

Supresión del temblor por Estimulación Eléctrica Funcional

Juan Manuel Belda Lois*, Eduardo Rocón de Lima**, Silvia Mena del Horno*, José Laparra Hernández*, José Navarro García*, Juan Carlos González García*, Mercedes Sanchis Almenara*, M^a José Vivas Broseta*

*INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

**GRUPO DE BIOINGENIERÍA, CSIC

El temblor patológico es el trastorno del movimiento más frecuente. En muchos casos no tiene un tratamiento efectivo o bien los tratamientos existentes tienen efectos secundarios muy importantes. Por otra parte, la Estimulación Eléctrica Funcional es una metodología con una clara aplicación en el ámbito de la rehabilitación que permite el control de grupos musculares. El proyecto europeo TREMOR, en el que participa el Instituto de Biomecánica (IBV), trata de conseguir la supresión del temblor patológico mediante el control de la musculatura de la articulación afectada con Estimulación Eléctrica Funcional.

Tremor suppression by Functional Electrical Stimulation

Pathological tremor is the most common movement disorder. In many cases, pathological tremor does not have an effective treatment, or, existing treatments have strong side effects. On the other hand, Functional Electrical Stimulation is a well known methodology in the field of rehabilitation that allows the control of muscle groups. For these reasons, the FP7 European Project TREMOR, in which Instituto de Biomecánica de Valencia is participating, is trying to achieve tremor suppression by means of controlling the muscle groups of the trembling joint using Functional Electrical Stimulation.

INTRODUCCIÓN

El temblor patológico es el trastorno del movimiento más frecuente. Más del 5% de las personas mayores de 50 años tiene alguna forma de temblor patológico y en un 25% de los casos no existe un tratamiento efectivo.

La patología más frecuente del temblor es el *temblor esencial*, caracterizada por ser el temblor el único síntoma perceptible de la patología, por lo que, en este caso, disponer de un sistema capaz de suprimir el temblor patológico es especialmente adecuado.

El temblor, aunque por sí mismo no representa una amenaza para la salud, es muy discapacitante, dado que llega a interferir de forma importante en numerosas actividades de la vida diaria como comer, beber o afeitarse. Por este motivo, la supresión del temblor en otras patologías, como la enfermedad de Parkinson, también puede ser beneficiosa aunque no se trate de una terapia para la patología.

Ante esta situación, el proyecto europeo TREMOR, en el que participa el Instituto de Biomecánica (IBV), está explorando la viabilidad de utilizar la Estimulación Eléctrica Funcional (EEF) como sistema para la supresión del temblor patológico en los miembros superiores. La Estimulación Eléctrica Funcional es una metodología que permite la activación de grupos musculares mediante la aplicación de un campo eléctrico. Es ampliamente utilizada en rehabilitación y en programas intensivos de preparación física, aunque los equipos más sencillos se han popularizado como sistemas de gimnasia pasiva.

El proyecto TREMOR, dirigido por el grupo de Bioingeniería del CSIC, está estructurado en tres grandes fases:

1. Establecimiento de las necesidades de los usuarios y diseño conceptual del sistema.
2. Desarrollo de los componentes del sistema.
3. Validación del sistema y análisis de la viabilidad.

En el proyecto se ha concluido la fase 1, la fase 2 está cercana a su finalización y la fase 3 está todavía en su inicio.

La participación del IBV en la fase 1 ha consistido en la obtención de las necesidades de los usuarios y el establecimiento del diseño conceptual. En la fase 2 se ha desarrollado un modelo biomecánico para el control del movimiento mediante EEF y en la fase 3 se ha analizado la sensibilidad a la EEF de las patologías candidatas.

En este momento se están realizando las primeras pruebas de supresión del temblor. Los resultados se presentarán más adelante, en un número posterior de Revista de Biomecánica.

A continuación se describen los resultados más importantes alcanzados.

>

RESULTADOS ALCANZADOS

Diseño conceptual del sistema para la supresión del temblor

El objetivo de esta tarea es conocer los aspectos relevantes en el diseño de un sistema de EEF para la supresión del temblor con el objeto de que sea aceptable por las personas que lo padecen.

El diseño conceptual se ha realizado a partir de las necesidades de los usuarios potenciales. Para ello se realizó un grupo de discusión con participación de personas con temblor patológico y profesionales implicados en el tratamiento de estas patologías. Como resultado del grupo de discusión se estableció un mapa de restricciones de los aspectos de diseño críticos para que un sistema de supresión del temblor sea aceptable. A continuación, se realizó una serie de bocetos con posibles soluciones de diseño compatibles con las restricciones. Se contactó con el resto de socios del proyecto para conocer las posibilidades tecnológicas de los desarrollos. Se eligió un grupo de usuarios que, de manera individual, priorizara los diseños de acuerdo con sus preferencias (Figura 1) y con ello se determinaron los parámetros óptimos del diseño conceptual del sistema.



