

ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

DOI: <http://dx.doi.org/10.14482/sun.35.2.617.1>

## Diseño y desarrollo tecnológico de un dispositivo terapéutico para la rehabilitación física en el ámbito hospitalario

*Design and technological development of a therapeutic device for physical rehabilitation in a healthcare environment*

NATHALI CARVAJAL TELLO<sup>1</sup>, WILSON GONZÁLEZ MARMOLEJO<sup>2</sup>,  
ALEJANDRO SEGURA ORDOÑEZ<sup>3</sup>

Docente Programa de Fisioterapia Universidad Santiago de Cali. [nathali.carvajal00@usc.edu.co](mailto:nathali.carvajal00@usc.edu.co), [nathali.carvajal00@usc.edu.co](mailto:nathali.carvajal00@usc.edu.co) ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5930-7934>

Docente Programa de Fisioterapia Fundación Universitaria María Cano. [wilsongonzalezmarmolejo@](mailto:wilsongonzalezmarmolejo@fumc.edu.co), <http://fumc.edu.co/>, [fumc.edu.co](http://fumc.edu.co). ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8960-5801>

Docente Departamento de Ciencias Biomédicas Universidad Santiago de Cali. Docente Facultad de Salud. Escuela de Enfermería. Universidad del Valle. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Universitario del Valle. [alejandro.segura00@usc.edu.co](mailto:alejandro.segura00@usc.edu.co), [alejandro.segura00@usc.edu.co](mailto:alejandro.segura00@usc.edu.co) ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8925-22444>

**Correspondencia:** Nathali Carvajal Tello. Teléfono: 3183308401. [carvajaltellonathali@gmail.com](mailto:carvajaltellonathali@gmail.com)

## ■ RESUMEN

**Objetivos:** Diseñar un dispositivo terapéutico para la rehabilitación física en el ámbito hospitalario.

**Materiales y métodos:** Estudio de diseño tecnológico, en cuatro fases que comprendieron búsqueda de la literatura, selección de materiales, diseño y desarrollo del modelo terapéutico entre el período julio – diciembre de 2017.

**Resultados:** Como resultado se diseñó el modelo terapéutico, basado en la experiencia pedagógica y tecnología de rehabilitación.

**Conclusiones:** En conclusión, el diseño del modelo terapéutico facilita el trabajo de funcionalidad, fuerza muscular, capacidad aeróbica y elasticidad muscular con ejercicios adaptados para el ámbito hospitalario.

**Palabras clave:** Tecnología, rehabilitación, terapia física.

## ■ ABSTRACT

**Objectives:** The objective of the study was to create a therapeutic model for physical rehabilitation in the hospital setting.

**Materials and methods:** A technological design study was carried out, in four phases that included the search of the literature, the selection of materials, the design and the development of the therapeutic model in the period July - December 2017.

**Results:** As a result, designed the therapeutic model, based on pedagogical experience and rehabilitation technology.

**Conclusions:** In conclusion, the design of the therapeutic model facilitates the work of the function, muscle strength, recovery capacity and muscle elasticity with the exercises adapted for the hospital environment.

**Keywords:** Technology, rehabilitation, physical therapy.

## INTRODUCCIÓN

Las secuelas de las enfermedades crónicas y el reposo prolongado en cama de los pacientes hospitalizados conllevan a un deterioro en la calidad de vida, desacondicionamiento físico, secuelas neurológicas, adicionalmente mayor carga para los cuidadores, el sistema de salud y la sociedad en general (1). El propósito de la intervención fisioterapéutica es un factor determinante en el tratamiento integral de estas secuelas. La movilización temprana y la aplicación de ejercicio terapéutico disminuyen las complicaciones neurológicas y musculoesqueléticas, optimizan la oxigenación, y mejoran la función por el incremento de la capacidad aeróbica, la fuerza y la resistencia (2).

La tecnología ha sido una pieza fundamental para el desarrollo de estrategias de intervención en el área clínica; la ingeniería biomédica ha permitido articular estas áreas en pro del bienestar de la comunidad. Un dispositivo terapéutico se define como un instrumento, aparato o máquina que se usa para la prevención o el tratamiento de enfermedades, optimizando de esta manera las funciones motoras del paciente. La Organización Mundial de la Salud y sus Estados Miembros así lo han reconocido en varias resoluciones de la Asamblea Mundial de la Salud que resaltan la importancia de las tecnologías sanitarias, y en particular de los dispositivos médicos, para prevenir, diagnosticar y tratar dolencias, enfermedades y discapacidades y mejorar la salud y la calidad de vida (3).

