ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Rehabilitación de la mano con órtesis robóticas

Hand Rehabilitation with robotic orthosis

José Fernando Gómez Rendón, Juan David Moreno Arango, Gilberto Andrés Gil Henao, Jimena Becerra Velásquez, Carlos Humberto Orozco Téllez

RESUMEN

Introducción: Esta investigación corresponde a un estudio descriptivo de la innovación tecnológica robótica desarrollada en Colombia, aplicada al proceso de rehabilitación en pacientes con pérdida funcional de la mano posterior a eventos traumáticos.

Materiales y métodos: Se seleccionaron dos pacientes: un paciente con lesión medular cervical traumática nivel C6 y otro con rigidez postraumática secundaria a fractura de mano.

Resultados: Con el uso del exoesqueleto de mano en el paciente con lesión medular cervical mejoró la funcionalidad según escala DASH; además, disminuyó la intensidad del dolor y refirió mejoría de su autoestima y calidad de vida. En el paciente con fractura de mano, luego de un proceso de rehabilitación asistido por órtesis robótica se evidenció una recuperación funcional según escala DASH, igualmente mejoró los arcos de movilidad articular y disminuyó la intensidad del dolor según la escala visual análoga.

Discusión: Se concluye que con el uso de las órtesis robóticas se mejoró la funcionalidad de la mano y disminuyó el dolor en ambos pacientes.

Nivel de evidencia: El propósito del estudio es generar evidencia clínica (nivel III) de la utilidad de las órtesis robóticas en la solución de problemas de salud pública mundial relacionada con este tipo de discapacidad.

Palabras clave: exoesqueleto, órtesis robótica, escala DASH, escala EVA, escala ASIA

ABSTRACT

Introduction: This research corresponds to a descriptive study on innovation of robotic technologies developed in Colombia, applied to the process of rehabilitation in patients with functional loss of the hand due to traumatic events.

Materials and methods: two patients were selected: Patient with traumatic cervical spinal cord injury level C6 and patient with posttraumatic stiffness secondary to hand breakage.

Autores:

José Fernando Gómez Rendón,
Médico Fisiatra
Fundación Centro de Investigación
Biomédica, Electrónica y Robótica
en Manizales, F-CIBER-M317.

Juan David Moreno Arango,
Médico e ingeniero electrónico
Fundación Centro de Investigación
Biomédica, Electrónica y Robótica
en Manizales, F-CIBER-M317.

Gilberto Andrés Gil Henao,
Médico Ortopedista.
Cirujano de Mano
Fundación Centro de Investigación
Biomédica, Electrónica y Robótica
en Manizales, F-CIBER-M317.

Jimena Becerra Velásquez,
Fisioterapeuta
Fundación Centro de Investigación
Biomédica, Electrónica y Robótica
en Manizales, F-CIBER-M317.

Carlos Humberto Orozco Téllez,
Médico Epidemiólogo
Fundación Centro de Investigación
Biomédica, Electrónica y Robótica
en Manizales, F-CIBER-M317.

Correspondencia:
gomezjfd@gmail.com

Recibido:
21 de agosto de 2016

Aceptado:
11 de octubre de 2016

Conflictos de interés:
Ninguno

Results: Using the hand exoskeleton in patients with cervical spinal cord injury improved functionality according to the DASH scale, decreasing pain intensity and reported improvement of their self-esteem and quality of life. In the patient with broken hand after a rehabilitation process assisted by robotic orthotic, functional recovery was evidenced by DASH scale also improvement on arcs joint mobility and pain decreased intensity according to visual analog scale.

Discussion: We conclude that the use of robotic orthotic hand improved functionality and decreased pain in both patients.

Level of evidence: The purpose of the study is to generate clinical evidence (level III) of the usefulness of robotic orthosis in solving global public health problems associated with this type of disability.

Key words: Exoskeleton, Robotic orthosis, DASH scale, EVA scale, ASIA scale.

