-A-5.312.259 y EP-A-560440.

45 Sin embargo, ninguno de estos maniqués puede simular y medir el intercambio gaseoso durante la parada cardíaca, incluyendo el lavado o la limpieza de CO₂ de cada TC, para permitir una representación realista del intercambio gaseoso que se produce en los pulmones del paciente.

50 De hecho, un masaje cardíaco eficaz conduce a una mejor ventilación de los pulmones y, por tanto, a una mayor expulsión de CO₂, debido a un mejor intercambio gaseoso a nivel de los alvéolos y a una mejor circulación sanguínea, y a la inversa, un mal masaje genera una ventilación y/o una circulación limitadas o insuficientes.

55 Por lo tanto, es importante poder informar sobre dicho intercambio de gases, por ejemplo en una sesión de entrenamiento, para evaluar la calidad de la RCP.

60 El problema consiste, por tanto, en poder simular y medir los intercambios gaseosos, en particular el lavado del CO₂ durante cada CT, durante la utilización de un maniquí de reanimación, por ejemplo durante una sesión de formación y/o demostración de la reanimación cardiopulmonar, con el fin de mejorar la formación de los socorristas llamados a intervenir en los pacientes en caso de parada cardíaca, de manera que puedan realizar masajes cardíacos eficaces que tengan en cuenta también los intercambios gaseosos pulmonares del paciente.

En otras palabras, la invención tiene por objetivo proporcionar un tórax artificial para un maniquí de reanimación que permita modelizar la caja torácica y el compartimento pulmonar de un paciente en parada cardíaca con el fin de simular

la dinámica de los gases inducida durante el movimiento CT y los movimientos de ventilación artificial practicados por un socorrista.

La solución es entonces un tórax artificial para un maniquí de reanimación que comprende al menos un depósito de aire deformable que comprende un volumen interno que contiene aire y que comprende un primer orificio en comunicación fluida con el volumen interno, deformándose dicho depósito de aire deformable y saliendo al menos una parte del aire del volumen interno a través del primer orificio, cuando se ejerce una acción de compresión, directa o indirectamente, sobre dicho depósito de aire deformable, en particular una acción de compresión manual ejercida por un usuario, caracterizado por que comprende además una fuente de CO₂ que contiene CO₂ conectada de forma fluida al volumen interno del depósito de aire deformable para suministrar dicho volumen interno con CO₂ gaseoso. La presente invención hace referencia a un tórax artificial tal como se define en la reivindicación independiente 1, y a un maniquí de entrenamiento tal como se define en la reivindicación independiente 8, así como a la utilización del tórax artificial tal como se define en la reivindicación independiente 15.

De acuerdo con la forma de realización considerada, el tórax artificial de la invención puede comprender una o más de las siguientes características:

- comprende además, al menos un actuador que se puede accionar de forma manual por un usuario, cooperando dicho al menos un actuador con dicho al menos un depósito de aire deformable, de modo que cuando el usuario ejerce una acción de compresión manual sobre dicho al menos un actuador móvil, dicho al menos un actuador móvil actúa, directa o indirectamente, sobre dicho depósito de aire deformable para deformarlo, lo que permite expulsar al menos una parte del gas contenido en el mismo a través del primer orificio.
- comprende además al menos un dispositivo de retorno elástico que coopera con dicho al menos un actuador y/o con dicho depósito de aire deformable.
- comprende además al menos un dispositivo de retorno elástico que coopera con dicho al menos un actuador y/o con dicho depósito de aire deformable.
- dicho al menos un dispositivo de compresión elástico comprende un primer muelle.
- dicho al menos un dispositivo de retorno elástico comprende un segundo muelle.
- la fuente de CO₂ contiene CO₂ en un contenido superior al 5% en volumen, preferiblemente al menos el 50% en volumen, preferiblemente únicamente CO₂ (100% en volumen).
- la fuente de CO₂ contiene CO₂ en forma gaseosa.
- la fuente de CO₂ es un recipiente de gas a presión.
- la fuente de CO₂ es una botella de gas o cartucho recargable o de uso único.
- la fuente de CO₂ tiene un volumen inferior o igual a 50l, preferiblemente inferior o igual a 20l, aún más preferiblemente inferior o igual a 10l.
- la fuente de CO₂ contiene gas a una presión menor o igual de 300 bares absolutos, preferiblemente 200 bares absolutos o menos.
- la fuente de CO₂ está equipada con una válvula de suministro de gas del tipo válvula de grifo o válvula de grifo con regulador de presión integrado (RDI).
- la fuente de CO₂ se dispone para suministrar el volumen interno del depósito de aire deformable con CO₂ gaseoso con el fin de obtener una mezcla de aire/CO₂ en el volumen interno.
- el volumen interno del depósito de aire deformable es del orden de 2,5 a 3 litros (equivalente en agua) para representar con bastante exactitud el volumen pulmonar de referencia/final de espiración no forzada del paciente, también conocido como capacidad residual funcional (CRF).
- el depósito de aire deformable comprende una pared periférica en forma de fuelle, es decir, de acordeón.
- el depósito de aire deformable tiene un eje longitudinal (AA).
- el depósito de aire deformable está diseñado para deformarse a lo largo del eje longitudinal (AA).