La implementación de tecnología basada en rehabilitación ha aportado el diseño de herramientas terapéuticas que facilitan y promueven un mejor proceso terapéutico para los pacientes. Existen diferentes estrategias tecnológicas para la rehabilitación reportadas en la literatura como el MOTMed letto2; este equipo es utilizado para realizar movimiento de miembros superior e inferiores de forma pasiva mediante el empleo de un motor, con asistencia del mismo o de manera activa (4). Otro ejemplo es el NeReBot, dispositivo robótico para el miembro superior que puede ser usado fácilmente en la fase aguda de un infarto cerebral gracias a su portabilidad y uso al lado de la cama hospitalaria. El dispositivo se basa en el accionamiento de cables de transmisión directa: se utilizan cables de nylon accionados para sostener y mover el antebrazo del paciente, que se sujeta a una férula rígida (5). También dispositivos como el Advanced Dynamic ROM®, Dynasplint® y el Joint Active Systems, que son utilizados para mantener el rango de movimiento y disminuir las contracturas en articulaciones como la rodilla y el codo. El tiempo de uso depende de la tolerancia del paciente y los autores refieren que siempre deben ser combinados con fisioterapia convencional (6). A nivel nacional se encuentra el “Aparato transportable de fisioterapia asistida para

sujetos expuestos a reposo prolongado”, el cual es un equipo que ayuda a los fisioterapeutas en la movilidad de la parte inferior de los pacientes hacia los diferentes planos como flexión, aducción, rotación, que hacen parte de un protocolo de movilidad temprana (7).

En el ámbito hospitalario puede encontrarse dificultad para el empleo de recursos tecnológicos en la rehabilitación de los pacientes asociado a espacios físicos limitados, limitación en la adecuación de los equipos y la inseguridad en el uso de herramientas terapéuticas (8). La creación de un dispositivo terapéutico basado en tecnología biomédica, que facilite la adecuación portátil, adaptable y segura en diferentes espacios intrahospitalarios, permitirá trabajar en pro de prevenir y disminuir las secuelas asociadas al desacondicionamiento físico. El objetivo de este estudio fue diseñar un dispositivo terapéutico con su respectiva guía de manejo, para la rehabilitación física integral que se adapte tanto a las condiciones de infraestructura hospitalaria como a la situación clínica del paciente hospitalizado, cuyo estado se encuentre deteriorado por su condición de salud y las consecuencias de una hospitalización prolongada. A su vez, este dispositivo busca promover la realización de actividades terapéuticas encaminadas a prevenir y mejorar la capacidad aeróbica, la movilidad, la fuerza muscular y en general a evitar el deterioro físico y promover el acondicionamiento físico del individuo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipo de estudio:** Diseño tecnológico.

**Actividades y proceso:** El desarrollo del dispositivo terapéutico fue realizado durante el periodo julio - diciembre de 2017, en la Fundación Universitaria María Cano Seccional Cali, como parte de la práctica investigativa en el área clínica.

### Fase 1: Identificación de las necesidades / Definición estratégica

Teniendo en cuenta las necesidades de movilización de los pacientes hospitalizados y las condiciones de infraestructura hospitalaria se realizaron una serie de mesas de trabajo que involucraban actores estratégicos del ámbito hospitalario y académico (médicos hospitalarios, personal de enfermería, ingenieros biomédicos), con el objetivo de evaluar las capacidades existentes para el desarrollo del producto y cuáles deberían ser adquiridas, así como determinar factores relacionados con la sustentabilidad del proceso y la disposición final del producto.

## Fase 2: Especificaciones del dispositivo

Las necesidades de movilización de los pacientes y las mesas de trabajo con el equipo clínico dieron lugar a una serie de necesidades, las cuales se muestran en la tabla 1. En esta fase el grupo de trabajo le otorgó una calificación a cada necesidad según su importancia relativa (puntuación de 1 a 5), siendo el valor más alto el que se consideró más importante para tener en cuenta para la construcción del dispositivo.

