

PATENTE DE INVENCION

APARATO TRANSPORTABLE DE FISIOTERAPIA ASISTIDA PARA MOVILIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUJETOS EXPUESTOS A REPOSO PROLONGADO

RESUMEN

La presente invención se refiere a un aparato de fácil transporte para la fisioterapia asistida en cuanto a la movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado, tanto en estado de conciencia como en estado de sedación o inconciencia, que comprende una estructura de soporte que reposa sobre el piso, por lo menos un brazo movable y por lo menos un sostén articulado de extremidad inferior, en donde cada sostén articulado de extremidad inferior cuelga de un brazo movable. El aparato según la invención permite la ejecución de diferentes movimientos (flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones de miembro inferior, entre otros) en diferentes direcciones (vertical, horizontal, diagonal), facilitando la ejecución de técnicas fisioterapéuticas como las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva y Kabat. Se ajusta a las condiciones del paciente como peso y longitud promedio del miembro inferior y permite automatizar funcionalidades como el tiempo y la velocidad del movimiento, la altura de elevación del miembro inferior, entre otras; asimismo, permite la incorporación de un reproductor de sonido añadir la presencia de música a la fisioterapia.

SECTOR TECNOLÓGICO:

La presente invención está relacionada con los aparatos de asistencia médica, en particular de asistencia en fisioterapia y asistencia al momento de movilizar las extremidades inferiores de un paciente humano.



ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN:

Son conocidas las complicaciones comunes asociadas a la estancia prolongada en la Unidad de Cuidados Intensivos (ICU por sus siglas en inglés), y en general a la inmovilización prolongada de un sujeto que por una o varias razones. Dentro de este conjunto de complicaciones se encuentran hipotensión ortostática, estasis venosa, reducción de los volúmenes pulmonares, deterioro del intercambio gaseoso, atrofia muscular, contracturas articulares, lesiones de nervios periféricos, zonas de presión, reducción en general de la salud y disminución de la calidad de vida, entre otros. Lo anterior contribuye directa o indirectamente con una mayor duración de la Ventilación Mecánica (VM), aumento de la estancia hospitalaria y reducción de la posibilidad de recuperación de los pacientes (Bourdin et al. 2010 citado en Charry et al. 2013).

Los sujetos expuestos a inmovilización prolongada deben ser sometidos a movilizaciones o terapias tempranas para disminuir el desarrollo de deficiencias y dificultades en su estado funcional, sobre todo en lo que respecta al funcionamiento de músculos y articulaciones. Dichas terapias son realizadas normalmente de manera manual por fisioterapeutas cuya labor los obliga a elevar extremidades inferiores humanas con pesos por encima del promedio que muchas veces son causados por la acumulación de líquido en alguno de los segmentos de la extremidad, el peso de un paciente en condiciones variables de obesidad, entre otros; esto sumado al hecho de que los pacientes en ocasiones presenten pérdida de fuerza se encuentran en estado de inconciencia. Todo lo anterior representa un trabajo físico demandante en el que el levantamiento y movilización de las extremidades inferiores se realiza en muchas ocasiones en posturas forzadas y de forma repetitiva, lo que a su vez se traduce en un riesgo para la propia integridad física del fisioterapeuta, pudiendo producir incluso serias condiciones de salud como lesión de los tejidos en los miembros superiores, dolor lumbar inespecífico, hernia discal, entre otras.

Si bien se han desarrollado aparatos para ejercicio pasivo, empleados principalmente para terapia física, algunos de ellos requieren que el sujeto esté consciente. Un ejemplo de esto se encuentra en la patente US5343856, que da a conocer una



máquina para el ejercicio pasivo de cuerpo completo, en el que se puede movilizar piernas, tobillos, brazos y torso; sin embargo, para su uso se requiere que el sujeto esté sentado, condición de difícil realización posible cuando se trata de un paciente que presenta estado de inconciencia o que se encuentra en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Así mismo, existen dispositivos para la terapia física de miembros inferiores como el divulgado en la patente US5211161, que expone un aparato en el que se pueden realizar movimientos pasivos como dorsal/plantar, valgus/varus, abducción/aducción; sin embargo, estos movimientos resultan limitados frente a la terapia que requiere un paciente con inmovilización prolongada.