- el depósito de aire deformable es de elastómero o similar.

La invención también hace referencia a un maniquí de entrenamiento, demostración, simulación o similar que comprende un pecho artificial de acuerdo con la invención.

5 De acuerdo con la forma de realización considerada, el maniquí de la invención puede comprender una o más de las siguientes características:

- 10 • comprende una envolvente externa con forma humana, en particular un tronco y una cabeza.
- la envolvente exterior está hecha de un polímero flexible o similar.
- 15 • comprende una cabeza con una boca provista de un orificio de gas en comunicación fluida con el volumen interno del depósito de aire deformable del tórax artificial.
- el orificio de la boca se conecta de forma fluida al depósito de aire deformable del tórax artificial mediante un conducto de gas o similar.
- 20 • el orificio de la boca se conecta de forma fluida al primer orificio del depósito de aire deformable.
- incluye medios para supervisar el CO₂.
- 25 • los medios de supervisión del CO₂ comprenden medios de medición del contenido de CO₂ y medios de procesamiento de señales.
- los medios de medición del contenido de CO₂ comprenden un sensor de CO₂ o capnómetro.
- 30 • los medios de medición del contenido de CO₂ se diseñan y/o configuran para realizar mediciones de la concentración de CO₂ en el gas procedente del depósito de aire deformable y suministrar una o varias señales de medición del contenido de CO₂ a los medios de procesamiento de señales.
- los medios de procesamiento de señales se configuran para procesar la(s) señal(es) de medición del contenido de CO₂ proporcionada(s) por los medios de medición del contenido de CO₂.
- 35 • el sensor de CO₂ se dispone en la configuración "corriente principal" (es decir, *mainstream* en inglés), en particular más cerca de la boca del maniquí o más cerca del depósito de aire deformable, es decir, preferiblemente más cerca del orificio del depósito de aire deformable, o incluso entre los dos.
- 40 • preferiblemente, el sensor de CO₂ se configura para realizar mediciones de forma continua de la concentración de CO₂ en el gas procedente del depósito de aire deformable, en particular del aire enriquecido con CO₂ mediante la adición de CO₂ procedente de la fuente de CO₂.
- los medios de procesamiento de señales comprenden una tarjeta electrónica.
- 45 • la tarjeta electrónica comprende al menos un microprocesador, preferiblemente un microcontrolador, que implementa uno o más algoritmos.
- el sensor de CO₂ forma todo o parte de un dispositivo independiente de medición y control.
- 50 • de forma alternativa, el sensor de CO₂ se conecta a la tarjeta electrónica.
- comprende además medios para mostrar, es decir, medios de visualización, por ejemplo, un visualizador o una pantalla de visualización, que permiten la visualización de una o varias informaciones, datos, representaciones gráficas, en particular valores o curvas de CO₂, u otros.
- 55 • la tarjeta electrónica se conecta eléctricamente a los medios de visualización, es decir, al visualizador.
- los medios de visualización se configuran para mostrar al menos una concentración o contenido de CO₂ en forma digital o analógica, en particular en forma de representaciones gráficas, como por ejemplo curvas, gráficos, etc.
- 60 • los medios de visualización se configuran para mostrar al menos una concentración de CO₂ (es decir, contenido) determinada y proporcionada por los medios de procesamiento de señales después de procesar

una o varias señales de medición del contenido de CO₂ proporcionadas por los medios de medición del contenido de CO₂.