**Tabla 1. Necesidades del paciente/personal clínico para el dispositivo de rehabilitación y su importancia relativa**

	Dispositivo	Necesidad	Importancia relativa
1	Equipo de movilización	Permita al paciente una actividad aeróbica	5
2	Equipo de movilización	Facilite al paciente realizar actividades de fuerza	3
3	Equipo de movilización	Se pueda graduar la resistencia para tener objetivos claros de prescripción de ejercicio	5
4	Equipo de movilización	Sea de materiales lavables para evitar la contaminación cruzada	5
5	Equipo de movilización	Se pueda plegar y que no ocupe mucho espacio	3
6	Equipo de movilización	Sus componentes se ajusten al espacio, las camas, la altura de las salas de hospitalización	4
7	Equipo de movilización	El equipo pueda facilitar las transiciones dentro y fuera de la cama del paciente	3
8	Equipo de movilización	El dispositivo sea estético con las salas de hospitalización	1
9	Equipo de movilización	Que tenga una vida útil larga	4
10	Equipo de movilización	Que permita un mantenimiento con herramientas sencillas o disponibles dentro del hospital	5
11	Equipo de movilización	Que se sea fácil de instalar	1
12	Equipo de movilización	Que sea seguro para el paciente y el personal que lo utilice	5
13	Equipo de movilización	Permite fácil reposición de piezas desgastadas	2

### Fase 3: Generación del concepto del dispositivo

Después de identificar un conjunto de necesidades de clientes y establecer especificaciones objetivo del producto, el grupo de trabajo se encontró con las siguientes preguntas:

- ¿Qué equipos ya existentes, si los había, se podrían adaptar con éxito para este nuevo diseño?
- ¿Qué nuevos conceptos podrían satisfacer las necesidades y especificaciones establecidas?

Para la generación del concepto se utilizó el método de 5 pasos descrito por Karl T. Ulrich. Steven D y Eppinger (9).

1. **Aclarar el problema:** Se realizó una descomposición del problema en sub-problemas críticos de acuerdo con las necesidades descritas en la tabla 1. Lo que permitió al grupo de trabajo transformar necesidades en especificaciones del dispositivo:

- a) Cicloergómetro de miembros superiores con resistencia graduable.
- b) Sistema de resistencia elástica con diferentes niveles: suave (Amarillo), resistencia Media (Rojo), resistencia Fuerte (Verde), resistencia Extra-Fuerte (Azul).
- c) Dispositivo elaborado en aluminio con cubierta de pintura epóxica que permite un lavado y desinfección, lo cual evita la contaminación cruzada.
- d) Dispositivo adaptable en altura y en su longitud horizontal, el cual se ajusta a espacios reducidos y permite su fácil almacenamiento.
- e) Masa total del dispositivo inferior a 15 kg, con un sistema rodachinas para un transporte versátil.

2. **Búsqueda externa:** Para lograr las especificaciones descritas se realizaron consultas a expertos, búsqueda de la literatura y “benchmark” (comparación de productos relacionados); esto se realizó de acuerdo con la experiencia personal de cada integrante del equipo y del conocimiento previo de profesionales idóneos que aportaron en la versión final del dispositivo.

3. **Búsqueda interna:** De las mesas de trabajo surgieron ideas creativas propias del conocimiento de los integrantes; se realizaron lluvias de ideas, medios gráficos y físicos en sesiones grupales en las que se eligieron las alternativas del concepto final. Solo los dispositivos más promisorios fueron investigados a cabalidad.

- 4. Exploración sistemática:** Este paso permitió evaluar los dispositivos de mayor viabilidad en términos de recursos económicos, versatilidad, funcionalidad y cumplimiento de los objetivos terapéuticos. Las sesiones de trabajo incluían evaluación de presupuestos (mano de obra, materiales, tiempos de manufactura) y el cumplimiento de las especificaciones determinadas previamente.
- 5. Reflexión sobre la solución y el proceso:** Este último paso fue realizado durante todo el proceso, consistente en una retroalimentación constructiva del equipo de trabajo en cada decisión tomada para la construcción del concepto final. La finalidad era obtener la mejor solución con la mejor costo-efectividad.