Existen tratamientos físicos como las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF por sus siglas en inglés) y Kabat , que proporcionan una mayor eficiencia en el acercamiento al estado óptimo de salud del paciente con detrimentos asociados al estado de inmovilización prolongada; asimismo, dichas técnicas requieren la realización prolongada de movimientos diagonales repetitivos, movimientos para los que no existen aparatos de asistencia adecuados.

Adicionalmente, es costumbre que el personal de fisioterapia deba llevar consigo los implementos que empleará en la rehabilitación, para lo cual utiliza mesas de transporte y almacenamiento que generalmente no son seguras.

La presente invención proporciona un aparato transportable para la asistencia en la movilización y rehabilitación a sujetos expuestos a reposo prolongado, en estados tanto de conciencia como de inconciencia, que permite la ejecución de diferentes técnicas fisioterapéuticas como las técnicas PNF y Kabat, puesto que permite la ejecución de movimientos en diferentes direcciones (vertical, horizontal, diagonal), así como flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones de miembro inferior.

La presente invención presenta otra ventaja práctica en cuanto permite ajustar el compartimiento en el cual reposa la extremidad inferior del paciente de acuerdo al peso y longitud promedio de los segmentos de sus extremidades inferiores, así como



automatizar el movimiento y la velocidad del movimiento en determinado sentido, o en determinado conjunto de movimientos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un aparato de fácil transporte para la fisioterapia asistida en cuanto a movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado, tanto en estado de conciencia como en estado de sedación o inconciencia. El aparato según la invención comprende una estructura de soporte que reposa sobre el piso, por lo menos un brazo movable y por lo menos un sostén articulado de extremidad inferior, en donde cada sostén articulado de extremidad inferior cuelga de un brazo movable.

La estructura de soporte permite el acople de uno o más brazos movibles, preferiblemente dos; en donde el brazo movable, gracias a un mando de control electrónico, permite el movimiento del sostén articulado de extremidad inferior para la realización de diferentes movimientos (flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones de miembro inferior, entre otros) en diferentes direcciones (vertical, horizontal, diagonal), facilitando la ejecución de técnicas fisioterapéuticas como la técnicas PNF y Kabat.

El aparato cuenta preferiblemente con motores y actuadores que permiten el control de la posición del punto de cuelgue del sostén de extremidad inferior, haciendo posible que el usuario del aparato decida mover el punto de cuelgue en cualquiera de las dimensiones espaciales o automatizar dicha rutina; para dicho efecto el aparato cuenta preferiblemente con un mando de control que a su vez cuenta con un sistema operativo con el que el usuario se puede comunicar por medio de una interfaz usuario-máquina.

El sostén articulado de extremidad inferior comprende las secciones reposa-muslo, reposa-pierna y reposa-pie, en donde las secciones reposa-muslo y reposa-pierna se encuentran unidas mediante dos articulaciones de giro libre a lado y lado. Así mismo,



cada una de las secciones comprende elementos que permiten la fijación del miembro inferior del sujeto y elementos de vibración que complementan la terapia física del mismo.

El aparato transportable de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado se ajusta a las condiciones del paciente como peso y longitud promedio de los miembros inferiores y permite automatizar funcionalidades como el tiempo y la velocidad del movimiento, la altura de elevación del miembro inferior, entre otras. Así mismo, permite la incorporación de música en la terapia física del sujeto gracias a que opcionalmente cuenta con un sistema reproductor de música que puede reproducir archivos musicales en formato digital que se encuentren guardados en un dispositivo USB.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

La Figura 1 muestra la vista isométrica del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.

La Figura 2 ilustra la estructura de soporte (101) del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado según la invención.

La Figura 3 muestra el esqueleto estructural (20) del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado según la invención.

La Figura 4 ilustra el despiece de la estructura de soporte (101) del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.

La Figura 5 muestra el brazo movable (102) del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.



La Figura 6 ilustra el despiece del brazo movable (102) del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.

La Figura 7 muestra el sostén articulado (103) de extremidad inferior del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.

La Figura 8 ilustra el despiece del sostén articulado (103) de extremidad inferior del aparato transportable (100) de fisioterapia asistida para movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con los aparatos de asistencia médica, en particular de fisioterapia y asistencia al momento de movilizar las extremidades inferiores de un paciente humano.