- 5 • los medios de visualización comprenden una pantalla de visualización remota que se conecta a la tarjeta electrónica mediante un cable eléctrico o similar, por ejemplo, una pantalla de ordenador.
- comprende medios de control de liberación de CO₂ para controlar la adición de CO₂ al depósito de aire deformable y, por tanto, la formación de la mezcla de aire/CO₂ dentro de dicho depósito de aire deformable.
- 10 • los medios de control de la liberación de CO₂ comprenden uno o más sensores y medios de válvulas normalmente una o más electroválvulas.
- los medios de control de la liberación de CO₂ comprenden al menos un sensor configurado para evaluar la calidad de las compresiones torácicas (CT), en particular parámetros representativos de la CT, como por ejemplo la frecuencia de la CT, la amplitud de la CT, el retorno a la posición inicial durante la descompresión durante los ciclos de CT, la posición de las manos en el tórax...
- 15 • los medios de control de liberación de CO₂ se accionan mediante medios de conducción, preferiblemente los medios de conducción comprenden al menos una tarjeta electrónica.
- 20 • los medios de válvulas, normalmente una o varias electroválvulas, se disponen entre la fuente de CO₂ y el depósito de aire deformable para ajustar, establecer o regular la cantidad de CO₂ introducida en el depósito de aire deformable.
- 25 • los medios de válvulas se disponen en el recorrido del gas entre la fuente de CO₂ y el depósito de aire deformable, por ejemplo, en la línea de conducción de gas que conecta la fuente de CO₂ con el depósito de aire deformable, como por ejemplo una tubería de gas.
- los medios de control se configuran para actuar sobre los medios de válvula para ajustar o establecer la cantidad o el caudal de CO₂ suministrado al depósito de aire deformable en función de una cantidad de CO₂ seleccionada o (pre)establecida por el usuario, por ejemplo, por medio de un dispositivo mecánico de tipo válvula de grifo o similar.
- 30 • alternativamente, los medios de control se configuran para actuar sobre los medios de válvula en respuesta al menos a una señal suministrada por el sensor que se utiliza para evaluar la calidad de las CT (es decir, la frecuencia, la amplitud, etc.), a fin de suministrar automáticamente una cantidad o un caudal de CO₂ que sea función de dicha calidad de las CT.
- 35 • los medios de control se configuran para actuar en modo proporcional o todo o nada sobre los medios de la válvula.
- 40 • además, comprende medios de alimentación, como por ejemplo una batería (o baterías) o un enchufe y un cable para la conexión a la red eléctrica.
- 45 • los medios de alimentación se conectan eléctricamente a los diferentes componentes (por ejemplo, tarjetas electrónicas, sensores, visualizador, etc.) que necesitan ser alimentados para funcionar.

Además, la invención hace referencia también a la utilización de un tórax artificial de acuerdo con la invención o de un maniquí de acuerdo con la invención durante una sesión de entrenamiento, demostración o simulación de reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de compresiones torácicas sucesivas operadas sobre dicho tórax artificial o maniquí.

La invención se comprenderá mejor a través de la siguiente descripción detallada, realizada a título ilustrativo, pero no restrictivo, con referencia a las figuras adjuntas, entre las cuales:

55 La Fig.1 muestra de forma esquemática un tórax artificial de acuerdo con la invención, y

La Fig. 2 muestra de forma esquemática un maniquí que tiene un tórax artificial de acuerdo con la invención.

60 El dióxido de carbono (CO₂) desempeña un papel fundamental en la reanimación cardiopulmonar (RCP). De este modo, de acuerdo con las recomendaciones internacionales del Consejo Europeo de Reanimación (CER), se recomienda su supervisión durante la RCP por varias razones:

- 65 • la colocación correcta de la sonda endotraqueal durante la intubación,

- estimar la eficacia de las compresiones torácicas (CT),
- calcular la frecuencia respiratoria,
- 5 • detectar la reanudación de la actividad cardíaca espontánea (RACS),
- y ayudar al pronóstico del paciente.

