

PROTOCOLO INTENSIVO DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA FUNCIONAL Y TERAPIA EN ESPEJO TRAS UN ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR: ESTUDIO DE CASO

INTENSIVE PROTOCOL OF FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION AND MIRROR THERAPY AFTER A STROKE: A CASE STUDY



Pablo Abal-Rey*^a

Terapeuta Ocupacional (Universidad de A Coruña). Máster Universitario en Neurorehabilitación en Institut Guttmann (Universitat Autònoma de Barcelona). Vocal de Ciencias de la Salud en la Agencia de Calidad para el Sistema Universitario de Galicia (ACSUG). Cefine Neurología. España.

<https://orcid.org/0000-0003-1223-064X>

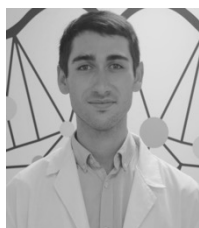
Correo electrónico de contacto
pablo.abal.rey@gmail.com

* persona autora para correspondencia



Alejandro Martínez-Tejedor

Fisioterapeuta (Universidad de A Coruña). Cefine Neurología. España.



Aitor Martín-Odrizola

Fisioterapeuta (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea [UPV/EHU]). Máster en Neurociencias (UPV/EHU). Fesía Technology. Departamento de Fisiología (UPV/EHU). Departamento de Neurociencias (UPV/EHU). España. <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-3495-9247>

Objetivos: evaluar la efectividad de la combinación de la estimulación eléctrica funcional y terapia en espejo en la recuperación de la función de la extremidad superior en personas con un accidente cerebro vascular. **Métodos:** estudio de caso pre-post en una persona con accidente cerebro vascular. Para la recogida de datos se han empleado diversas escalas como: Functional Independence Measure, Motor Activity Log, Box & Blocks Test o Abilhand entre otras. La intervención duró 8 semanas en las que se realizaron 3 sesiones semanales, sumando un total de 24 sesiones. Las evaluaciones se hicieron pre- y post-tratamiento. **Discusión:** la combinación de estas técnicas o abordajes ha demostrado ser eficaz, mejorando la funcionalidad de la extremidad superior y, consecuentemente, su calidad de vida e independencia de una persona que sufrió un accidente cerebro vascular.

Objective: Effectiveness evaluation of the combination of functional electrical stimulation and mirror therapy in the recovery of the upper limb function in people with stroke. **Methods:** Pre-post case study in a person with stroke. Various scales were used for data collection, such as: Functional Independence Measure, Motor Activity Log, Box & Blocks Test or Abilhand, among others. The intervention lasted 8 weeks in which 3 weekly sessions were held, making a total of 24 sessions. The assessments were done pre- and post-treatment. **Discussion:** The combination of these techniques or approaches has proven to be effective, improving the functionality of the upper extremity and, consequently, the quality of life and Independence of a person with stroke

DeCS Terapia Ocupacional; Rehabilitación Neurológica; Estimulación Eléctrica Funcional; Terapia del Movimiento Espejo. **Palabras clave** Neurorehabilitación; Estimulación Eléctrica Funcional; Terapia en Espejo; Accidente Cerebrovascular **MeSH** Occupational Therapy; Neurological Rehabilitation; Functional Electrical Stimulation; Mirror Movement Therapy. **Keywords** Neurological rehabilitation; Functional Electrical Stimulation; Mirror Therapy; Stroke

Texto recibido: 05/04/2023 Texto aceptado: 30/05/2023 Texto publicado: 31/05/2023

Derechos de persona autora



INTRODUCCIÓN

Los accidentes o enfermedades cerebrovasculares (ACV) son algunos de los trastornos más incidentes y devastadores⁽¹⁾. Estos presentan una incidencia anual que varía entre los 132 y 174 casos por cada 100.000 habitantes en España, y la prevalencia se sitúa en torno a los 500-800 casos por cada 100.000 habitantes, representando la segunda causa de mortalidad tras la enfermedad isquémica cardíaca⁽²⁾.