#### **Fase 4: Selección del concepto del dispositivo**

El método para la selección del concepto final del dispositivo terapéutico fue realizado por votación de los integrantes, basados cada uno principalmente por la intuición personal y la experiencia clínica y académica. En esta fase se dio inicio a la construcción del prototipo, se definieron los materiales y procesos de fabricación para cada una de las partes y subconjuntos del dispositivo, como también los sistemas de ensamble. Se realizó un cronograma de trabajo y se invirtieron los recursos económicos respectivos para la producción del prototipo. La comunicación entre el equipo fue esencial para garantizar la realización del prototipo de acuerdo con las exigencias de construcción. Cada decisión de inversión fue registrada en actas para su control y verificación.

#### **Fase 5: Construcción del prototipo /verificación y testeo**

El objetivo de esta fase consistió principalmente en corroborar si las estrategias y definiciones planteadas de forma inicial fueron trasladadas en forma correcta al producto. Teniendo en cuenta esto, se realizaron pruebas de funcionamiento, ensamblaje y almacenamiento del dispositivo. Estas pruebas fueron realizadas de forma intra y extrahospitalarias solamente por los integrantes del equipo; de esta forma, se pudieron verificar fallas en el funcionamiento y se realizaron los ajustes pertinentes para que se garantizara el cumplimiento a cabalidad de las necesidades planteadas en el inicio. Entre los materiales utilizados para su construcción se encuentran: rodachinas, pedales, tubos de aluminio, tornillos de ajuste con argolla, ganchos, disco, centros de marco y bielas de bicicleta, ejes, cuñas de disco, espigas de tenedor, pasa fundas, riata, guaya, agarraderas, llave de Allen, mangos de caucho y elásticos de diferentes resistencias: amarillo, rojo, verde y azul.

Estos materiales son empleados para el diseño de máquinas para gimnasio y cumplen con las características de seguridad, higiene y durabilidad para su uso en el ámbito clínico con los pacientes hospitalizados. Por último, se ajustaron los planos de construcción y ensamblaje final.

### **Criterios sugeridos para la utilización del dispositivo**

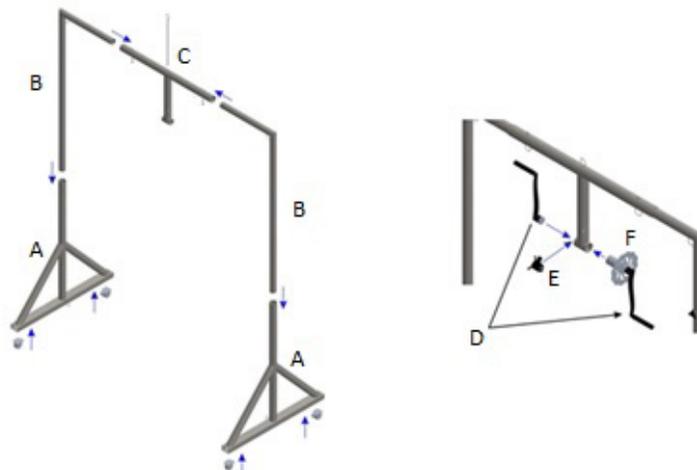
El diseño se planteó para ser implementado en pacientes que cumplan con los siguientes criterios: Sin signos de dificultad respiratoria, en estado afebril, hemodinámicamente estables, ubicados en sus tres esferas mentales, con movilidad funcional, con calificación muscular igual o mayor a 2 según escala de Daniels. Entre los criterios de exclusión para el uso del modelo se encuentran: disnea, taquipnea, entre otra dificultad respiratoria, espasticidad marcada, procesos infecciosos e inflamatorios en fase aguda, hemopatías graves, miocardiopatías descompensadas, tumores malignos, anquilosis articulares, fracturas recientes o pseudoartrosis y la no colaboración del paciente por trastornos mentales (10).

**Viabilidad ética y científica del proyecto:** De acuerdo con la Resolución 8430/1993, corresponde a una investigación sin riesgo, debido a que implica exclusivamente el diseño de una herramienta tecnológica para la rehabilitación física.