El aparato transportable (100) para la asistencia en la movilización y rehabilitación de sujetos expuestos a reposo prolongado, ilustrado en la Figura 1, cuenta con una estructura de soporte (101) que reposa sobre el suelo; comprende además por lo menos un brazo movable (102), en donde de cada brazo (102) cuelga un sostén articulado (103) de extremidad inferior humana, en donde dicho sostén articulado (103) puede comprender elementos que vibren por medio de una alimentación eléctrica.

Tal como se representa en las Figuras 2, 3 y 4, la estructura de soporte (101) comprende un esqueleto estructural (20) al que van acoplados por lo menos dos esqueletos laterales (21) (22), en donde a cada uno de dichos esqueletos (21) (22) se puede acoplar uno o varios compartimientos (28) y una o varias mesas auxiliares (27). En una modalidad de la invención, la estructura de soporte (101) puede disponer de paredes de protección (25) externas en cualquiera de los esqueletos laterales (21)



(22) de tal manera que el esqueleto estructural (20) se encuentre protegido en las caras de dicho esqueleto estructural (20) que coinciden con las caras de los esqueletos laterales (21) (22).

El esqueleto estructural (20), ilustrado en detalle en la Figura 4 y comprendido por la estructura de soporte (101), comprende por lo menos dos patas (20C), que opcionalmente comprenden en su parte inferior por lo menos tres ruedas (30) organizadas de tal manera que la estructura de soporte (101) queda estable sobre un suelo plano.

Las áreas del esqueleto estructural (20) que, luego de incluir las estructuras laterales (21) (22), se encuentran de tal manera que se puede ver su interior, pueden estar recubiertas con láminas (23) (24) que completen el caparazón del esqueleto estructural (20), impidiendo así que el interior del esqueleto estructural (20) quede expuesto.

El esqueleto estructural (20), ilustrado en detalle en la Figura 4, comprende además por lo menos dos pasadores (20A) (20B) a través de los cuales debe pasar el eje (17B) del vástago diagonal (17) del brazo movable (102); dichos pasadores (20A) (20B) permiten que el brazo movable (17) sea soportado por la estructura de soporte (101); dichos pasadores (20A) (20B) permiten además que el eje (17B) se mantenga estable y en posición vertical, y en consecuencia, garantizando la fijación y la estabilidad del brazo movable (102).

Finalmente, el esqueleto estructural (20) puede comprender un sub-esqueleto base (20D) en donde se fija un motor (19) que va conectado mecánicamente al eje (17B) del brazo movable (102) de tal manera que dicho eje (17B) puede rotar sobre sí mismo.

La estructura de soporte (101) comprende además por lo menos una barra de agarre (26) acoplada en sus extremos a dos estructuras laterales (21, 22), a una altura de por lo menos 50 cm en sentido vertical, contando de abajo hacia arriba desde la



ubicación esperada del suelo. En la realización de la invención que comprende ruedas (30), las barras de agarre (26) facilitan el desplazamiento del aparato (100).

En una realización preferida de la invención, la estructura de soporte comprende dos barras de agarre (26); asimismo, comprende un compartimiento (28) acoplado a uno de los esqueletos laterales (21) (22) en donde se pueden guardar objetos, como los elementos y equipos que se usan en la asistencia terapéutica, sobre el cual se puede ubicar además una mesa auxiliar (27) que se encuentra dispuesta a la altura promedio de los codos de un ser humano cuando éste se encuentra erguido; sobre dicha mesa auxiliar (27) el usuario puede colocar equipos de rehabilitación u otros objetos de tal manera que puede disponer de ellos en el momento en que así lo requiera, garantizando así comodidad y fácil acceso a los equipos de trabajo, garantizando así mismo una mayor eficiencia al momento de trabajar en la rehabilitación de un paciente; asimismo, en la misma realización preferida de la invención, el otro esqueleto lateral (22) (21) tiene acoplada una pared de protección (25).

La disposición de los elementos en el aparato (100) permite que el punto de cuelgue del sostén articulado de extremidad inferior (103) se mueva en cualquiera de las tres dimensiones espaciales, es decir, tiene tres grados de libertad. Para lograr dicho efecto, el brazo movable (102) posee dos actuadores lineales (15) (18) que facilitan el movimiento adelante-atrás y el movimiento arriba-abajo del brazo movable (102) con respecto a la estructura de soporte (101), en donde dichos actuadores pueden cambiar respectivamente la posición del vástago horizontal (16) y del vástago diagonal (17) que conforman la estructura principal del brazo movable (102); asimismo, un motor eléctrico (19) facilita el giro del eje (17B) del vástago diagonal (17), de tal manera que dicho motor eléctrico (19) puede causar el giro del brazo movable (102) sobre su propio eje (17B).