Las manifestaciones clínicas del ACV son muy variables por la anatomía tan compleja del encéfalo y sus vasos⁽¹⁾, pero la mayoría de ellas se engloban en el síndrome piramidal, síndrome de primera motoneurona o síndrome de la motoneurona superior⁽³⁾. En el caso de los miembros superiores, la mayoría de los

^a El documento ha pasado por todos los niveles de una revisión cegada por pares sin tener alguna información que haya podido condicionar el proceso. Para ello se ha seguido el protocolo designado para este tipo de situaciones de publicación de TOG (A Coruña).

supervivientes de un ACV presentan una pérdida de la funcionalidad de los mismos, siendo la secuela crónica más común en esta patología⁽⁴⁾. Los segmentos corporales que más habitualmente se afectan son la muñeca⁽⁵⁾ y los dedos, siendo la extensión de estos últimos el movimiento que más suele costar recuperar⁽⁶⁾. Además, la recuperación de la extensión de los dedos es esencial para la actividad funcional de la extremidad superior y para la realización de actividades de la vida diaria (AVD)⁽⁷⁾.

Las evidencias publicadas hasta el momento demuestran que la rehabilitación funcional de los miembros es eficaz en las personas con daño cerebral, siendo crítico el que esta rehabilitación se realice de manera inmediata e intensiva⁽⁸⁾. La estimulación eléctrica funcional (*functional electrical stimulation*, FES) es una de las opciones para tratar las alteraciones en la motricidad de la extremidad superior⁽⁹⁾. Se trata de un tipo de estimulación eléctrica que tiene por objetivo el generar contracciones musculares para inducir movimientos que la persona no puede hacer voluntariamente debido a una alteración en el sistema nervioso central, en el momento exacto en el que deberían generarse en una situación fisiológica. Las contracciones se consiguen con trenes de impulsos, los cuales permiten la generación de potenciales de acción en motoneuronas que inervan un determinado músculo, o en el músculo directamente⁽¹⁰⁾. Los efectos sobre el cuerpo humano no se dan solamente de manera local (en las estructuras sobre las que se aplica la estimulación) sino también sobre el sistema nervioso y sobre parámetros funcionales⁽¹¹⁾.

Desde hace unos pocos años, se ha propuesto la utilización de electrodos multi-campo superficiales al realizar terapia mediante FES, lo cual mejora la selectividad de estimulación y proporciona una colocación y configuración más rápida y fácil del electrodo. Estos electrodos están compuestos por multitud de pequeños campos de estimulación, pudiendo ser estimulados cada uno de ellos de manera aislada o como parte de un patrón de estimulación⁽¹²⁾. El dispositivo Fesia Grasp (Fesia Technology, Donostia-San Sebastián, España), es el primer sistema FES comercial para la rehabilitación de la extremidad superior que cuenta con un electrodo multi-campo. Esta tecnología puede aplicarse de manera aislada, pero también en combinación con otras técnicas con alto nivel de evidencia, tales como la terapia espejo⁽¹³⁾.

Teniendo en cuenta la eficacia del FES, los potenciales beneficios de la tecnología multi-campo y la necesidad de aplicar terapias eficientes para la rehabilitación del ACV, el objetivo de este trabajo es mostrar los resultados positivos de la terapia combinada de FES con terapia espejo en la motricidad de la extremidad superior en una persona con daño cerebral.

MÉTODOS

El tratamiento aplicado consiste en la combinación de dos herramientas terapéuticas como son FES y terapia espejo dentro de un marco de referencia rehabilitador. Se pautó un tratamiento de alta intensidad con el uso del dispositivo Fesia Grasp y la técnica de terapia espejo. El tratamiento comenzó el 17 de enero de 2023 y finalizó el 10 de marzo de 2023. Se realizaron un total de 24 sesiones: 3 sesiones/semana durante 8 semanas consecutivas. Cada sesión tuvo una duración de entre 45-50 minutos.

Aspectos éticos de la investigación

Para llevar a cabo este estudio de caso se cumplieron las recomendaciones y directrices recogidas en la Declaración de Helsinki. El usuario firmó el consentimiento informado y se le facilitó toda la información relacionada con el estudio para comprender en qué consistía su participación. También se ha respetado el anonimato y confidencialidad, bajo la ley orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de derechos digitales.

