

# Estimulación transcutánea; para una mejora funcional tras una lesión medular



**Hatice Kumru**  
Neuróloga especialista  
en neurofisiología  
Institut Guttmann



**Loreto García**  
Rehabilitación  
Institut Guttmann



**Mark Wright**  
Rehabilitación  
Institut Guttmann

*Las graves lesiones en la médula provocan la pérdida permanente o parcial de la capacidad de caminar y de la función de las manos en el caso de las lesiones cervicales. Durante toda la historia de la humanidad, lamentablemente, no existe ningún tratamiento o intervención para revertir el daño de la médula espinal.*

**M**ientras tanto, el tratamiento de las lesiones de la médula espinal se centra en prevenir posibles complicaciones y empoderar a las personas con una lesión medular para que puedan volver a tener una vida activa y productiva. Los métodos terapéuticos actuales se basan principalmente en volver a aprender las habilidades a través de la práctica repetida, con la expectativa de que esta práctica pueda

conducir a fenómenos de plasticidad. Desafortunadamente, existe poco potencial para la regeneración de las fibras motoras y sensitivas en la médula espinal después de una lesión medular (LM) en humanos, y se ha demostrado que los intentos para promover la regeneración de fibras dañadas tienen un efecto relativamente escaso. Así, a pesar de la inmediata disminución de actividad neural tras la lesión, en los últimos años se ha demostrado, tanto en humanos como en animales, la plasticidad de la médula espinal para reorganizar sus circuitos preservados, mejorando la conectividad del conectoma cerebro-médula y brindando oportunidades de mejoras funcionales.

En principio la neuroestimulación medular epidural es una forma de tratamiento bien conocido para el dolor crónico,

pero los estudios recientes de estimulación eléctrica epidural de la médula espinal han demostrado, en algunos casos, la recuperación de funciones motoras incluso en lesiones completas de la médula. Estos hallazgos recientes de la estimulación eléctrica epidural de la médula sobre la función motora son toda una novedad en la neurorrehabilitación, y se observan mejoras drásticas en la capacidad de la marcha o la ejecución de pasos mediante la activación de la médula en una lesión incompleta o completa en una etapa crónica.

Con el desarrollo de la estimulación transcutánea de la médula espinal, se han explorado varios enfoques en estimulación medular no invasiva para la rehabilitación de la recuperación motora y funcional después de una LM, que permiten opciones terapéuticas neuromoduladoras de última generación. Esta estrategia consiste en el suministro de una corriente eléctrica a través de dispositivos externos, con la intención de aumentar la excitabilidad

del circuito y/o inducir cambios plásticos en su conectividad intrínseca de la médula, promoviendo una mejora funcional en pacientes con LM. Dado que este tipo de estimulación es un método no invasivo y seguro, se puede aplicar fácilmente sin los riesgos y los costos asociados a los dispositivos implantados quirúrgicamente. Por lo cual, es una técnica prometedora para la rehabilitación de pacientes con LM, debido a su novedad, su efectividad y unos efectos secundarios mínimos.

Los estudios iniciales para el uso de la estimulación transcutánea de la médula espinal en la rehabilitación se centraron en la estimulación en un solo lugar de la médula espinal, siendo más común sobre la columna media inferior. Aunque se han encontrado resultados positivos de esta estimulación, ha habido una creciente evidencia que sugiere que la estimulación en múltiples puntos de la columna puede tener más efectividad.





*“En el ámbito de la investigación, la estimulación transcutánea de la médula espinal, nos permite acelerar y ampliar la aplicación de la neuromodulación en la médula para cualquier función motora después de una lesión medular.”*

En el ámbito de la investigación, la estimulación transcutánea de la médula espinal nos permite acelerar y ampliar la aplicación de la neuromodulación en la médula para cualquier función motora después de una lesión medular. La mejora de la función motora mediante la estimulación de la médula ocurre por la vía de la integración del impulso voluntario descendente, con las entradas eléctricas aplicadas externamente y la actividad de los circuitos sensoriomotores que residen dentro de la columna. En individuos neurológicamente intactos, utilizaron

la estimulación transcutánea de la médula espinal como una herramienta no invasiva para evaluar los perfiles de activación espinal durante las fases de preparación o ejecución de tareas motoras voluntarias de las extremidades inferiores y superiores, demostrando patrones espacio-temporales característicos de aumento o disminución de la excitabilidad espinal y aumento de la excitabilidad cerebral inducido por la estimulación transcutánea.

Desde el año 2017, se están desarrollando nuevos avances en la estimulación transcutánea de la médula espinal en el Institut Guttmann, con el objetivo de lograr mejoras en diferentes áreas de la función motora: función de la extremidad superior, estabilidad del tronco, función respiratoria y marcha, en sujetos sanos y, paralelamente, en pacientes con lesión medular. El objetivo de los estudios en sujetos sanos es buscar los mejores parámetros óptimos, por ejemplo, la intensidad de estimulación transcutánea medular necesaria para modular la médula en los aspectos clínico y neurofisiológico para poder aumentar la función motora en nuestros pacientes. Actualmente, se ha demostrado que, en suje-



tos sanos, estos efectos beneficiosos de mayor duración son indicativos de adaptaciones plásticas estructurales y fisiológicas en varios niveles del sistema nervioso cerebral, y también a nivel medular.

Una de las mayores prioridades para las personas con lesión medular cervical es la recuperación total o incluso parcial de la función del brazo y la mano. Desde el Institut Guttmann se ha realizado un estudio aplicando estimulación medular en la región cervical, combinado con entrenamiento robótico de la extremidad superior. Los primeros resultados obtenidos demuestran mejoras en la fuerza de los brazos y las manos, y una mayor fuerza y control en los diferentes agarres de la mano.