## **RESULTADOS**

El dispositivo terapéutico es una herramienta que permite optimizar la capacidad aeróbica del paciente, el fortalecimiento y la flexibilidad de los miembros superiores, inferiores y el tronco, mediante el uso de un cicloergómetro y el empleo de sistemas elásticos de diferentes resistencias. Cuenta con un sistema de altura graduable, lo que garantiza que el operario pueda trabajar con el paciente en posición supino, sedente y de pie.

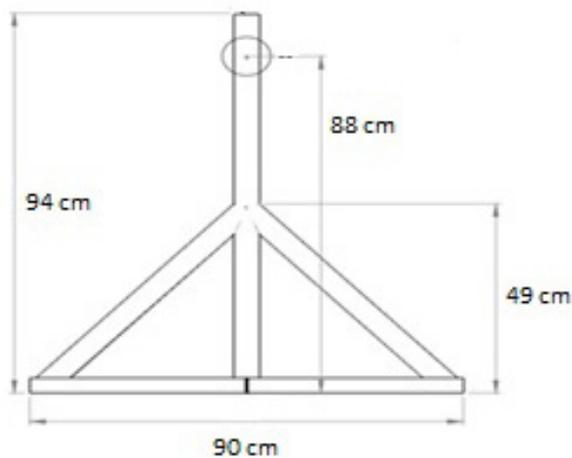
Es desarmable, para facilitar su movilidad y almacenamiento, consta de tres partes que se muestran en la figura I: “A” corresponde a la base, “B” soportes laterales, “C” base del cicloergómetro, “D” manivelas, “E” punto de anclaje del cicloergómetro y “F” plato del cicloergómetro. Tanto la base como los soportes cuentan con argollas que permiten el enganche de elásticos para trabajar ejercicios en planos diagonal y horizontal.



**Fuente:** elaboración propia (2017).

**Figura I.** Partes del dispositivo terapéutico

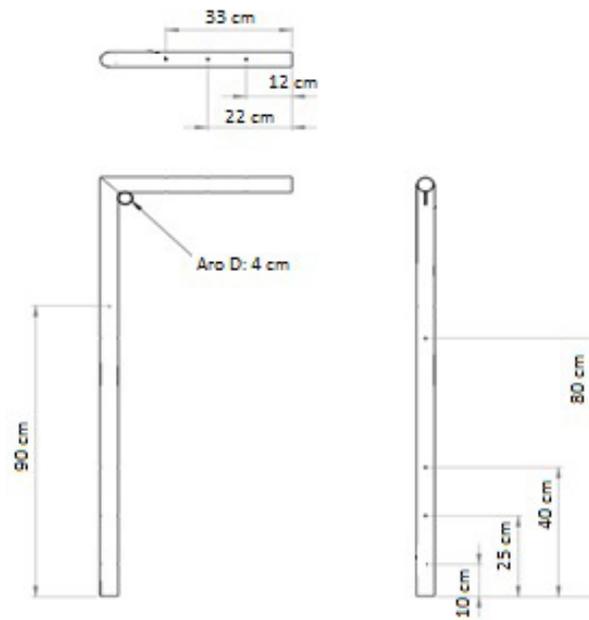
La figura II corresponde a las medidas de la base del dispositivo, cuya función es brindar estabilidad para la realización de los ejercicios terapéuticos. Cuenta con rodachinas para permitir su desplazamiento y frenos cuando se requiere dejar fijo.



**Fuente:** elaboración propia (2017).

**Figura II.** Bases del dispositivo terapéutico

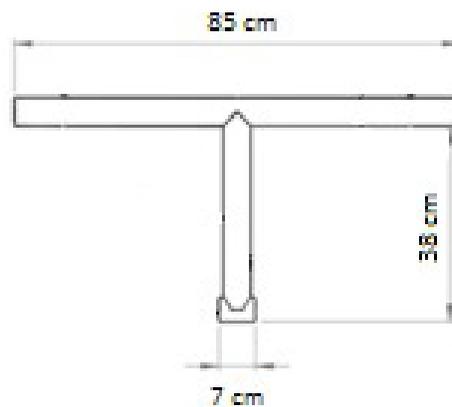
La figura III corresponde a dos soportes diseñados en forma de L, que se unen por la mitad con la base del cicloergómetro. Los soportes cuentan con agujeros a diferentes distancias para graduar la altura.



**Fuente:** elaboración propia (2017).

**Figura III.** Soportes del dispositivo terapéutico

La figura IV muestra las medidas de la base del cicloergómetro.



