

REVISIÓN

Estimulación eléctrica nerviosa transcutánea como tratamiento de la espasticidad: una revisión sistemática



E. Fernández-Tenorio^a, D. Serrano-Muñoz^b, J. Avendaño-Coy^a y J. Gómez-Soriano^{a,b,*}

^a Grupo de Investigación en Fisioterapia Toledo (GIFTO), E.U. Enfermería y Fisioterapia de Toledo, Universidad de Castilla la Mancha, Toledo, España

^b Grupo de Función Sensitivomotora, Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, Toledo, España

Recibido el 31 de marzo de 2016; aceptado el 8 de junio de 2016

PALABRAS CLAVE

Espasticidad;
Estimulación
eléctrica terapéutica;
Hipertonía;
Patología
neurológica;
Síndrome de la
motoneurona
superior;
Estimulación
eléctrica nerviosa
transcutánea

Resumen

Introducción: Aunque tradicionalmente la estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS) se ha utilizado como tratamiento del dolor, algunos estudios han evidenciado una reducción de la espasticidad tras la aplicación de TENS. Sin embargo, su uso en la clínica aún está muy poco extendido. El objetivo de este estudio consiste en determinar si la estimulación TENS aplicada en pacientes con afectación neurológica resulta efectiva para tratar la espasticidad o alguno de sus síntomas asociados. Además, se pretende determinar los parámetros de estimulación que mayor efecto producen sobre las diferentes variables asociadas a la espasticidad.

Desarrollo: Se buscaron ensayos clínicos aleatorizados relacionados con TENS y espasticidad encontrados en las bases de datos PubMed, PEDro y Cochrane con anterioridad al 12 de mayo del 2015. Dos revisores independientes realizaron las búsquedas y seleccionaron los estudios en función de los criterios de inclusión previamente establecidos. En la búsqueda inicial se encontraron un total de 96 artículos, de los cuales 86 fueron excluidos y 10 fueron seleccionados para analizar en esta revisión. Se presentan resultados en 207 sujetos con accidente cerebrovascular, 84 con esclerosis múltiple y 39 con lesión medular.

Conclusiones: Debido a los resultados observados, su bajo coste, facilidad de aplicación y ausencia de efectos adversos, se recomienda la estimulación mediante TENS como tratamiento de la espasticidad. Sin embargo, la gran variabilidad existente entre las formas de estimulación, los parámetros utilizados y las variables analizadas, dificultan el análisis y la comparación de resultados que puedan determinar la eficacia objetiva de la técnica y la optimización de parámetros.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: julio.soriano@uclm.es (J. Gómez-Soriano).

KEYWORDS

Spasticity;
Transcutaneous
electrical nerve
stimulation;
Hypertonia;
Neurological disease;
Upper motor neuron
syndrome;
Transcutaneous
electrical nerve
stimulation

Transcutaneous electrical nerve stimulation for spasticity: A systematic review**Abstract**

Introduction: Although transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) has traditionally been used to treat pain, some studies have observed decreased spasticity after use of this technique. However, its use in clinical practice is still limited. Our purpose was twofold: to determine whether TENS is effective for treating spasticity or associated symptoms in patients with neurological involvement, and to determine which stimulation parameters exert the greatest effect on variables associated with spasticity.

Development: Two independent reviewers used PubMed, PEDro, and Cochrane databases to search for randomised clinical trials addressing TENS and spasticity published before 12 May 2015, and selected the articles that met the inclusion criteria. Of the initial 96 articles, 86 were excluded. The remaining 10 articles present results from 207 patients with a cerebrovascular accident, 84 with multiple sclerosis, and 39 with spinal cord lesions.

Conclusions: In light of our results, we recommend TENS as a treatment for spasticity due to its low cost, ease of use, and absence of adverse reactions. However, the great variability in the types of stimulation used in the studies, and the differences in parameters and variables, make it difficult to assess and compare any results that might objectively determine the effectiveness of this technique and show how to optimise parameters.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La espasticidad es una alteración sensitivomotora que se ha definido tradicionalmente como un «trastorno motor caracterizado por un aumento velocidad-dependiente de los reflejos tónicos de estiramiento (tono muscular), con reflejos osteotendinosos exagerados, que resulta de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento»¹. La espasticidad afecta a cerca del 85% de los pacientes con esclerosis múltiple², alrededor del 35% de los sujetos con hemiplejía crónica³ y entre el 65 y el 78% de los sujetos con lesión medular⁴. Se estima que en España presentan espasticidad entre 300.000 y 400.000 personas⁵.