INTRODUCCIÓN

La discapacidad de la mano es una problemática de salud pública mundial¹, es causada frecuentemente por eventos traumáticos que afectan a la población más joven²⁻⁵, haciendo el costo económico del tratamiento, rehabilitación y pérdida de años de vida productiva muy elevado.^{6,7}

En Colombia el Departamento Nacional de Estadística DANE⁽⁸⁾ indicó en marzo de 2010 que contaba con 857.132 personas inscritas en el Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad RLCPD; de las cuales 257.904 personas (30,08%) manifestaron presentar dificultad para llevar, mover, utilizar objetos con las manos. En este grupo se encontraban en programas de medicina física y rehabilitación (10,5%), en fisioterapia (18,04%), y en terapia ocupacional (8,29%).

Las secuelas de los eventos traumáticos que ocasionan discapacidad de la mano requieren de un proceso de rehabilitación prolongado, por ello la rehabilitación busca evitar la aparición de discapacidad o el incremento de la misma, y lograr la mayor adaptación posible a las actividades de la vida diaria^{9,10}. Además, cuando no hay posibilidad de mayor recuperación debe ser posible el uso de nuevas tecnologías para mejorar la función.¹¹⁻¹⁶

¿Serán las órtesis robóticas una nueva alternativa para apoyar los procesos de rehabilitación pasiva y de asistencia en la manipulación de objetos? ¿Permitirán a los pacientes mayor funcionalidad en las actividades básicas y la posibilidad de seguir participando efectivamente en su entorno familiar y social?

MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio descriptivo de casos realizado en la ciudad de Manizales (Caldas), utiliza el exoesqueleto EMMRA-1¹⁷ y la órtesis robótica PRO-Dix II. Su propósito es describir las posibilidades en rehabilitación de estos equipos.

Se seleccionaron dos pacientes con diferentes patologías que causan pérdida funcional de la mano: uno con lesión medular cervical traumática a nivel C6, y otro con rigidez postraumática secundaria a fractura intrarticular compleja de la cabeza del segundo metacarpiano de mano izquierda. Figura 1.

Las especialidades médicas de cirugía de mano y fisiatría realizaron valoraciones para describir las secuelas traumáticas, valorar la funcionalidad, la intensidad del dolor y los arcos de movilidad. Se realizó intervención por fisioterapia para la rehabilitación funcional de

Figura 1. Radiografía posquirúrgica primer caso clínico.

la mano, complementada por ingeniería biomédica para la rehabilitación asistida por órtesis robóticas.

Los instrumentos utilizados fueron: historia clínica, escala DASH, escala visual análoga del dolor (EVA), y goniómetro. Los datos fueron tomados de las historias clínicas y analizados por epidemiología.

Este estudio fue financiado por la Fundación F-CIBER-M317, la cual no desempeñó ningún papel en el resultado de la investigación.

RESULTADOS

Primer caso clínico

Descripción clínica: Paciente femenina de 48 años, quien el 29/01/2012 presentó caída accidental por escalas que le ocasionó espondilolistesis traumática de C5-C6, sufriendo lesión medular cervical traumática a este nivel, y requiriendo cirugía para estabilización de la columna cervical. Tuvo rehabilitación por fisioterapia en casa durante 3 meses, quedando con cuadriparesia con nivel motor y sensitivo C6, (ASIA A).

Dispositivo biomédico: El prototipo *EMMRA-1* consiste en un exoesqueleto de mano y muñeca con aplicaciones de rehabilitación y de asistencia en la manipulación de ob-

jetos. Cuenta con tres interfaces: órtesis-piel (guante de cuero y neopreno), órtesis pasiva (piezas de acrílico articuladas), órtesis activa (servomotores). El control es por módulo de reconocimiento de voz y electromiografía de superficie, es alimentado por una fuente conmutada con certificación para uso médico, y cumple con estándares de seguridad eléctrica y electromagnética.

Aplicaciones: El dispositivo cuenta con tres aplicaciones: programa de rehabilitación pasiva en casa, programa de asistencia en el control de la mano (abrir, cerrar, agarrar, soltar), y programa de asistencia en la manipulación de objetos (vasos, cucharas, frascos, lápices, y objetos didácticos). Figura 2.

Intervención: El 1 de abril de 2016 se ubicó el exoesqueleto en la casa del paciente y se entrenó a un familiar para instalar y retirar el equipo diariamente. La paciente ha utilizado los programas de rehabilitación pasiva y asistencia en la manipulación de objetos.