Figura 1. Usuario valorando cuatro alternativas de diseño.

Análisis de la sensibilidad a la EEF del colectivo target

Dado que valores altos de campo eléctrico pueden causar sensaciones molestas, el objetivo de este ensayo ha sido determinar los umbrales de tolerancia para distintos parámetros de EEF y distintas patologías candidatas.

Para la valoración de la sensibilidad al dolor se hizo un diseño de experiencias en el que se controlaban los parámetros de la frecuencia de estimulación, la intensidad, así como el lado en el que se aplicaba la estimulación (el flexor o el extensor), la patología del temblor y la acomodación a la estimulación, motivo este último por el que se pidió a los pacientes que realizaran las pruebas durante diferentes sesiones. Los resultados (Figura 2) muestran que el sistema no es el mejor candidato para los pacientes con ataxia cerebelar hereditaria debido a la especial sensibilidad a la estimulación eléctrica.

Sin embargo, el sistema sí puede considerarse adecuado para las personas con temblores esenciales y temblor por la enfermedad de Parkinson. La acomodación a la estimulación no ha resultado el parámetro más importante y se puede ver cómo la máxima intensidad tolerada por la muestra ha estado en promedio en torno a los 20 mA, lo que establece una nueva restricción de diseño al sistema.

Desarrollo de un modelo biomecánico de control del movimiento mediante EEF

El modelo biomecánico es necesario para poder activar la musculatura hasta el punto de suprimir el temblor, permitiendo al mismo tiempo el movimiento voluntario.

Con respecto a las pruebas de modelado biomecánico (Figura 3), se ha desarrollado una metodología que permite una buena predicción de la respuesta fisiológica del brazo a la estimulación. El modelo (Figura 4) se ha basado en modelos fisiológicos anteriores publicados en la bibliografía científica aunque, a

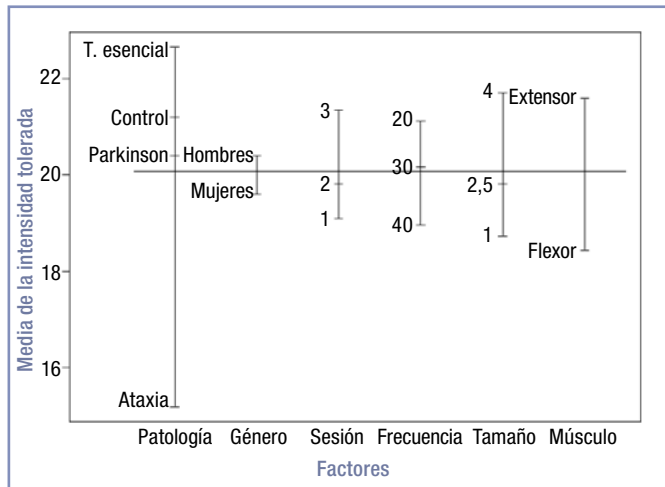


Figura 2. Resultados de sensibilidad a la Estimulación Eléctrica Funcional; menores valores implican mayor sensibilidad a la estimulación eléctrica. Puede apreciarse cómo, el grupo con ataxia es el que mayor sensibilidad presenta a la estimulación.

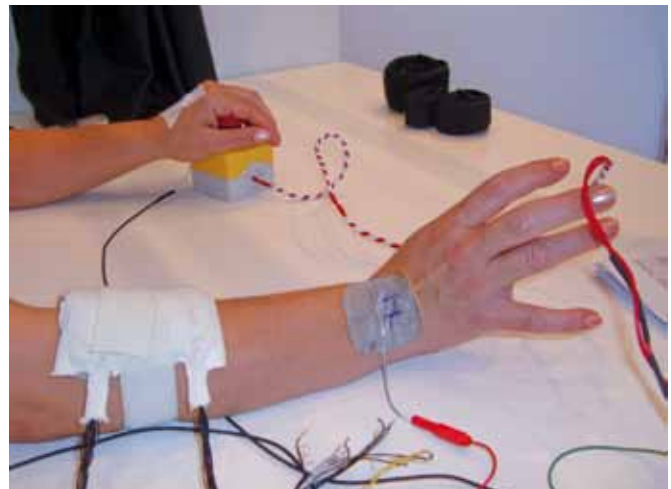


Figura 3. Pruebas de modelado biomecánico con el sistema de Estimulación Eléctrica Funcional.

