

SISTEMAS DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA FUNCIONAL PARA REHABILITACIÓN DEL SÍNDROME DE PIE CAÍDO EN EL PERÚ

Eduardo Toledo Ponce

El síndrome de pie caído es una patología que aqueja a muchas personas en todo el mundo. Afecta directamente la dorsiflexión del pie, disminuye la calidad de la marcha, limitando así su movilidad, aumenta el riesgo de caídas e incrementa el gasto energético durante el caminar. Sus causas pueden ser muy variadas, e incluyen trastornos neurodegenerativos del cerebro, que son el origen de problemas musculares como la esclerosis múltiple, la apoplejía y la parálisis cerebral; trastornos de las neuronas motoras, como la polio; ciertos tipos de atrofia muscular espinal y esclerosis lateral amiotrófica; lesión de los nervios raíces; trastornos de los nervios periféricos o neuropatía periférica; daño al nervio peroneo; y trastornos musculares, como la distrofia muscular.

Con la finalidad de restaurar la marcha normal en este tipo de pacientes se han desarrollado algunas ayudas biomecánicas y neuroprótesis, entre ellas, dispositivos de electroestimulación funcional (*functional electrical stimulation*,

FES), los cuales ayudan a restaurar el movimiento de dorsiflexión y pueden contribuir a restaurar la capacidad de los músculos y nervios implicados.

En la presente investigación se planteó implementar un dispositivo de estimulación eléctrica funcional que genere una señal eléctrica en forma de una onda cuadrada bifásica de amplitud modulada, de acuerdo con la necesidad del paciente. Esta permitiría enviar impulsos eléctricos de baja frecuencia (entre 18 Hz a 45 Hz) al nervio ciático poplíteo externo, el cual es responsable del movimiento de dorsiflexión del tobillo. Gracias a un sensor inercial (acelerómetro, giroscopio y magnetómetro) fue posible enviar estos impulsos eléctricos de manera coordinada con la marcha desarrollada por cada paciente, midiendo en cada momento el ángulo que desarrolla el miembro inferior, es decir, el ángulo desarrollado por la tibia y el peroné con respecto al eje vertical, durante la marcha.

El sistema desarrollado consta de una unidad de detección y una unidad de electroestimulación que consta de un

microcontrolador y un circuito de mando para la generación de la señal de estimulación. El dispositivo cuenta con botones de aumento y disminución de amplitud, así como un botón de encendido y apagado, y una barra de leds que indica el nivel de intensidad seleccionada, que puede variar de cero a diez.

Para la implementación del dispositivo se propuso utilizar componentes electrónicos disponibles en el mercado, de bajo consumo y que cumplen con la normativa de protección del medioambiente, con la finalidad de mitigar los riesgos asociados a la estimulación eléctrica de los pacientes. Asimismo, se diseñó una carcasa de plástico fabricada con impresora 3D y se seleccionaron los electrodos adhesivos de material adecuado.

Las pruebas llevadas a cabo con el dispositivo implementado han permitido determinar su potencial en aplicaciones clínico-terapéuticas. Un próximo trabajo hará posible la gestión de las certificaciones de seguridad eléctrica del dispositivo y las pruebas clínicas con pacientes de diferentes edades, contextura, sexo y grado de rigidez. ❖

“Se planteó implementar un dispositivo de estimulación eléctrica funcional que genere una señal eléctrica en forma de onda cuadrada bifásica de amplitud modulada, según la necesidad del paciente”.