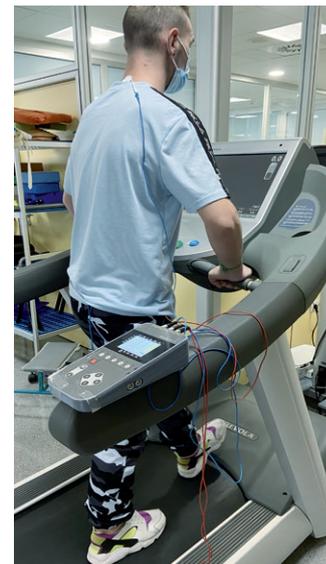
Aparte de las limitaciones en la función de la mano y el brazo, las personas con lesión medular cervical y torácica presentan una alteración en la estabilidad del tronco que influye de manera negativa en los movimientos cotidianos, como alcanzar objetos. Por ello, durante el estudio descrito anteriormente también se valoró si la estimulación transcutánea de la médula influyó en la estabilidad del tronco.

Otro estudio que se está desarrollando se enfoca en la aplicación de la estimulación transcutánea de la mé-

*“Las personas con lesión medular cervical y torácica priorizan la recuperación total o parcial de la función del brazo y la mano. Además presentan alteración en la estabilidad del tronco que influye de manera negativa en los movimientos cotidianos como alcanzar objetos. Durante el estudio se valoró si la estimulación transcutánea de la médula influyó en la estabilidad a nivel de tronco.”*

dula durante el entrenamiento respiratorio, con el objetivo de mejorar los problemas respiratorios que sufren las personas con lesión medular a nivel cervical. Los resultados preliminares obtenidos muestran mejoras significativas en la fuerza respiratoria y la capacidad pulmonar.

A principios de 2022 comenzamos otro estudio para comprender mejor los efectos de la estimulación transcutánea de la médula espinal durante el entrenamiento de la marcha y mejorar la capacidad de la marcha en personas con LM. Uno de los primeros pasos en este proceso fue realizar unos estudios con los pacientes



con LM incompleta en el Institut Guttmann, con el objetivo de identificar los puntos más efectivos de la médula para estimular durante el entrenamiento de la marcha. Durante este trabajo, colaboramos con el profesor Dr. Yuri Gerasimienko, un reconocido experto en el campo de la estimulación de la médula de Los Ángeles (EE. UU.) y Moscú (Rusia). Realizamos múltiples estudios, desarrollando los parámetros de la estimulación transcutánea en personas sanas y en pacientes con lesión medular.

En los meses siguientes, se desarrollaron más trabajos utilizando la estimulación eléctrica me-

*“Durante este trabajo, colaboramos con el profesor Dr. Yuri Gerasimienko (un reconocido experto en el campo de la estimulación de la médula de Los Ángeles (EE.UU.) y Moscú (Rusia). Realizamos múltiples estudios, desarrollando los parámetros de la estimulación transcutánea en personas sanas y en pacientes con lesión medular.”*

dular, con el objetivo de mejorar la capacidad de la marcha en la lesión medular incompleta. Un primer estudio se enfocó en buscar los niveles más óptimos de estimulación en la recuperación de la capacidad de la marcha y en determinar los puntos más efectivos para ello. Los parámetros más efectivos fueron utilizados en un segundo estudio, donde se aplicó la estimulación durante tres semanas para, de esta manera, consolidar su efecto positivo sobre la mejora de la marcha.

Otra reto importante para el Institut Guttmann en los próximos años es el inicio de un nuevo proyecto multicéntrico, financiado por el Ministerio de Ciencia, con un grupo destacado en el ámbito de la investigación que incluye el Hospital Nacional de Parapléjicos en Toledo y la Universidad Miguel Hernández en Elche. Este proyecto tendrá como objetivo desarrollar un sistema inteligente para su uso con personas con lesión medular, que realizará registros durante el entrenamiento de la marcha para detectar los indicadores neurofisiológicos de la intención de dar pasos. Una vez que el sistema reconozca la intención de dar un paso del usuario, activará la estimulación espinal y la actividad robótica para realizar la rehabilitación de la marcha en el Lokomat.



Los proyectos actuales desarrollan la estimulación transcutánea para mejorar la funcionalidad objetiva al desarrollar un puente entre el cerebro, la médula y el Armeo para el miembro superior, y el Lokomat o exoesqueleto para el miembro inferior. El puente neuroprotésico puede devolver el control voluntario inmediato sobre los músculos de las piernas, permitiendo la rehabilitación intensiva de la extremidad. A su vez, esto puede activar las vías ascendentes-descendentes y, posiblemente, la regeneración de la médula espinal para, finalmente, inducir una recuperación de larga duración sobre los músculos de las extremidades paralizadas, reduciendo la necesidad de Armeo, Lokomat o exoesqueleto.

La investigación avanza constantemente en esta área, y aunque todavía hay muchas incógnitas sobre la mejor configuración y ubicación para la estimulación durante el entrenamiento de la marcha, cada vez aparecen más resultados positivos en estudios de todo el mundo, en los que el Institut Guttmann sigue participando y contribuyendo. Todavía hace falta tiempo para desarrollar completamente esta área de investigación para que la estimulación transcutánea de la médula sea una opción de tratamiento en la práctica clínica diaria de un futuro cercano para la rehabilitación de la lesión medular.