Resultados: Se encontró inicialmente una puntuación en la escala DASH de 83.33 y en la escala EVA de 3, luego de utilizar 2 meses el exoesqueleto mejoró la funcionalidad a 63.33 y disminuyó el dolor a 0. Además la paciente refirió mejoría de su autoestima y calidad de vida (Tabla 1).

Figura 2. Exoesqueleto EMMRA-1.

Tabla 1. Mediciones funcionalidad y dolor a la paciente con lesión medular cervical nivel C6.

Variables (Escala)	Función (DASH)	Dolor (EVA)
Medición I (01/04/2016)	83.33	3
Medición II (01/06/2016)	63.33	0

Segundo caso clínico

Descripción clínica: Paciente masculino de 51 años, el 02/11/2015 presentó caída en motocicleta, sufrió fractura intra-articular compleja en la cabeza del II metacarpiano de mano izquierda. Se le practicó reducción abierta más osteosíntesis y recibió 10 sesiones de fisioterapia. Presentó como complicación rigidez articular en la MFP e IFP que le ocasionaron limitación funcional y dolor continuo.

Dispositivo biomédico: El prototipo *PRO-Dix* II consiste en una órtesis robótica para la rehabilitación del segundo y tercer dedos de la mano. Cuenta con tres interfaces: órtesis-piel (guante de cuero y neopreno), órtesis pasiva (piezas de acrílico articuladas), órtesis activa (servomotores). El control es programado por software, es alimentado por una fuente conmutada con certificación para uso médico que cumple con estándares de seguridad eléctrica y electromagnética. Figura 3.

Figura 3. Radiografía posquirúrgica segundo caso clínico,

Aplicaciones: El dispositivo permite la rehabilitación del II y III dedo de la mano; permite graduación del arco de movimiento articular y la potencia, las cuales son programadas por software.

Intervención: El 1 de abril de 2016 se inició proceso de rehabilitación con 15 sesiones de terapia física, como también inició terapia asistida con órtesis robótica 2 veces al día de lunes a viernes. Se realizaron valoraciones iniciales y a los dos meses de la escala DASH, escala EVA y medición arcos articulares con goniómetro. Figura 4.

Figura 4. Órtesis robótica PRO-Dix II.

Resultados: Se encontró inicialmente una puntuación en la escala DASH de 17.5 y en la escala EVA de 8, luego de utilizar 2 meses la órtesis robótica mejoró la funcionalidad a 2.5 y disminuyó el dolor a 1 (Tabla 2). Además, mejoró los arcos de movilidad articular de la MF de 20° a 50° y de la IFP de 72° a 90°. (Tabla 3).

Tabla 2. Mediciones funcionalidad y dolor del paciente con fractura del metacarpiano II en mano izquierda.

Variables (Escala)	Función (DASH)	Dolor (EVA)
Medición I (01/04/2016)	17.5	8
Medición II (01/06/2016)	2.5	1

Tabla 3. Mediciones de arcos de movimiento del metacarpiario II en mano izquierda del paciente con fractura de mano.

Variables (Grados)	MF (Grados)	IFP (Grados)
Medición I (01/04/2016)	20°	72°
Medición II (01/06/2016)	50°	90°

DISCUSIÓN

El estudio demuestra las aplicaciones potenciales de las órtesis robóticas en la rehabilitación y asistencia de pacientes con discapacidad de mano. Además, confirma la hipótesis de que esta tecnología complementa de manera eficiente el proceso de rehabilitación convencional en personas con pérdida funcional parcial o total de la mano.

Los ensayos clínicos que utilizan órtesis robóticas en pacientes con discapacidad de mano son escasos; todos son estudios descriptivos con bajo nivel de evidencia, que demuestran mejoría en la funcionalidad de pacientes con discapacidad de origen neurológico. A diferencia de ellos, este estudio también demuestra una recuperación funcional en paciente con lesión traumática medular y osteomuscular.

El estudio tiene la limitación de describir un número reducido de casos, sin embargo, tiene la fortaleza de demostrar las aplicaciones en rehabilitación y asistencia de esta innovación tecnológica, haciendo una medición objetiva de las variables de funcionalidad y dolor utilizando la escala DASH y la escala EVA respectivamente.