Este trabajo de investigación no tiene informe de comité de ética, pero se siguieron las recomendaciones de los principios éticos de la declaración de Helsinki⁽¹⁴⁾. Además, todas las personas participantes fueron informadas y tuvieron la posibilidad de revocar su participación en cualquier fase del estudio. En esta misma línea se ha respetado el anonimato y confidencialidad de todas las personas participantes en el estudio, atendiendo al Reglamento (UE) 2016/679 del parlamento europeo y del consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos⁽¹⁵⁾.

EXPOSICIÓN DEL CASO CLÍNICO

El sujeto en estudio es un varón de 51 años de edad que acudió a centro privado de neurorrehabilitación tras sufrir el 17 de diciembre de 2022 un ACV isquémico carotídeo derecho (TACI), tratado con trombectomía mecánica primaria. Además, tuvo una disección de la carótida interna derecha extracraneal con estenosis crítica-preoclusiva secundaria. A su llegada al centro no presentaba dificultades relacionadas con el equilibrio, estabilidad ni marcha. Refería dificultades únicamente centradas en el miembro superior izquierdo (MSI): sensibilidad (termoalgésica y propiocepción), fuerza, agarres, prensiones y motricidad fina.

En cuanto a su perfil ocupacional, se trata una persona muy activa y que hasta el momento del TACI trabajaba en su propia empresa de carpintería metálica. Además, cuenta con un buen entorno social y familiar.

Evaluación inicial

Las herramientas utilizadas en la evaluación inicial fueron la dinamometría, el Motor Activity Log, el ABILHAND, la Wolf Motor Function, el Box & Blocks Test y el Functional Independence Measure. Los resultados de dichas mediciones se pueden ver en la tabla 2, en el apartado de resultados.

Se establecieron con el usuario una serie de objetivos:

- Abrochar los botones de camisas y pantalones cada vez que se vista.
- Abrochar la cremallera de cualquier prenda sin ayuda cada vez que se vista.
- Atar los cordones de los zapatos la mitad de las veces que se calce diariamente sin ningún tipo de ayuda.

Descripción de la intervención

Se realizó un protocolo de 3 sesiones semanales durante 8 semanas (24 sesiones). La estimulación con Fesia Grasp consistió en generar potenciales de acción en la musculatura flexora del antebrazo (flexor cubital del carpo, palmar largo, flexor radial del carpo, flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar) correspondientes a los nervios cubital y mediano (raíces nerviosas C6, C7 y C8). Con ello, los movimientos analíticos primitivos generados fueron: flexión de muñeca, flexión de dedos y flexión de pulgar, con un umbral motor en reposo a

Tabla 1 Planificación y desarrollo de la intervención

SEMANA	SESIÓN	DESCRIPCIÓN ABORDAJE	INTENSIDAD
Semana 1	1	Habitación y entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos primitivos: flexión de muñeca, flexión de dedos y flexión de pulgar.	24-30 mA
	2	Habitación y terapia espejo con entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos primitivos: flexión de muñeca, flexión de dedos y flexión de pulgar.	24-30 mA
	3	Habitación y entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos primitivos: flexión de muñeca, flexión de dedos y flexión de pulgar.	24-30 mA
Semana 2	4	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	24-30 mA
	5	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	24-30 mA
	6	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	24-30 mA
Semana 3	7	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	20-26 mA
	8	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	20-26 mA
	9	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Actividades propositivas con estos movimientos.	20-26 mA
Semana 4	10	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo	18-24 mA

22 miliamperios (mA). En la Tabla 1 mostrada a continuación, se expone el tipo de trabajo desarrollado dentro de cada semana y sesión:

Inicialmente se aplicaron barridos aleatorios de estimulación por toda la región antebraquial para facilitar la adaptación a la sensación de la estimulación en el usuario, encontrando el umbral motor en reposo a una intensidad de 22 mA, como ya se ha mencionado. Al tratarse de un usuario en etapa aguda, durante las primeras semanas se hizo especial hincapié en el entrenamiento de movimientos analíticos, tanto primitivos (1 músculo) como complejos (>2 músculos). Progresivamente se avanzó hasta un mayor trabajo de movimientos funcionales y orientados a los objetivos marcados, incluyendo los patrones de agarre o cierre de mano y agarre pinza.