Además, en la modalidad de la invención que comprende ruedas (30), éstas permiten que el aparato (100) se mueva en las direcciones adelante-atrás e izquierda-derecha, garantizando así, como se ha dicho, que el aparato (100) pueda ser transportado con facilidad por los usuarios del mismo.



Tal como se representa en la Figura 6, el sub-vástago diagonal (17A) del brazo movable (102) posee dos aletas planas en su parte inferior de manera que sobresalgan hacia el frente, esto es, hacia el punto de cuelgue del sostén articulado (103) de extremidad inferior, en donde dichas aletas poseen orificios de tal manera que un elemento de unión, e.g. un perno, puede pasar a través de ambas de modo que sostengan entre sí el actuador vertical (18); asimismo, dicho sub-vástago diagonal (17A) comprende dos aletas en su parte superior, en donde dichas aletas poseen orificios de tal manera que un elemento de unión puede pasar a través de ambas de modo que sostengan entre sí un vástago (16) que está dispuesto hacia el frente, esto es, en la misma dirección longitudinal que las patas (20C) de la estructura de soporte (101). El sub-vástago diagonal (17A) se une al eje cilíndrico (17B) por medio de una articulación, conformando el vástago diagonal (17).

El sub-vástago horizontal (16A) comprende un canal cilíndrico en su interior a través del cual se inserta un eje movable horizontal (16B), de tal manera que dicho eje movable (16B) sobresalga desde el sub-vástago horizontal (16A) y con distancia variable. La distancia que sobresale dicho eje movable (16B), con respecto al sub-vástago horizontal (16A), puede variar cuando cambia la posición del actuador lineal horizontal (15), dicha relación se realiza por medio de un acople mecánico que existe entre dicho eje movable (16B) y el actuador lineal horizontal (15). Asimismo, el sub-vástago horizontal (16A) comprende un par de aletas planas que sobresalen desde la parte superior de dicho sub-vástago horizontal (16A) y un par de aletas planas que sobresalen en la parte inferior de dicho sub-vástago horizontal (16A), en donde ambas instancias de dicho par de aletas, apunta hacia afuera de dicho sub-vástago horizontal (16A); asimismo, cada instancia de aleta, en ambos pares de aletas, posee por lo menos un orificio, preferiblemente distribuidos de manera equidistante o en su área central cuando solo está presente un orificio, de tal manera que uno o más elementos de unión, e.g. pasador o perno, pueden ser dispuestos de manera que atravesase dichos orificios; el par superior de aletas se dispone de tal manera que entre ellas se puede fijar una saliente, preferiblemente cilíndrica, presente en el actuador lineal horizontal (15); asimismo, el par inferior de aletas se dispone de tal manera que entre ellas se pueda fijar la parte superior del actuador lineal vertical (18). El sub-vástago horizontal (16A) contiene entonces un canal que permite el movimiento lineal del eje movable



(16B), el conjunto de sub-vástago horizontal (16A) y eje movable (16B) conforma el vástago horizontal (16).

El brazo movable (102), ilustrado en detalle en las Figuras 5 y 6, comprende el vástago horizontal (16) y el vástago diagonal (17), en donde dicho vástago horizontal (16) posee un extremo desde el cual sobresale el eje movable (16B) y un extremo que se puede acoplar por medio de una articulación de perno giratorio al vástago diagonal (17) en el extremo de dicho vástago diagonal (17) contrario a su eje (17B).

Las Figuras 7 y 8 ilustran el sostén articulado (103) de extremidad inferior, el cual comprende una estructura de agarre (11) que va acoplada en su parte inferior a dos láminas horizontales de soporte (10), en donde dicha estructura de agarre (11) comprende una barra en cuyo sector superior se ubican dos orificios que permiten ser atravesados por un pasador que atraviesa también una guía mecanizada (14) de tal manera que la guía (14) y la estructura de agarre presentan dicho acople mecánico; asimismo, dicha barra se encuentra soldada a una lámina con forma de U, en donde en dicha lámina con forma de U se ubican dos orificios centrales en cada una de sus sub-láminas paralelas, de tal manera que a cada lado dicha lámina en forma de U se acopla mediante un eje giratorio una lámina de soporte (10).

