

# Diseño y desarrollo de un exoesqueleto de rehabilitación para prevenir el codo rígido

Milos Kostić<sup>1</sup>, Borja Bonail<sup>1</sup>, Julius Klein<sup>1</sup>, Minja Belić<sup>2</sup>, Manuel Montejo<sup>1</sup>, Thierry Keller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TECNALIA Health, San Sebastian, Spain, [milos.kostic@tecnalia.com](mailto:milos.kostic@tecnalia.com)

<sup>2</sup> University of Belgrade, Belgrade, Serbia

Las fracturas se encuentran dentro de las principales causas de morbilidad identificadas, y específicamente las de codo presentan una alta incidencia. En este trabajo se propone desarrollar un dispositivo robótico, cuya función de movilización es realizada a partir de la transmisión de una potencia mecánica controlada y sincronizada con una activación muscular producida por un estimulador eléctrico neuromuscular adaptado de manera automática a cada uno de los pacientes.

## 1. Motivación

Las fracturas se encuentran dentro de las principales causas de morbilidad identificadas, y específicamente las de codo presentan una alta incidencia. Las fracturas cubito-radiales ocupan el tercer lugar en frecuencia, con una posibilidad elevada de presentar lesiones asociadas y secuelas. Complicaciones tales como las retracciones musculares y las contracturas son comunes. Estos problemas conllevan a periodos prolongados de rehabilitación, con el consiguiente incremento en los costes para los servicios de salud y la pérdida de días productivos para las personas afectadas por dichas lesiones. [1,2]

Una forma eficaz de evitar estas complicaciones es la movilización continua y precoz de esta articulación evitando estar limitada al tiempo de la sesión de fisioterapia [3]. Por otro lado, los problemas de dolor, atrofia y pérdida de controla motora se pueden ser bien atendidos por la estimulación eléctrica [4]. Por esta razón, se propone el diseño de un dispositivo robótico que pueda ser manejado por el paciente, además de por el fisioterapeuta, que permita la realización de ejercicios complementarios que faciliten la movilización del codo tanto en la clínica como en el hogar del paciente.

## 2. Diseño de la solución

Actualmente, la terapia física es generalmente considerada como el mejor recurso de tratamiento. El diseño de una solución alternativa requiere brindar al paciente un dispositivo que pueda ser manejado por el propio paciente para ejecutar un tratamiento indoloro, funcional y estable, que permita recuperar flexión y rango de movimiento.

Se propone desarrollar un dispositivo robótico, cuya función de movilización es realizada a partir de la transmisión de una potencia mecánica controlada y sincronizada con una activación muscular producida por un estimulador eléctrico neuromuscular adaptado de manera automática a cada uno de los pacientes.

## 3. Resultados

Se ha diseñado un diseño de la solución y se ha implementado un primer prototipo del sistema. El

dispositivo robótico cuenta con dos motores, dos tornillos sinfín que moverán un engranaje permitiendo el movimiento del mismo con dos grados de libertad simultáneamente: uno en rotación y otro en desplazamiento lineal. El movimiento de rotación permitirá la flexión y extensión del brazo para ganar rango de movimiento, mientras que el desplazamiento lineal permitirá realizar tanto (en función de la posición del brazo) tracción articular como tracción de tejido circundantes al codo para liberar adherencias.

## 4. Conclusiones

El dispositivo desarrollado proporciona una solución para la rehabilitación en algunos casos de fracturas de codo. Este prometedor sistema permite complementar el trabajo de los fisioterapeutas y realizar el tratamiento en el hogar. El prototipo actual del sistema ha sido validado en el laboratorio y la siguiente fase aborda su validación clínica. Se plantean pruebas de validación con varios pacientes en el hospital y actualmente se está diseñando el protocolo de experimentación, para obtener la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente.

## Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido cofinanciado por Diputación Foral de Gipuzkoa dentro del Programa

Red guipuzcoana de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017 en el proyecto UKONDO (EXP. 68/17).

## Referencias

- [1] Ward WT, Rihn JA. The impact of trauma in an urban pediatric orthopaedic practice. JBJS. 2006 Dec 1;88(12):2759-64.
- [2] Polinder S, Iordens GI, Panneman MJ, Eygendaal D, Patka P, Den Hartog D, Van Lieshout EM. Trends in incidence and costs of injuries to the shoulder, arm and wrist in The Netherlands between 1986 and 2008. BMC Public Health. 2013 Jun 1;13(1):531.
- [3] Ripel T, Krejsa J, Hrbacek J, Cizmar I. Active elbow orthosis. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2014 Sep 8;11(9):143.
- [4] Ojanguren, Eukene Imatz, et al. "Workshop on Transcutaneous Functional Electrical Stimulation." Emerging Therapies in Neurorehabilitation II. Springer International Publishing, 2016. 273-301.