			"botones".	
		11	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo "cremalleras".	18-24 mA
		12	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo "cordones".	18-24 mA
Semana 5		13	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo "botones".	18-24 mA
		14	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo "cremalleras".	18-24 mA
		15	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivo "cordones".	18-24 mA
Semana 6		16	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		17	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		18	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
Semana 7		19	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		20	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		21	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
Semana 8		22	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		23	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos con terapia espejo : cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA
		24	Entrenamiento repetitivo de movimientos analíticos complejos: cierre de mano "grasp" y agarre pinza. Práctica de objetivos: "botones", "cremalleras", "cordones".	14-20 mA

Nota: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, también se ha hecho una progresión en relación a la intensidad de la estimulación. Se comenzó con una intensidad más alta (superior al umbral motor en reposo del usuario) que generaba movimientos claros en la mano para posteriormente ir solicitando al usuario que participase en el movimiento de manera voluntaria. Esto se realiza para promover la voluntariedad del movimiento por parte del usuario.

PREGUNTA AL LECTOR O LECTORA



¿Es efectiva la combinación de FES y terapia espejo para la mejora de la funcionalidad del miembro superior tras un ACV?

RESPUESTA

El tratamiento combinado de FES y terapia espejo logró mejorar la funcionalidad del MSI del usuario, alcanzando los tres objetivos marcados y promoviendo la independencia funcional y mejora en la calidad de vida de este. Además, todas las herramientas estandarizadas empleadas en la evaluación y re-evaluación han obtenido mejores puntuaciones.

Resultados de la intervención

La **Tabla 2** muestra la comparativa de las evaluaciones inicial y final realizadas en el seguimiento del caso:

Tabla 2 Comparativa de las evaluaciones inicial y final del caso

<i>Pruebas de evaluación</i>	<i>Evaluación inicial</i>	<i>Evaluación final</i>
Dinamometría	10,5 kg	28,5 kg
Motor Activity Log	Cantidad de uso 105 y calidad de movimiento 97	Cantidad de uso 138 y calidad de movimiento 136
ABILHAND	2 imposibles, 1 fácil y 20 difíciles	23 fáciles
Wolf Motor Function	67/75	75/75
Box & Blocks Test	10	50
Functional Independence Measure	43/49 autocuidado; 14/14 control de esfínteres; 28/28 movilidad; 21/21 locomoción	49/49 autocuidado; 14/14 control de esfínteres; 28/28 movilidad; 21/21 locomoción

Nota: elaboración propia.

Como se observa en los resultados, la dinamometría, Motor Activity Log o Box & Blocks Test mejoraron sustancialmente tras la intervención de FES y terapia espejo. En relación a los objetivos SMART establecidos, se ha podido comprobar mediante observación y entrevista con el usuario y su familia, que ha alcanzado los tres de manera óptima.

CONCLUSIÓN

En conclusión, este estudio de caso ofrece un ejemplo de un proceso exitoso de recuperación de la función manual en una persona tras un ACV realizado con un enfoque multimodal incluyendo FES y terapia espejo. Este hallazgo aislado es una prueba para seguir promoviendo la implementación de FES multi-campo en la rehabilitación neurológica. Además, añade más evidencia e investigación sobre el uso de esta tecnología en combinación con otras estrategias terapéuticas en personas que sufren un ACV y otros trastornos neurológicos.

Limitaciones del estudio

Al tratarse de tan solo un sujeto, no es posible extrapolar o generalizar los datos obtenidos.

Futuras líneas de investigación

Se considera necesario realizar un estudio acerca de la efectividad de esta combinación terapéutica con un mayor número de participantes, con el objetivo de generalizar los datos obtenidos o elaborar protocolos/guías para el abordaje del miembro superior neurológico.