Las láminas de soporte (10) comprenden tres orificios, ubicados uno en cada extremo de dicha lámina (10) y el orificio restante en el centro de dicha lámina (10). Asimismo, la estructura de agarre cuenta con un orificio de igual tamaño en cada extremo de dicha estructura de agarre. Dos ejes de giro se disponen de tal manera que cada uno atraviesa uno de los orificios en la lámina en forma de U de la estructura de agarre (11) y al mismo tiempo atraviesa una de las láminas de soporte (10) creando una conjunción mecánica entre la estructura de agarre y cada lámina de soporte (10), en donde dichos ejes de giro quedan sujetos a cada conjunción mecánica, de tal manera que la lámina (10) puede girar con respecto a dicha estructura de agarre sin que dicha lámina (10) se salga de su respectiva conjunción mecánica.

Así mismo, en cada uno de los extremos de cada lámina de soporte (10), se crea una conjunción entre la lámina de soporte (10) y un elemento de cuelgue (9) por medio de



un eje giratorio que atraviesa la lámina de soporte (10) y el elemento de cuelgue (9), quedando cada arreglo lámina (10) – cuelgue (9) sujeto mediante conexión mecánica de tal manera que el elemento de cuelgue (9) puede girar y doblarse con respecto a su pivote en el extremo de la lámina de soporte (10) sin que el elemento de cuelgue (9) se salga de su respectiva conjunción mecánica. De manera que desde el par de láminas de soporte (10) cuelgan cuatro elementos de cuelgue (9).

El elemento de cuelgue (9) se selecciona de un elemento de cuelgue (9) rígido y un elemento de cuelgue (9) flexible; en una modalidad de la invención, el elemento de cuelgue (9) preferiblemente es flexible.

La disposición de los elementos en el sostén articulado (103), y en especial en el compartimiento articulado de extremidad inferior humana, hace posible que el sostén articulado (103) se ajuste a diferentes tamaños de extremidad inferior humana.

El compartimiento articulado de extremidad inferior comprende por lo menos dos pares de tubos cilíndricos (5), en donde cada tubo cilíndrico (5) contiene en su interior una varilla deslizante (4); dispuestas de tal manera que cada tubo cilíndrico (5) contiene una hendidura longitudinal a manera de riel que hace posible el acople de una aleta longitudinal que está presente en cada varilla deslizante (4). Dicha configuración permite que la varilla (4) pueda deslizarse dentro del tubo (5) sin que dicha varilla (4) gire sobre su propio eje; dicha configuración es la que por tanto permite que el sostén articulado (103) pueda ajustarse a diferentes longitudes de extremidad inferior humana.

Cada uno de los tubos cilíndricos (5) que conforma el par de tubos que sirve de exoesqueleto para la pierna del posible paciente (esto es, el par de tubos cilíndricos en la parte superior de la Figura 8), comprende orificios en los costados externos de sus extremos de tal manera que se permita el acople estático de una lámina lateral (6) en el costado externo de dicho tubo cilíndrico (5), en donde cada una de las instancias de dicha lámina lateral (6) debe presentar la misma longitud que los tubos cilíndricos (5) mencionados en este párrafo; así mismo, cada una de dichas láminas laterales (6)



debe presentar dos orificios a la misma distancia de sus extremos que los tubos cilíndricos (5), permitiendo así el acople mecánico de tubos (5) y láminas laterales (6).

Cada una de las láminas laterales (6) debe a su vez contener dos orificios extra, uno en el centro de dicha lámina lateral (6) y otro en el extremo de dicha lámina lateral (6) que se ubica más cercano al soporte reposa-pie (7), a una distancia suficiente como para que dicho orificio no tenga contacto con el orificio extremo mencionado en el párrafo precedente; en donde la presencia de cada uno de dichos orificios extra permite el acople mecánico con un elemento flexible de cuelgue (9).