CONCLUSIONES

1. El exoesqueleto EMMRA-1 utilizado en el paciente con lesión medular cervical traumática le permite rehabilitación en

el hogar; el módulo de reconocimiento de voz le deja nuevamente controlar su mano para abrir y cerrar a voluntad, facilitando la prensión de objetos, mejorando la funcionalidad y disminuyendo el dolor crónico.

2. La órtesis robótica para el segundo dedo PRO-Dix II utilizada en el paciente con rigidez articular en posquirúrgico de fractura de mano, permite beneficios como aumentar los arcos de movilidad en la MF y en la IFP, mejorar la funcionalidad y la disminución del dolor.
3. Se confirma la posibilidad de un desarrollo tecnológico a nivel local con aplicaciones reales y prospectivas globales, para hacer más accesible la rehabilitación robótica tanto desde el punto de vista logístico como económico.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Locomotora de Investigación para el apoyo del desarrollo tecnológico de Colciencias se logró hacer el Prototipo EMMRA-1 en el año 2015.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses en este estudio.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado.

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

REFERENCIAS

- 1 WHO. World Health Organization, Word Report on Disability. 2011.
- 2 Gutenbrunner C, Abuchaibe S, Lugo LH, Escobar LM. Libro Blanco de Medicina Física y Rehabilitación en América Latina. Medellín - Colombia. 2012.
- 3 Van den Berg M.E.L. Castellote J.M. Mahillo Fernandez I. de Pedro Cuesta J. Incidence of Spinal Cord Injury Worldwide: A Systematic Review. *Neuroepidemiology*. 2010.
- 4 R A Cripps, B B Lee, P Wing, E Weerts, J Mackay and D Brown. A global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository for injury prevention. *Spinal Cord*. 2011.
- 5 NSCISC National Spinal Cord Injury Statistical Center. 2012 Annual Report. Complete Public Versión. UAB Medicine, SCIMS and NIDRR.
- 6 NSCISC National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal Cords Injury Facts and Figures at a Glance. February, 2013.
- 7 de Putter CE, Selles RW, Polinder S, et al. Economic impact of hand and wrist injuries: health-care costs and productivity costs in a population-based study. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(9):e56.
- 8 Colombia, Dirección de Censos y Demografía del DANE. Informe RLCPD. Marzo, 2010.
- 9 Gallagher KG, Blackmore SM. Intra-articular hand fractures and joint injuries: part II - therapist's management. In: Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, et al, editors. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 6th edition. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2011; p. 417-38.
- 10 Balaram AK, Bednar MS. Complications after the fractures of metacarpal and phalanges. *Hand Clin* 2010; 26(2):169-77.
- 11 Hayes, Inc. Medical Technology Directory. Continuous Passive Motion (CPM) Following the Micro fracture Procedure. Hayes Inc.: Lansdale, PA: June 14, 2011a.
- 12 Hayes, Inc. Medical Technology Directory. Mechanical Stretching Devices for the Treatment of Joint Contractures of the Extremities. Hayes Inc.: Lansdale, PA: August 8, 2011b.
- 13 Daniel V. Díaz, Silvia S. Moreno. Sistemas Inteligentes en Exoesqueletos de Rehabilitación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 2013;1(1).
- 14 Manuel A. Chávez y colaboradores. Exoesqueletos para potenciar las capacidades humanas y apoyar la rehabilitación. *Revista Biomédica*. Universidad CES, Medellín, Colombia. 2010;4(7).
- 15 Mozaffari F. M., Troncosi M., Parenti C.V., State of the art of Hand Exoskeleton Systems. *Università di Bologna*. 2011.
- 16 Won Hyuk Chang and Yun Hee kIM. Robot assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of Stroke*. Sep 2013;15(3): 174-181.
- 17 Moreno A, Juan. Moreno A, Julián. Prototipo Exoesqueleto de Mano y Muñeca con Aplicaciones de Rehabilitación y Asistencia EMMRA -1. *Iberdiscap* 2015; págs. 219.222.