

# Diseño de un sistema de rehabilitación del miembro superior para supervivientes de ACV

Lara Diaz de Greñu<sup>1</sup>, Hector Lozano<sup>1</sup>, Ainara Garzo<sup>1</sup>, Ana Bengoetxea<sup>2</sup>, Jon Arambarri<sup>3</sup>, Andrea Sarasola-Sanz<sup>4</sup>, Nerea Irastorza-Landa<sup>4</sup>, Julius Klein<sup>1</sup>, Cristina Rodríguez de Pablo<sup>1</sup>, Aitor Belloso<sup>1</sup>, Manuel Montejo<sup>1</sup>, Thierry Keller<sup>1</sup>, Ander Ramos-Murguialday<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TECNALIA Health, San Sebastian, Spain, [lara.diazdegrenu@tecnalia.com](mailto:lara.diazdegrenu@tecnalia.com), <sup>2</sup>Universidad del Pais Vasco Leioa, Spain,

<sup>3</sup>VirtualWare Labs Foundation, Basauri, Spain, <sup>4</sup>University of Tübingen, Tübingen, Germany

Los supervivientes de un Accidente Cerebrovascular con déficits en las extremidades superiores no recuperan totalmente su función, limitando la ejecución de actividades de la vida diaria impactando negativamente en su calidad de vida. Este trabajo propone desarrollar una plataforma de rehabilitación motora del miembro superior en supervivientes de ACV basada en el control mioeléctrico de un exoesqueleto y realizada en un entorno de realidad virtual para entornos tanto clínicos como para el hogar.

## 1. Motivación

De acuerdo a la Organización mundial de la salud 15 millones de personas en el mundo sufren de un Accidente Cerebrovascular (ACV) cada año [1], de los cuales 10 millones sobreviven. Los supervivientes de ACV con déficits en las extremidades superiores no recuperan totalmente su función, limitando la ejecución de actividades de la vida diaria impactando negativamente en su calidad de vida.

Para abordar este desafío proponemos desarrollar una plataforma de rehabilitación motora del miembro superior en supervivientes de ACV basada en el control mioeléctrico de un exoesqueleto y realizada en un entorno de realidad virtual para entornos tanto clínicos como para el hogar.

## 2. Diseño del sistema

Los dispositivos robóticos para la rehabilitación basados en juegos serios permiten llevar la terapia a los hogares, proporcionando una manera efectiva de intensificar la terapia, siendo este aspecto un factor clave para conseguir mejores resultados en la rehabilitación [2].

El sistema presentado en este trabajo introduce dos aspectos novedosos: por un lado, el control del exoesqueleto que incorpora la intención de movimiento obtenida a partir de la actividad muscular registrada, y por otro, la incorporación de una plataforma de realidad virtual que incluye juegos serios específicamente diseñados para ejecutar el protocolo de rehabilitación y las escalas de evaluación.

El punto de partida para el diseño del sistema es el protocolo de rehabilitación, que especifica la terapia a realizar con los pacientes, detallando la clase movimientos funcionales a realizar, los ciclos de repetición, la duración de los ejercicios, y las escalas de evaluación empleadas. El análisis del protocolo deriva en el diseño de 3 componentes principales:

(i) Diseño de los juegos: el diseño de los juegos está enfocado a realizar movimientos funcionales de la terapia y para ello tiene en cuenta múltiples aspectos como el tipo de gestos del miembro superior a reaprender, el número de repeticiones a realizar o la combinación idónea de feedback propioceptivo o visual para el usuario. Además el diseño también considera los aspectos motivacionales, niveles de dificultad y otros mecanismos de empoderamiento.

(ii) Diseño del dispositivo: el sistema incorpora el exoesqueleto ArmAssist[3] en su versión activa y un módulo de registro de la señal EMG. El diseño del sistema de control aborda la decodificación de movimientos a partir del EMG (extracción de sinergias musculares, filtrado de actividad involuntaria, auto-calibración) y el diseño de un lazo de control cerrado en tiempo real del movimiento del exoesqueleto.

(iii) Diseño del módulo de evaluación: el diseño del módulo para la interpretación clínica de los datos incorpora algoritmos de evaluación de pacientes basados en escalas usadas en la práctica clínica habitual (Fugl-Meyer, Ashworth, Berg,...) y también métodos para evaluar la evolución de los pacientes a partir de indicadores y parámetros de los juegos serios.

## 3. Conclusiones

El diseño planteado combina un exoesqueleto activo basado en control mioeléctrico con una plataforma de realidad virtual de juegos serios es una plataforma de rehabilitación novedosa que aborda problemas no resueltos señalados en la revisión [4]. El sistema se encuentra actualmente en fase de desarrollo e implementación, y el siguiente paso es la validación clínica de la plataforma.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado por el Gobierno Vasco en el programa ELKARTEK en el proyecto EXOTEK KK-2016/00083.

## Referencias

- [1] Mackay J, Mensah GA. The atlas of heart disease and stroke. World Health Organization; 2004.
- [2] Rodríguez-de-Pablo, Cristina, et al. "Post-stroke Robotic Upper-Limb Telerehabilitation Using Serious Games to Increase Patient Motivation: First Results from ArmAssist System Clinical Trial." *Advances in Neurotechnology, Electronics and Informatics*. Springer International Publishing, 2016. 63-78.
- [3] Tomić TJ, Savić AM, Vidaković AS, Rodić SZ, Isaković MS, Rodríguez-de-Pablo C, Keller T, Konstantinović LM. ArmAssist Robotic System versus Matched Conventional Therapy for Poststroke Upper Limb Rehabilitation: A Randomized Clinical Trial. *BioMed research international*. 2017 Jan 31;2017
- [4] Resquín, Francisco, et al. "Hybrid robotic systems for upper limb rehabilitation after stroke: A review." *Medical engineering & physics* 38.11 (2016): 1279-1288.