El soporte reposa-pie (7) está conformado de una lámina con forma similar a un óvalo que tiene un área mayor al promedio de área de la planta de un pie humano; en donde dicha lámina va soldada a otro conjunto de láminas que, cuando un pie humano toca con su planta la lámina con forma similar a un óvalo, rodean completamente el pie de tobillo a tobillo, pasando por la parte de atrás de dicho pie humano. Dicho efecto puede, pero no se limita a, ser realizado con tres láminas planas; en una realización preferida de la invención, este efecto se logra gracias a la conjunción de cuatro láminas planas, haciendo que la parte trasera del pie de un posible paciente pueda reposar sobre dos láminas planas que se unen formando un ángulo obtuso, garantizando mayor comodidad para el posible paciente.

El conjunto de láminas que rodean el pie de tobillo a tobillo, comprendido en el soporte reposa-pie (7), comprende dos orificios, cada uno de los cuales se ubica en el área más cerca a los tobillos del posible paciente; dichos orificios van ubicados de manera coaxial a otros dos orificios que van ubicados en el costado interior de los extremos superiores de los tubos cilíndricos (5) superiores, de manera que el soporte reposa-pie (7) puede ser atornillado a los tubos cilíndricos superiores (5).

Asimismo, se implemente un retenedor de soporte reposa-pie (8), relacionado con una lámina en forma de U en cuyas sub-láminas paralelas contiene dos orificios que se disponen de manera coaxial con los orificios del soporte reposa-pie (7); de tal manera que la conjunción completa de orificios coaxiales es desde el interior hacia el exterior de los componentes: orificios de soporte reposa-pie (7), orificios de retenedor de



soporte reposa-pie (7) y orificios de tubo cilíndrico superior (5). En donde las tres piezas mencionadas se unen por medio de un tornillo u otra implementación de conexión estática.

Los tubos cilíndricos (5) superiores con sus respectivas varillas deslizantes (4), en conjunción con una banda flexible de reposo (3) y por lo menos dos bandas inferiores de agarre (1) y por lo menos una banda superior de agarre (2), conforman el compartimiento reposa-pierna.

Los tubos cilíndricos (5) inferiores con sus respectivas varillas deslizantes (4), en conjunción con una banda flexible de reposo (3) y por lo menos dos bandas inferiores de agarre (1) y por lo menos una banda superior de agarre (2), conforman el compartimiento reposa-muslo.

Cada banda inferior de agarre (1) y cada banda superior de agarre (2) están conformadas por un material flexible que contiene en sus extremos velcro u otro material que permite la unión y desunión reutilizable de los extremos de cada banda de agarre (1) (2), de tal manera que las bandas agarre (1) (2) pueden fijarse a los tubos cilíndricos (5). Cada banda superior de agarre (2), se ubica de tal manera que sujeta los dos tubos cilíndricos (5) exponiendo su cara externa en la misma dirección que en la que apunta el pie del posible paciente; asimismo, cada banda inferior de agarre (1), se ubica de tal manera que sujeta los dos tubos cilíndricos (5) exponiendo su cara externa en dirección contraria a la que apunta el pie del posible paciente humano.

La presencia de las dos bandas inferiores de agarre (1) permite la sujeción con ancho variable de la banda flexible de reposo (3); asimismo, la presencia de por lo menos una banda superior de agarre (2) de ancho variable, permite que muslo o pierna del posible paciente quede fijado a su respectivo compartimiento dentro del sostén articulado (103) de extremidad inferior. La unión y desunión reutilizable mediante velcro u otra implementación es la que permite el ancho variable en la sujeción proveída por las bandas inferiores de agarre (1) y por las bandas superiores de agarre (2).



El compartimiento reposa-muslo y el compartimiento reposa-pierna comprenden cada uno, como se ha dicho, por lo menos dos bandas inferiores de agarre (1), en donde cada una de dichas bandas inferiores de agarre (1) se ubica en cada extremo del compartimiento reposa-muslo y del compartimiento reposa-pierna. La mencionada disposición del par de bandas inferiores de agarre (1) hace posible que sobre ellas repose la banda flexible de reposo (3) que debe estar presente tanto en el compartimiento reposa-muslo como en el compartimiento reposa-pierna.