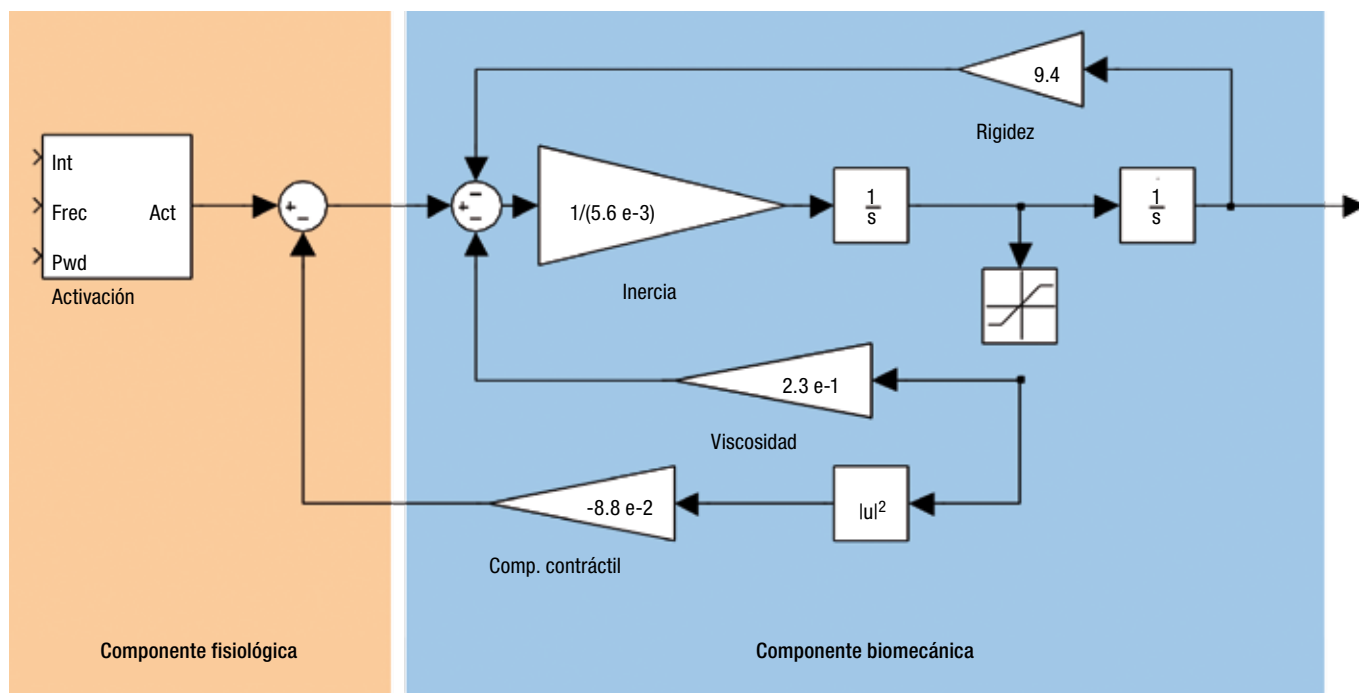


Figura 4. Modelo biomecánico identificado.

diferencia de aquéllos, éste permite ser identificado en bloque, es decir, se pueden obtener todos los parámetros del sistema de manera empírica, tanto los biomecánicos (inercia, viscosidad y rigidez), como los que establecen la relación entre las variables de estimulación y la activación de los grupos musculares estimulados. Por ello resulta especialmente adecuado para un sistema de supresión del temblor, dado que el tiempo de configuración del sistema puede ser muy bajo (del orden de segundos) mientras que los modelos biomecánicos para el control FES, publicados recientemente, requieren para su identificación procedimientos que pueden durar más de media hora.

CONCLUSIONES

La Estimulación Eléctrica Funcional es una técnica con un gran potencial en el ámbito de la Rehabilitación y la Autonomía Personal. Además, la utilización de la EEF para la supresión del temblor patológico de los miembros superiores puede ampliar su campo de aplicación.

Para que un sistema de estas características llegue a cubrir las necesidades de las personas que sufren temblor, debe ser capaz de reducir sus efectos, no interferir en los movimientos voluntarios, no producir dolor ni molestias y ser aceptado por los usuarios.

En el proyecto TREMOR se está valorando la viabilidad de la utilización de la EEF no sólo analizando la efectividad de dicha metodología, sino también estudiando el incremento en calidad de vida que aporta a las personas que lo utilizan.

De este modo, gracias al proyecto TREMOR, se espera desarrollar un sistema que cumpla todos los requisitos necesarios para mejorar la calidad de vida de las personas que padecen determinados temblores patológicos.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo sobre el que se fundamenta este artículo ha sido financiado con el apoyo del Proyecto Europeo de 7º programa marco TREMOR (ICT-2007 # 224051).

Agradecemos a la Asociación Valenciana de Parkinson su colaboración en el proyecto.