La primera medida de tratamiento de la espasticidad, o incluso de prevención, es la fisioterapia. Sin embargo, las técnicas de fisioterapia muchas veces resultan inefectivas o insuficientes, por lo que la espasticidad acaba interfiriendo en la calidad de vida de los pacientes. En este punto se comienza con el tratamiento farmacológico, siendo el baclofeno el más habitual. Por último, en casos de espasticidad severa, cuando los tratamientos anteriores fallan, se opta por el tratamiento quirúrgico de la espasticidad⁶.

La estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS, del inglés transcutaneous electrical nerve stimulation) consiste en la aplicación superficial de corriente eléctrica de alta frecuencia (entre 50 y 150 Hz) y baja intensidad (por debajo del umbral motor) que se ha utilizado tradicionalmente en el tratamiento del dolor⁷. También se han descrito otros efectos, como la disminución del reflejo H del sóleo en voluntarios sanos⁸, o incluso en pacientes con afectación neurológica. Por otra parte, la aplicación de TENS en pacientes con daño cerebral también ha mostrado mejoras en variables clínicas como el equilibrio, la propiocepción o la espasticidad⁹⁻¹¹. Sin embargo, la aplicación de TENS en el

paciente neurológico para el tratamiento de la espasticidad está muy poco extendida.

La aplicación de TENS cuenta con gran variedad de parámetros tales como la colocación de electrodos, la forma de onda, la frecuencia y la anchura de pulso, la intensidad de la corriente, y la duración y la frecuencia de las sesiones. La optimización de estos parámetros resulta fundamental para lograr los efectos terapéuticos deseados. Sin embargo, los estudios existentes presentan una gran variabilidad en la utilización de estos parámetros. Entre otras razones, esta es una de las causas por las que la eficacia del TENS ha resultado controvertida para el tratamiento de la espasticidad. No obstante, si tenemos en cuenta la limitada eficacia y los efectos adversos de otros tratamientos, la estimulación con TENS podría presentar algunas ventajas como su bajo coste, la portabilidad, su facilidad de uso incluso para el propio paciente y la ausencia de efectos adversos. Todos estos factores plantean que se pueda tomar en consideración el TENS como una posible medida terapéutica para el tratamiento de la espasticidad. De esta forma, se hace necesario un análisis exhaustivo de la literatura científica para revisar sistemáticamente la evidencia disponible de la estimulación TENS como tratamiento de la espasticidad, indagando en las formas de aplicación y los parámetros de estimulación que optimicen su eficacia.

El objetivo de esta revisión sistemática consiste en determinar si la estimulación TENS aplicada en pacientes con afectación neurológica presenta una efectividad superior al placebo o a otros tratamientos antiespásticos para tratar la espasticidad o alguno de sus síntomas asociados tales como espasmos o clonus. Además, se pretende determinar los parámetros de estimulación que mayor efecto producen sobre las diferentes variables asociadas a la espasticidad.