**Fuente:** elaboración propia (2017).

**Figura IV.** Base del cicloergómetro

El sistema cicloergometro fue construido con un sistema de plato y bielas de bicicleta, el cual consiste en un sistema propulsor que convierte el movimiento recíproco de las piernas o los brazos en un movimiento rotacional. A este mecanismo se le agregó un sistema de frenado graduado por una guaya, el cual ejerce una resistencia controlada de acuerdo con el nivel de tensión. El ajuste de la guaya se aumenta dependiendo el número de vueltas que se le dieran a una perilla localizada en uno de los soportes laterales del dispositivo. De esta manera, la resistencia al movimiento rotacional del cicloergometro es graduada de forma objetiva. El diseño final del dispositivo terapéutico se observa en la figura V, en donde se articulan las partes base, soportes y base del cicloergómetro. Además del empleo de elasticos para el entrenamiento de fuerza y resistencia.



**Fuente:** elaboración propia (2017).

**Figura V.** Diseño final dispositivo terapéutico

## DISCUSIÓN

La experiencia pedagógica de construcción de un dispositivo terapéutico para la rehabilitación en el ámbito hospitalario permitió pensar en las necesidades específicas de los usuarios y a través de la experiencia y formación académica ofrecer una alternativa terapéutica basada en la tecnología en rehabilitación que diera respuesta a las necesidades de movilidad, fortalecimiento muscular, flexibilidad y al entrenamiento de la capacidad aeróbica de los pacientes hospitalizados. Según

Martínez y Rios, las denominadas tecnologías en rehabilitación hacen parte de las estrategias que facilitan la integración de la persona en situación de discapacidad, y su comprensión demanda aproximaciones conceptuales básicas sobre tecnología, ingeniería y salud (11). Lo anterior concuerda con Norland y cols (12), que mencionan que los fisioterapeutas deben mantenerse al día con los avances en tecnologías para proporcionar protocolos de rehabilitación adecuados y mejorar los resultados de intervención en los pacientes.

La implementación de biotecnología ha permitido a los clínicos mediante las intervenciones terapéuticas mejorar la movilidad, nivel de independencia y calidad de vida de los usuarios. Por su parte, Karla y colaboradores (13) argumentan que la terapia de gimnasio asistida robóticamente en la rehabilitación integral del paciente cerebrovascular fue más costo-efectiva que la terapia tradicional. Mientras, otro estudio (14) muestra el valor de los videojuegos integrados a los programas de tratamiento en terapia física, en donde el paciente puede hacer los ejercicios desde su casa. También la necesidad de proveer en línea información sobre el abordaje en fisioterapia en diferentes condiciones clínicas ha incrementado los proveedores de videos específicos en el área de la rehabilitación física (15).

Las dificultades de movilidad asociadas a la debilidad neuromuscular y las secuelas del desacondicionamiento físico de los pacientes hospitalizados en Cuidado Intensivo, pueden dificultar la implementación temprana de los programas de rehabilitación (16). Por lo que se hace necesario un cambio en la cultura para soportar la rehabilitación temprana, acompañado de recursos esenciales que ayuden a disminuir las barreras, como es el uso de la tecnología en rehabilitación. Sin embargo, el impacto potencial de la tecnología en la medicina física y la rehabilitación ha sido difícil de evaluar, debido a limitaciones potenciales como la escasez de recursos que se adapten a las áreas hospitalarias (17). Es por ello necesario un llamado a los profesionales que se dedican al campo de la rehabilitación a trabajar de manera multidisciplinar, conectando los conocimientos en salud con la bioingeniería. A su vez se requiere potencializar el desarrollo de procesos pedagógicos e investigativos en los que se busque la resolución de deficiencias evidenciables en la práctica profesional.

## CONCLUSIÓN

La planeación y construcción del dispositivo requirió el análisis desde la biomecánica, la física, la ergonomía, entre otros saberes conceptuales, a fin de dar respuesta a un desarrollo tecnológico en el ámbito de la rehabilitación. Se espera pueda generar un impacto significativo en los procesos de

rehabilitación de usuarios hospitalizados y, a su vez, fomentar procesos investigativos en el área de tecnología en rehabilitación.