10 Durante la RCP realizada en una persona en parada cardiopulmonar, con la aplicación de un masaje cardíaco, el CO₂ alveolar, que depende no sólo de las relaciones ventilación/perfusión pulmonar sino también de la cantidad de CO₂ generada por el metabolismo celular, representa un parámetro muy útil al socorrista, por ejemplo, para que un médico juzgue la eficacia de la RCP.

15 Una buena ventilación es crucial con el fin de eliminar el CO₂. De hecho, cuanto más eficaz sea la RCP, mayor será el caudal cardíaco generado por las CT y, por tanto, mayor será la cantidad de CO₂ suministrada a los pulmones. En los aparatos de ventilación mecánica, la supervisión del CO₂ se realiza mediante la medición del parámetro 2 (por End tidal CO₂, dióxido de carbono de final de la espiración) que refleja indirectamente el CO₂ alveolar.

20 El retorno venoso también es un elemento muy importante durante una RCP. Se debe a la presión intratorácica negativa (PIT) resultante de las fuerzas de retroceso del tórax durante la descompresión. La amplitud de esta presión negativa está influenciada principalmente por el retorno del volumen pulmonar a la capacidad residual funcional (CRF). La CRF corresponde al volumen de aire residual en los pulmones después de la espiración espontánea no forzada. En realidad, en el caso muy concreto de la parada cardíaca, la CRF es simplemente el volumen de aire en los pulmones cuando el paciente se desploma. Por lo tanto, el volumen pulmonar parece ser un elemento esencial en caso de RCP.

25 Un maniquí equipado con un tórax artificial permite reflejar de la manera más precisa posible los fenómenos fisiológicos importantes que a tener en cuenta durante una RCP, que tienen lugar en el tórax y el sistema respiratorio y, por tanto, simular de forma realista un paciente en parada cardiopulmonar, en particular durante una sesión de formación y/o una demostración de reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de compresiones torácicas (CT).

30 En el ámbito de la presente invención, se propone un maniquí equipado con un tórax artificial que está mejorado con respecto a los maniqués existentes, ya que permite tener en cuenta los intercambios gaseosos pulmonares, en particular para simular una cantidad de CO₂ expulsada por los pulmones del maniquí como resultado de las CT y, por tanto, ayudar a los socorristas que practican el masaje cardíaco enseñándoles a tener en cuenta este CO₂, en particular para determinar una RACS.

35 La Fig. 1 muestra de forma esquemática un tórax artificial 1 para un maniquí de reanimación de acuerdo con la invención, que permite simular y preferiblemente medir los intercambios de gases, en particular el lavado de CO₂ cada CT, por ejemplo, durante una sesión de formación y/o demostración de RCP con aplicación de CT, es decir, de un masaje cardiopulmonar.

40 El tórax artificial 1 comprende un depósito de aire deformable 2, por ejemplo, de material elastomérico o similar, que tiene un eje longitudinal (AA) y define un volumen interno 3 que contiene aire. Este depósito de aire deformable 2 puede tener forma de fuelle, es decir, una pared periférica 8 en forma de "acordeón" o similar. El volumen interno 3 del depósito de aire deformable 2 representa el volumen pulmonar de un paciente, también denominado capacidad residual funcional (CRF), y es del orden de 2,5 a 3 litros (aproximadamente 30 ml/Kg).

45 Además, el depósito de aire deformable 2 comprende un primer orificio 4 en comunicación fluida con el volumen interno 3 y está diseñado para deformar y expulsar al menos parte del gas que contiene a través del primer orificio 4, cuando un usuario, como por ejemplo un socorrista que aprende a dar masajes, ejerce directa o indirectamente una acción de compresión manual sobre el depósito de aire deformable 2, normalmente una compresión axial a lo largo del eje (AA), es decir, de arriba hacia abajo en la Fig. 1.

50 Preferiblemente, comprende además un actuador móvil 5, que se puede accionar de forma manual por el usuario, que coopera con el depósito de aire deformable 2 de modo que cuando el usuario ejerce una acción de compresión manual sobre este actuador móvil 5, éste actúa, directa o indirectamente, sobre el depósito de aire deformable 2 para deformarlo y expulsar gas del mismo por medio del primer orificio 4.

55 El actuador 5 puede ser, por ejemplo, una placa rígida o similar. Este actuador 5 simula realmente la caja torácica del paciente.