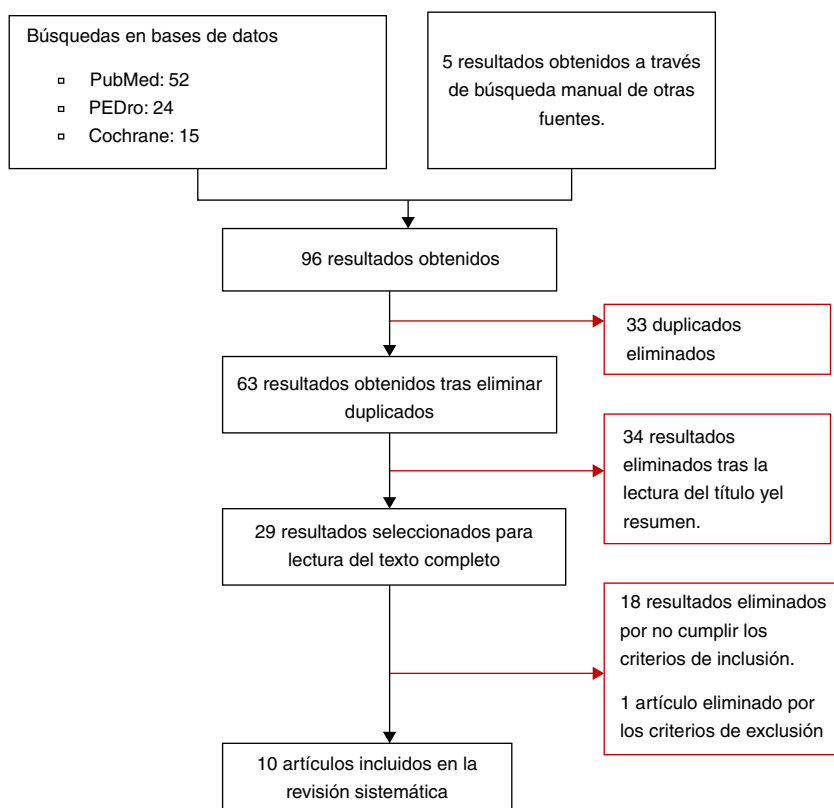


Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos.

Metodología

Estrategia de búsqueda

Aunque se estableció un protocolo estandarizado de búsqueda y se siguieron las normas de la declaración PRISMA¹², el protocolo de búsqueda y selección no fue previamente registrado. Dos revisores independientes realizaron una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Registro Cochrane de ensayos clínicos controlados y la Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Además, se realizó una búsqueda manual inversa a partir de los artículos encontrados. Los términos empleados para la búsqueda fueron: «transcutaneous electrical nerve stimulation»; «TENS»; «transcutaneous electric nerve stimulation»; «spasticity muscle»; «spastic» y «spasticity». Además para la búsqueda realizada en PubMed y en Cochrane se utilizaron los siguientes términos MeSH: «transcutaneous electric nerve stimulation» AND «spasticity muscle». Las búsquedas fueron realizadas hasta el 12 de mayo del 2015.

Selección de estudios

Se incluyeron ensayos clínicos controlados aleatorizados publicados en inglés o en español, que incorporaban sujetos con patología neurológica y presencia de espasticidad, con al menos un grupo de intervención al que se le aplicara estimulación TENS a nivel transcutáneo mediante electrodos de superficie, independientemente de la zona y los parámetros de estimulación utilizados, pero cuya intensidad no provocase contracción muscular. Las variables de registro

estudiadas debían cuantificar la espasticidad o alguno de sus síntomas asociados (escala de Ashworth, reflejo H, escala de espasmos, clonus, resistencia al movimiento pasivo...). Los estudios debían estar controlados mediante una estimulación placebo/control o un tratamiento anti-espástico alternativo. Como criterios de exclusión, se descartaron todos aquellos artículos en los que ninguna de las intervenciones de los grupos de tratamiento consistió en la aplicación de TENS de forma aislada, ya que con este diseño no se puede valorar de forma específica los efectos de la técnica. También quedaron excluidos aquellos artículos en los que no se reflejaron los parámetros de frecuencia, anchura de pulso o intensidad, utilizados para la aplicación de la corriente TENS.

Para la selección de los artículos, se realizó una lectura simple del título de todos los resultados obtenidos. Una vez realizada la primera criba, se procedió a la lectura del resumen de los artículos resultantes, descartando aquellos que no cumplían los criterios de inclusión establecidos. Por último, en caso de confirmar los criterios de inclusión o haber alguna duda sobre su cumplimiento, se procedió a la lectura completa de los artículos para finalmente ser incluidos en la revisión. Para evidenciar la calidad metodológica, se hizo uso de la escala PEDro, cuya fiabilidad ha sido probada con buenos resultados¹³.

Síntesis de resultados

Las diferentes etapas de búsqueda desarrollada se exponen en la [figura 1](#). De los 91 resultados iniciales obtenidos

a través de la búsqueda en las distintas bases, finalmente 10 estudios fueron seleccionados para ser incluidos en esta revisión sistemática. La calidad metodológica de los artículos seleccionados, evaluada a través de la escala PEDro, se expone en la [tabla 1](#). Las características más relevantes de los artículos incluidos en la presente revisión sistemática se exponen en la [tabla 2](#).

Participantes

En cuanto a las características de la muestra de los estudios incluidos en la revisión sistemática, se presentan 84 sujetos con esclerosis múltiple^{14,15}, 39 con lesión medular^{16,17} y 207 pacientes que presentaron un accidente cerebrovascular, de los cuales 147 se encuentran en fase crónica^{11,18-21} y 60 en fase aguda²². La patología más estudiada, y que reporta mayor eficacia, son sujetos con hemiparesia como consecuencia de un accidente cerebrovascular.