### **Agradecimientos**

A la Fundación Universitaria María Cano y su grupo de investigación Fisioter. A la Universidad Santiago de Cali y su grupo de investigación Salud y Movimiento por brindar la asesoría académica en la realización del proyecto investigativo.

**Financiación:** Recursos propios

**Conflicto de Intereses:** Se declara no tener conflicto de intereses ni fuentes de financiación.

## **REFERENCIAS**

1. Lipshutz AK, Gropper MA. Acquired neuromuscular weakness and early mobilization in the intensive care unit. *Anesthesiology*. 2013;118(1):202-15..
2. Engel HJ, Tatebe S, Alonzo PB, Mustille RL, Rivera MJ. Physical Therapist-Established Intensive Care Unit Early Mobilization Program: Quality Improvement Project for Critical Care at the University of California San Francisco Medical Center. *Phys Ther*. Julio 2013;93(7):975-85.
3. OMS. Formulación de políticas sobre dispositivos médicos: series de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. 2012. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501635\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501635_spa.pdf)
4. Nickels MR, Aitken LM, Walsham J, Barnett AG, McPhail SM. critical Care Cycling Study (CYCLIST) trial protocol: a randomised controlled trial of usual care plus additional in-bed cycling sessions versus usual care in the critically ill. *BMJ open*. 2017; 7(10): e017393. doi:10.1136/bmjopen-2017-017393
5. Masiero M, Armani M, Rosati G, Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: Focused review and results of new randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2011; 48(4), 355-66. Available at: <https://ezproxy.fumc.edu.co:2147/docview/872025981?accountid=31201>
6. McElroy MJ, Johnson AJ, Zywiell MG, Mont MA. Devices for the prevention and treatment of knee stiffness after total knee arthroplasty. *Expert Review of Medical Devices*. 2011; 8(1): 57-65. doi:<http://ezproxy.fumc.edu.co:2112/10.1586/erd.10.71>

7. Revista Dinero. La patente de una huilense para las salas de cuidados intensivos. (2019). Available at: <https://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/patente-de-movilizacion-para-salas-de-cuidados-intensivos/268895>
8. Hassett L, van den Berg M, Lindley RI, Crotty M, McCluskey A, van der Ploeg HP, et al. Effect of affordable technology on physical activity levels and mobility outcomes in rehabilitation: a protocol for the Activity and MObility UsiNg Technology (AMOUNT) rehabilitation trial. *BMJ Open*. 2016;6(6):e012074.
9. Ulrich KT, Eppinger SD. Diseño y desarrollo de productos. Quinta edición 2012.
10. Semino-Garcia L. Ejercicio terapéutico generalidades Medicina de rehabilitación. *Revista de rehabilitación cubana*. 2016. Disponible en: [www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=1029](http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=1029)
11. Martínez-Matheus M, Ríos-Rincón A. La tecnología en rehabilitación: una aproximación conceptual. *Rev. Cienc. Salud*. 2006; 4( Suppl 1 ): 98-108. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-72732006000300009&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732006000300009&lng=en).
12. Norland R, Muchnick M, Harmon Z, Chin T, Kakar RS, Topp KS. Opportunities for Regenerative Rehabilitation and Advanced Technologies in Physical Therapy: Perspective From Academia/Program Director's Response. *Phys Ther*. 2016; 04;96(4):550-559.
13. Bustamante Valles K, Montes S, Madrigal MdJ, Burciaga A, Martínez ME, Johnson MJ. Technology-assisted stroke rehabilitation in Mexico: a pilot randomized trial comparing traditional therapy to circuit training in a Robot/technology-assisted therapy gym. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2016;13(1):83.
14. Sherrie Glasser-Mayrsohn: Physical Therapy and Technology Partner to Improve Services Provided to Veterans. *NoticiasFinancieras*. 18 de febrero de 2013.
15. Health Care Technology Today. *PT in Motion*. Marzo 2010;2(2):34-39.
16. Desai S, Law T, Needham D. Long term complications of critical care. *Crit Care Med*. 2011; 39;371-379.
17. Greenfield B, Musolino GM, Technology in Rehabilitation: Ethical and Curricular Implications for Physical Therapist Education. *Journal of Physical Therapy Education*. 2012;26(2):81-90.