60 Con el fin de permitir los desplazamientos de arriba hacia abajo y viceversa del actuador 5 y las compresiones y descompresiones axiales (AA) del depósito de aire deformable 2, se proporcionan también uno (o más) dispositivos de compresión elásticos 6 y uno (o más) dispositivos de retorno elásticos 7 que cooperan con el accionador 5 y/o el depósito de aire deformable 2, cuyas fuerzas de resistencia y repulsión se eligen para reproducir las propiedades mecánicas del sistema respiratorio de una persona en parada cardíaca.

Preferiblemente, el dispositivo de compresión elástico 6 comprende un primer muelle, denominado muelle de compresión, y el dispositivo de retorno elástico 7 comprende un segundo muelle (o varios), denominado muelle de extensión. Ventajosamente, se disponen en el interior del volumen interno 3 del depósito de aire deformable 2, según se ve en la Fig. 1, es decir, en el interior del fuelle. Una arquitectura interna de tórax de este tipo es convencional y se conoce por el documento WO-A-2016/030393, al que se puede acudir para obtener más detalles.

De este modo, el o los muelles de compresión permiten crear una resistencia durante el masaje, es decir, durante cada CT aplicada por el socorrista sobre el actuador 5, es decir, a lo largo del eje (AA) en el sentido de arriba hacia abajo, mientras que el o los muelles de extensión crean una resistencia a la insuflación de aire, es decir, durante la duración de la relajación (es decir, sin CT) que sigue a una CT, durante el cual se puede establecer una ventilación mecánica, por ejemplo, con la ayuda de un aparato de ventilación asistida, también denominado ventilador médico, o de un globo de ventilación manual, también denominado BAVU, que permita insuflar aire al paciente.

De acuerdo con la invención, para poder simular y eventualmente medir los intercambios gaseosos, en particular el lavado de CO₂ durante cada CT, cuando se utiliza un tórax artificial de este tipo, en particular cuando se integra en un maniquí de reanimación según se ilustra en la Fig. 2, por ejemplo durante una sesión de formación y/o demostración de RCP, con el objetivo de mejorar la formación de los socorristas permitiéndoles realizar masajes cardíacos eficaces teniendo en cuenta también los intercambios gaseosos pulmonares del paciente, se proporciona una fuente de CO₂ 10 que contiene CO₂ gaseoso y que se conecta de forma fluida al volumen interno 3 del depósito de aire deformable 2, de manera que suministre este volumen interno 3 con CO₂ gaseoso y obtener una mezcla de aire/CO₂, que acto seguido se puede supervisar.

Más concretamente, el tórax artificial 1 para un maniquí de reanimación 20 de acuerdo con la invención suministrado por una fuente de CO₂ 10 de este tipo hace posible una modelización de la caja torácica y del compartimento pulmonar de un paciente en parada cardíaca con el fin de simular la dinámica gaseosa inducida durante los movimientos de CT realizados por el socorrista, en particular la expulsión de CO₂.

De hecho, el CO₂ que las CT suministran directamente a los pulmones del paciente durante el masaje cardíaco permite obtener una representación de la producción de CO₂ durante la RCP y, por lo tanto, es esencial poder simularlo durante el entrenamiento o similar en un maniquí de entrenamiento 20.

De acuerdo con la invención, el hecho de disponer de un volumen pulmonar realista, es decir, de 2,5 a 3 l de volumen interno 3, combinado con un suministro variable y constante de CO₂ procedente de la fuente de CO₂ 10 en el sistema respiratorio del tórax artificial 1 del maniquí 20 permite reproducir fielmente los intercambios gaseosos durante una parada cardíaca, es decir, la insuflación de aire que contiene oxígeno (O₂) durante la ventilación con insuflación de aire, y la expiración del gas rico en CO₂ durante cada CT debida al masaje cardíaco.

La fuente de CO₂ 10 es de forma ventajosa una pequeña botella de gas a presión, es decir, que tiene un volumen interno de 10 l o menos (equivalente de agua), por ejemplo, de 2 l a 5 l, y que contiene CO₂ puro (100%) o una mezcla de CO₂ con un gas portador, por ejemplo, un gas inerte, como el nitrógeno, a una presión menor o igual de 200 bar abs.