Cada una de las bandas flexibles de reposo (3) está relacionada con una forma rectangular y comprende por lo menos dos orificios rectangulares ubicados de forma paralela entre sí siendo su lado más largo tangente al lado más corto de dicha banda flexible de reposo (3). Asimismo, cada banda flexible de reposo (3) está constituida por un material antideslizante o contiene una capa antideslizante en su exterior de tal manera que se impide el deslizamiento en sus áreas de contacto con las bandas inferiores de agarre (1).

En una realización preferida de la invención, el compartimiento reposa-muslo comprende dos bandas superiores de agarre (1) y el compartimiento reposa-pierna comprende una banda superior de agarre (1).

El compartimiento reposa-pierna se encuentra sujeto, en su extremo contrario al soporte reposa-pie (7), a una articulación (31) de ejes giratorios que a su vez sujeta en un extremo el compartimiento reposa-pierna y en el otro extremo sujeta el compartimiento reposa-muslo.

El compartimiento reposa-muslo, junto con el compartimiento reposa-pierna, conforman el compartimiento articulado de extremidad inferior humana, cuando se encuentran unidos por medio de la articulación (31) de ejes giratorios.

El compartimiento articulado de extremidad inferior humana se cuelga de la estructura de agarre (11) por medio de por lo menos cuatro elementos flexibles de cuelgue (9); en donde cada uno de dichos elementos flexibles de cuelgue (9) presenta una conexión



mecánica en su extremo superior a uno de los extremos longitudinales del par de láminas de soporte (10) que se encuentran unidas a la estructura de agarre (11); asimismo, cada uno de dichos elementos flexibles de cuelgue (9) presenta una conexión mecánica en su extremo inferior a uno de los cuatro orificios presentes en el par de láminas laterales (6).

La invención puede comprender un conjunto de dispositivos que garantizan el control automatizado y la interacción usuario-máquina del aparato. Dicho conjunto de dispositivos comprende por lo menos un motor eléctrico (19); por lo menos un actuador lineal vertical (18); por lo menos un actuador lineal horizontal (15); por lo menos una guía mecanizada (14) y el mando de control electrónico (29); junto con los motores de vibración acoplables al sostén articulado (103) de extremidad inferior y otros elementos que permiten el correcto funcionamiento y comunicación electromagnética de todo el conjunto de dispositivos como cables, terminales de conexión, comunicación inalámbrica WiFi, Bluetooth, etcétera.

El motor eléctrico (19) se ubica dentro del esqueleto estructural (20) y se fija sobre un sub-esqueleto base (20D); este motor eléctrico (19) se ensambla mecánicamente al eje (17B) del vástago diagonal (17) del brazo movable (102), de tal manera que dicho brazo movable (102) puede girar sobre su propio eje (17B) de manera controlada gracias a la conexión que se crea entre el motor eléctrico (19) y el mando de control electrónico (29); asimismo, dicho motor (19) debe cumplir con los estándares NEMA y debe poseer un torque máximo no mayor a 5 Nm.

El actuador lineal vertical (18) comprende una saliente cilíndrica que sobresale hacia abajo en su parte inferior y que se ubica entre las aletas planas pertenecientes al sub-vástago (17A) del vástago diagonal (17) del brazo movable (102), dicha saliente cilíndrica permite la fijación del vástago diagonal (17) y el actuador lineal vertical (18) mediante un elemento de unión, por ejemplo un perno, que atraviesa dicha saliente cilíndrica y las aletas planas pertenecientes al sub-vástago (17A); asimismo, el actuador lineal vertical (18) se acopla mecánicamente en su parte superior al sub-vástago (16A) del vástago horizontal (16), dicho acople se realiza mediante un elemento de unión (12) que atraviesa dos aletas planas que están presentes en dicho



sub-vástago (16A), y en donde dicho elemento de unión (12) atraviesa también la parte superior del actuador lineal vertical (18); además, el actuador lineal vertical (18) cuenta con un recorrido de por lo menos 120 mm que permite subir y bajar el vástago horizontal (16) del brazo movable (102). El actuador lineal vertical (18) cuenta con una capacidad de carga de por lo menos 1000 N.