Aplicabilidad del estudio

La recuperación de la funcionalidad del miembro superior es uno de los principales objetivos de los usuarios que sufren un ACV, por tanto esta intervención se podría realizar en numerosos usuarios que presenten un déficit en la movilidad del miembro superior y, consecuentemente, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación cotidiana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al usuario la participación en el caso y su alta motivación junto a la confianza en el tratamiento. Este estudio no ha recibido financiación. Si existe conflicto de intereses ya que su autor principal forma parte de la Junta Directiva del Colegio Oficial de Terapeutas Ocupacionales de Galicia (COTOGA), Colegio Profesional que mantiene TOG (A Coruña) pero para solucionar cualquier conflicto de intereses durante el proceso, el documento ha pasado por todos los niveles de una revisión cegada por pares para ello se ha seguido el protocolo designado para este tipo de situaciones de publicación de editores en TOG (A Coruña). AM-O es empleado de Fesia Technology (Donostia-San Sebastián, España), donde percibe una compensación económica.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

PA-R ha realizado el diseño del estudio, el trabajo de campo, la recogida de datos y la redacción del artículo. AM-T ha realizado el trabajo de campo, la recogida de datos y redacción del artículo. AM-O ha realizado la revisión bibliográfica y redacción del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jameson JL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Loscalzo J. Harrison. Principios de Medicina interna. 20ª ed.. Ciudad de México: McGraw-Hill Education; 2018.
2. Abellán-Alemán J, Ruilope-Urioste LM, Leal-Hernández M, Armario-García P, Tiberio-López G, Martell-Claros N. Control de los factores de riesgo cardiovascular en pacientes con ictus atendidos en Atención Primaria en España. Estudio ICTUSCARE. Med Clin. 2011 March;136(8):329-335.
3. Pérez Arellano JL. Sisino de Castro. Manual de Patología General. 7ª ed.. Barcelona: Elsevier España; 2013.
4. Parker VM, Wade DT, Langton Hewer R. Loss of arm function after stroke: measurement, frequency, and recovery. Int Rehabil Med. 1986;8(2):69-73.
5. Sahin N, Ugurlu H, Albayrak I. The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: a randomized controlled study. Disabil Rehabil. 2012;34(2):151-6.
6. Duncan P, Badke M. Stroke rehabilitation: the recovery of motor control. Great Britain: Year Book Medical Pub; 1988.
7. Fritz SL, Light KE, Patterson TS, Behrman AL, Davis SB. Active finger extension predicts outcomes after constraint-induced movement therapy for individuals with hemiparesis after stroke. Stroke. 2005 Jun;36(6):1172-7.
8. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2014 Feb 4;9(2):e87987.
9. Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. Muscle Nerve. 2007 May;35(5):562-90.
10. Doucet BM, Lam A, Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. Yale J Biol Med. 2012 Jun;85(2):201-15.
11. Martín-Odrizola A, Rodríguez-de-Pablo C, Zabaleta H, Pérez-Samartín A. Functional electrical stimulation for hand function rehabilitation after stroke: a systematic review. En: XXV Annual Conference of the International Functional Electrical Stimulation Society (IFESS). Rotterdam: Artif Organs; 2022.
12. Martín-Odrizola A, Rodríguez-de-Pablo C, Caceres-Salegi A, García-Calleja A, Marín-Ojea JI, Hernández E, Imatz-Ojanguren E, Keller T, Zabaleta-Rekondo H. Analysis of the movements generated by a multi-field functional electrical stimulation device for upper extremity rehabilitation. Artif Organs. 2022 Oct;46(10):2027-2033.
13. Martín-Odrizola A, Rodríguez-de-Pablo C, Zabaleta-Rekondo H. Hand dexterity rehabilitation using selective functional electrical stimulation in a person with stroke. BMJ Case Rep. 2021 Aug 13;14(8):e242807.
14. World Medical Association (AMM). Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos 2013:1-8
15. UE. Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos). BOE España; 2016.

Derechos de persona autora