Según se ilustra en la Fig. 1, la botella de CO₂ 10, por ejemplo, de aleación de aluminio, está conectado de forma fluida al volumen interno 3 del depósito deformable 2 mediante un tubo flexible 11 que comunica con el volumen interno 3 por medio de un segundo orificio 9 que permite añadir CO₂ al volumen interno 3.

La botella de CO₂ 10 se equipa con una válvula de suministro de gas, por ejemplo, una válvula de grifo con un regulador de presión de gas integrado o similar, que permite reducir la presión del gas a una presión de trabajo del orden de unos pocos bares abs, por ejemplo, del orden de 1 a 4 bares abs.

Además, se proporcionan medios de control de liberación de CO₂ que permiten controlar la adición de CO₂ al depósito de aire deformable 2 y, por tanto, la formación de la mezcla de aire/CO₂ en el volumen interno 3 del depósito de aire deformable 2.

Los medios de control de liberación de CO₂ comprenden medios de válvulas 30, por ejemplo, una electroválvula pilotada, o un dispositivo mecánico ajustable de forma manual.

Los medios de válvulas 30 se disponen entre la fuente de CO₂ 10 y el depósito de aire deformable 2, normalmente en el recorrido del gas entre la fuente de CO₂ 10 y el depósito de aire deformable 2, por ejemplo, en la línea de conducción de gas 11, como por ejemplo una tubería de gas, que conecta la fuente de CO₂ 10 con el depósito de aire deformable 2, según se muestra de forma esquemática en la Fig. 1.

Ventajosamente, se prevén también uno (o varios) sensor(es) 32 configurado(s) para evaluar la calidad de las compresiones torácicas (CT), es decir, parámetros representativos de las CT, como por ejemplo la frecuencia de las

CT, la amplitud de las CT, el retorno a la posición inicial durante la descompresión durante los ciclos de CT, la posición de las manos en el tórax...

5 Preferiblemente, los medios de válvulas 30 se controlan mediante medios de control 31, preferiblemente una tarjeta electrónica que comprende uno o varios microprocesadores, preferiblemente un microcontrolador, para ajustar, establecer o regular la cantidad de CO₂ introducida en el depósito de aire deformable 2.

10 De acuerdo con una forma de realización, los medios de control 31 se configuran para actuar sobre los medios de válvula 30 en respuesta al menos a una señal del (de los) sensor(es) 32 que se utiliza(n) para evaluar la calidad de las CT (es decir, la frecuencia, la amplitud, etc.), para suministrar de forma automática una cantidad o un caudal de CO₂ que esté en función de la calidad de las CT.

15 De acuerdo con otra forma de realización, los medios de control 31 también se pueden configurar para actuar sobre los medios de válvula 30 para ajustar o establecer la cantidad o el caudal de CO₂ suministrado al depósito de aire deformable 2 en función de una cantidad de CO₂ seleccionada o (pre)establecida por un usuario.

En general, los medios de control 31 se configuran para actuar en modo proporcional o todo o nada sobre los medios de válvula 30.

20 Además, comprende medios de control de CO₂ que incluyen medios de medición del contenido de CO₂ 33, como por ejemplo un sensor de CO₂ o un capnómetro, y medios de procesamiento de señales 34.

25 Los medios de medición del contenido de CO₂ 33, es decir, el capnómetro, se diseña o configura para realizar mediciones de la concentración de CO₂ en el gas procedente del depósito de aire deformable 2, es decir, la mezcla de aire/CO₂, y para suministrar señales de medición del contenido de CO₂ a los medios de procesamiento de señales 34.

30 En la forma de realización mostrada en la Fig. 2, el sensor de CO₂ 33 se dispone en la configuración de "flujo principal" lo más cerca posible de la boca 25 del maniquí 20. Sin embargo, también se podría disponer lo más cerca posible del orificio de salida 4 del depósito de aire deformable 2, o incluso entre este orificio de salida 4 y la boca 25 del maniquí 20. El sensor de CO₂ 33 se conecta (por medio de 35) a los medios de procesamiento de señales 34, normalmente una tarjeta electrónica basada en microprocesador, preferiblemente un microcontrolador, que implementa uno o más algoritmos, para transmitirle las señales de medición del contenido de CO₂ procedentes de dicho sensor 33.