Así mismo, el actuador lineal horizontal (15) cuenta con una sección extensible que se fija mecánicamente al eje movable (16B) que hace parte del vástago horizontal (16), de tal manera que la sección extensible de dicho actuador lineal horizontal (15) y el eje movable (16B) queda dispuestos de manera paralela y apuntando en la misma dirección. Dicho actuador lineal horizontal (15) comprende una saliente cilíndrica en el sentido contrario a la ubicación esperada del eje movable (16B) y se ubica entre las aletas planas superiores del sub-vástago horizontal (16A); dicha saliente cilíndrica permite la fijación del sub-vástago horizontal (16A) y el actuador lineal horizontal (15) mediante un elemento de unión, por ejemplo, un perno, que atraviesa dicha saliente cilíndrica y las aletas planas pertenecientes al sub-vástago horizontal (16A).

La estructura de soporte (101) cuenta con un elemento de entrada de corriente que se ubica sobre la superficie de alguna de las láminas (23) (24) que conforman el caparazón del esqueleto estructural (20) o en la superficie de alguna de las paredes de protección (25).

El elemento de entrada de corriente va conectado a una fuente de poder regulada que es capaz de garantizar por lo menos un valor constante de tensión dentro del intervalo 5-120 VDC; en donde dicha fuente de poder se encuentra resguardada en el interior del esqueleto estructural (20), esto es, en el interior del caparazón conformado por las láminas (23) (24) (25), según la realización de la invención; asimismo, dicha fuente de poder alimenta un banco de baterías que cuentan con una tensión nominal apropiada según la fuente de poder que se utilice; en una realización preferida de la invención, dicho banco de baterías comprende baterías recargables. Dicho banco de baterías se ubica dentro del esqueleto estructural (20), y por tanto dentro del caparazón formado por las láminas de la misma (23) (24) (25), según la realización de la invención.



El mando de control electrónico (29) está compuesto de un procesador y diferentes elementos de hardware; un sistema operativo; y una interfaz usuario-máquina, e.g. una pantalla táctil, que permite al usuario controlar la posición de los actuadores lineales (15) (18) y la posición angular del eje (17B) del vástago diagonal (17) por medio de señales eléctricas direccionadas a los actuadores lineales (15) (18) y al motor eléctrico (19); asimismo, dicho mando de control electrónico (29) permite al usuario controlar el encendido y apagado de los motores de vibración que se ubican de manera opcional en el sostén articulado (103) de extremidad inferior humana. Dichas señales eléctricas serán transmitidas a través de cables eléctricos que conectan dicho mando de control electrónico (29) con los actuadores lineales (15) (18) y con el motor eléctrico (19).

El mando de control electrónico (29) puede ubicarse de manera que se acopla a alguno de los esqueletos laterales (21) (22) de la estructura de soporte (101); en una realización preferida de la invención, dicho mando de control electrónico (29) se encuentra dispuesto a una altura que supera la altura promedio de los codos de un ser humano cuando éste se encuentra erguido, pero que no supera la altura promedio a la que se encuentran los ojos de un ser humano cuando éste se encuentra erguido.

Las bandas inferiores de agarre (1) y las bandas superiores de agarre (2) pueden comprender bolsillos dentro de los cuales van ubicados motores de vibración que contribuyen a la rehabilitación de un posible paciente. Dichos motores de vibración pueden venir acompañados de baterías de alimentación e interruptores que también van dentro de dichos bolsillos o de elementos de conexión que van desde los motores de vibración hasta el mando de control (29) del aparato, que a su vez controla la alimentación eléctrica de dichos motores de vibración.

La presente invención también puede comprender un sistema reproductor de música, que preferiblemente hace parte directa del mando de control electrónico (29) y que se controla por medio del mismo; asimismo, el sistema reproductor de música puede reproducir archivos musicales en formato digital, que se encuentren guardados en un dispositivo USB. Para lograr dicha funcionalidad, el mando de control electrónico (29) cuenta con una entrada tipo USB.



Las figuras presentadas en esta descripción corresponden a propósitos meramente ilustrativos de la invención. Se da a entender que las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.

Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características aquí descritas pueden aplicarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bourdin, G., J. Barbier, J. F. Burle, G. Durante, S. Passant, B. Vincent, M. Badet, F. Bayle, J. C. Richard & C. Guerin (2010). The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. *Respir. Care*, 55, 400-7.

Charry, D., Lozano G. V., Rodríguez Y. P. (2013) Efectos de la movilización y sedestación progresiva temprana en la duración de la Ventilación Mecánica y estancia en UCI en el paciente crítico adulto - Informe final de Pasantía. Universidad Nacional de Colombia.