35 Los medios de procesamiento de señales 34 se configuran, a su vez, para procesar las señales de medición del contenido de CO₂ suministradas. Ellos cooperan con medios de exhibición o de visualización 36, como por ejemplo una pantalla de visualización de un ordenador o similar, para transmitir y mostrar en ellos una o más informaciones, valores, datos, representaciones gráficas, en particular valores o curvas de CO₂, o similares. En particular, los medios de visualización 36 se configuran para mostrar al menos una concentración o contenido de CO₂ de forma numérica o analógica, en particular en forma de representaciones gráficas, como por ejemplo curvas, gráficos, etc.

El enlace 37 entre los medios de procesamiento de señales 34 y los medios de visualización 36, que permite en particular la transmisión de datos u otra información, puede ser por cable o inalámbrico, por ejemplo, Wifi o Bluetooth.

45 Cabe señalar que las tarjetas electrónicas 31, 34 pueden ser una o más tarjetas electrónicas.

La Fig. 2 muestra de forma esquemática un maniquí 20 que comprende un tórax artificial 1 de acuerdo con la invención y los demás elementos mencionados anteriormente.

50 El maniquí 20 comprende, en esta forma de realización, una envolvente exterior que tiene la forma general de un cuerpo humano, con un tronco 24 y una cabeza 23. La envolvente 26 puede ser rígida o semirrígida, por ejemplo, de polímero, y puede estar recubierta de un tejido artificial flexible 27 que representa la piel. Preferiblemente, la cabeza comprende una cara que incluye una nariz, unos ojos y una boca 25 provista de un orificio de gas 22 conectado de forma fluida al volumen interno 3 del depósito deformable 2 por medio de un paso de gas 21, como por ejemplo un tubo, un conducto de gas o similar, y el primer orificio 4 del depósito 2.

55 El paso de gas 21 permite los intercambios gaseosos desde el depósito 2 hacia la boca 25 y el orificio de salida de gas 22 durante la CT y la conducción de gas en el sentido opuesto, es decir, hacia el depósito deformable 2 durante la insuflación de gas durante los periodos sin CT cuando el maniquí 20 se conecta de forma fluida a un dispositivo de ventilación artificial, como por ejemplo un ventilador médico o bien un BAVU, es decir, un globo autorrellenable con una válvula unidireccional (no mostrada)

60 El maniquí 20 de tórax artificial 1 de acuerdo con la invención se puede utilizar para la formación en la RCP, para una demostración de RCP, para un entrenamiento o cualesquiera otros propósitos, en particular para probar un dispositivo específico de RCP, con el objetivo de simular las vías respiratorias de una persona. De acuerdo con otras formas de realización, también puede comprender brazos y/o piernas.

Mediante un aporte controlado de CO₂ y un volumen interno 3 representativo de la capacidad residual funcional (CRF) de un paciente, un maniquí 20 de este tipo constituye un modelo fisiológico representativo de un paciente en parada cardiopulmonar (PCR).

5 De acuerdo con la invención, la adición de CO₂ al aire contenido en el volumen interno 3 del depósito 2 permite simular un buen y un mal masaje cardíaco, y por tanto reflejar y simular los mecanismos inherentes a la fisiología de la parada cardíaca. De hecho, in vivo, la supervisión del CO₂ expulsado durante las CT es un muy buen indicador de la calidad de las CT, así como de la circulación del paciente.

10 La adición de CO₂ se consigue mediante CO₂ gaseoso procedente de una fuente de CO₂ 10, como por ejemplo una pequeña botella o cartucho de CO₂, según se ha explicado anteriormente, que se puede integrar en la envoltura del maniquí 20, según se ilustra en la Fig. 2, o colocado en el exterior del maniquí 20.

15 Un tórax artificial 1 y/o maniquí 20 de este tipo de acuerdo con la invención se pueden utilizar durante una sesión de entrenamiento, demostración o simulación de reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de sucesivas compresiones torácicas operadas en dicho tórax artificial 1 o maniquí 20.

REIVINDICACIONES

1. Tórax artificial (1) que comprende al menos un depósito de aire deformable (2) que comprende un volumen interno (3) que contiene aire y que comprende un primer orificio (4) en comunicación fluida con el volumen interno (3), deformándose dicho depósito de aire deformable (2) y saliendo al menos una parte del aire del volumen interno (3) a través del primer orificio (4), cuando se ejerce una acción de compresión, directa o indirectamente, sobre dicho depósito de aire deformable (2), caracterizado por que comprende además una fuente de CO₂ (10) que contiene CO₂ conectada de forma fluida (11) al volumen interno (3) del depósito de aire deformable (2) para suministrar dicho volumen interno (3) con CO₂ gaseoso.
2. Tórax artificial de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende además al menos un actuador (5), que se puede accionar de forma manual por un usuario, que coopera con dicho al menos un depósito de aire deformable (2) de modo que cuando el usuario ejerce una acción de compresión manual sobre dicho al menos un actuador móvil (5), dicho al menos un actuador móvil (5) actúa, directa o indirectamente, sobre dicho depósito de aire deformable (2) para deformarlo.
3. Tórax artificial de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que comprende además al menos un dispositivo de compresión elástico (6) y/o al menos un dispositivo de retorno elástico (7) que coopera con dicho actuador (5) y/o con dicho depósito de aire deformable (2).
4. Tórax artificial de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fuente de CO₂ (10) contiene CO₂ con un contenido superior al 5% en volumen, preferiblemente al menos el 50% en volumen, preferiblemente únicamente CO₂ (100% en volumen).
5. Tórax artificial de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fuente de CO₂ (10) es un recipiente de gas a presión, en particular una botella de gas.
6. Tórax artificial de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fuente de CO₂ (10) se dispone para suministrar el volumen interno (3) del depósito de aire deformable (2) con CO₂ gaseoso para obtener una mezcla de aire/CO₂ en dicho volumen interno (3).
7. Tórax artificial de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que dicho al menos un dispositivo de compresión elástico (6) y/o dicho al menos un dispositivo de retorno elástico (7) se disponen en el interior del volumen interno (3) del depósito de aire deformable (2).
8. Maniquí de entrenamiento, demostración o simulación (20) que comprende un tórax artificial (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, preferiblemente dicho maniquí (20) tiene forma humana, en particular un tronco (24) y una cabeza (23).
9. Maniquí (20) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende una boca (25) con un orificio de gas (22) conectado de forma fluida al primer orificio (4) del depósito de aire deformable (2).
10. Maniquí (20) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende además medios de supervisión de CO₂ que comprenden medios de medición del contenido de CO₂ (33) y medios de procesamiento de señales (34).
11. Maniquí (20) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que los medios de medición del contenido de CO₂ (33) se diseñan y/o configuran para realizar mediciones de la concentración de CO₂ en el gas procedente del depósito de aire deformable (2) y suministrar una o varias señales de medición del contenido de CO₂ a los medios de procesamiento de señales (34), comprendiendo preferiblemente los medios de medición del contenido de CO₂ (33) un sensor de CO₂.
12. Maniquí (20) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende además medios de visualización configurados para mostrar una o varias informaciones, datos, representaciones gráficas, en particular valores o curvas de CO₂.
13. Maniquí (20) de acuerdo con las reivindicaciones 11 y 12, caracterizado por que:
- los medios de procesamiento de señales se configuran para procesar la(s) señal(es) de medición del contenido de CO₂ proporcionada(s) por los medios de medición del contenido de CO₂ (33), y
 - los medios de visualización se configuran para mostrar al menos una concentración de CO₂ determinada y proporcionada por los medios de procesamiento de señales (34), después de procesar una o varias señales de medición del contenido de CO₂ proporcionadas por los medios de medición del contenido de CO₂ (33).
14. Maniquí (20) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende además medios de control de liberación de CO₂ para controlar la adición de CO₂ al depósito de aire deformable (2) y la formación de la mezcla de aire/CO₂ en el volumen interno (3) del depósito de aire deformable (2).

15. Utilización de un tórax artificial (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 o de un maniquí (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 14 durante una sesión de entrenamiento, demostración o simulación de reanimación cardiopulmonar (RCP) con aplicación de compresiones torácicas sucesivas operadas sobre dicho tórax artificial (1) o maniquí (20).

5

[Fig. 1]