Formas de estimulación y parámetros

En lo que respecta a la frecuencia de estimulación, la mayoría de los estudios revisados utilizan una frecuencia de 99-100 Hz^{11,18}, la anchura de pulso utilizada osciló entre los 0,1 y los 0,25 ms, excepto el estudio de Martins et al.²¹, que optaron por 0,06 ms. En cuanto a la intensidad utilizada, era casi siempre de carácter subjetivo, atendiendo a la sensación de los pacientes. En la mayoría de los casos se llegaba a una sensación de hormigueo tolerable, por debajo del umbral motor y sin inducir dolor en el paciente. La colocación de electrodos más empleada fue a lo largo del trayecto nervioso, siendo el nervio peroneo el más estudiado^{11,17,18,22}. Se evidenció efectividad de la técnica sobre las variables clínicas en la mayor parte de estos estudios^{11,16,17,22}. La estimulación directa sobre el músculo espástico también ha sido utilizada en otros estudios con buenos resultados generales^{14,15,19}, o incluso sobre el músculo antagonista con efectos más controvertidos²².

Tres estudios evaluaron el efecto del TENS tras una única sesión^{17,18,21}, obteniendo una eficacia controvertida. Por el contrario, otros estudios aplicaron programas de 15^{11,16} y 20^{14,15,20} sesiones, evidenciando una efectividad general demostrada en varios tipos de variables. En cuanto a la duración de cada sesión, todos los estudios tuvieron una duración igual o mayor a los 15 min. Se describen sesiones cortas entre los 15 y los 30 min^{15,16,19,21}, sesiones medias entre 45 y 60 min^{11,14,17,18,20} y solo 2 estudios utilizaron sesiones largas, de 90 min²² o incluso una sesión continua de 8 h que evidenció efectos superiores a los que se producían tras una hora de tratamiento¹⁴.

Variables registradas

Debido a la gran cantidad y variedad de variables registradas en los diferentes estudios y teniendo en cuenta clasificaciones de estudios previos²³, los efectos sobre las diferentes medidas se agrupan y analizan en variables clínicas, neurofisiológicas y funcionales:

Tabla 1 Calidad metodológica según la escala PEDro de los artículos incluidos en la revisión

	Aydin et al. (2005) ¹⁶	Levin y Hui-Chan (1992) ¹¹	Ping Ho Chung y Kam Kwan Cheng (2010) ¹⁷	Shayannejad et al. ¹⁵	Ng y Hui-Chan (2007) ²⁰	Miller et al. (2007) ¹⁴	Tekeoglu et al. (1998) ²²	Martins et al. (2012) ²¹	Hui-Chan y Levin (1993) ¹⁸	Chen et al. (2005) ¹⁹
Asignación aleatoria		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Asignación oculta				✓						
Similitud de grupos al inicio	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Sujetos cegados									✓	✓
Terapeutas cegados					✓		✓			✓
Evaluadores cegados					✓		✓			✓
Seguimiento	✓	✓		✓		✓			✓	
Análisis por intención de tratar										
Comparación intergrupo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Medidas puntuales y variabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Puntuación total	4/10	5/10	7/10	6/10	6/10	5/10	5/10	4/10	6/10	7/10

Tabla 2 Principales características de los artículos revisados

Artículo	Sujetos; N.º del grupo TENS	Zona de aplicación	Parámetros (I, frecuencia, AP, forma de onda y duración)	N.º de sesiones	Control	Variables	Efecto	
							Intragrupo	Intergrupo
Aydin et al. (2005) ¹⁶	LM; N = 11	Bilateral en el nervio tibial. Tamaño electrodos: NC	50 mA 100 Hz 0,1 ms rectangular bifásica 15'	15	G. baclofeno: N = 10 Dosis incrementada de 5 mg cada 3-5 días hasta un máximo de 80 mg/día G. control: N = 20 sujetos sanos Sin intervención	Clínicas: Penn Espasmos dolorosos EA R. aquileo Clonus Estim plantar Neurofisiológicas: Amplitud H Latencia H Ratio Hmáx/Mmáx Funcionales: Discap func FIM	G. TENS y G. baclofeno: ↓ Penn, EA y R. aquileo	Clínicas G.TENS vs. G. baclofeno NS Neurofisiológicas G. TENS: ↓ Amplitud H. G. baclofeno: NS Funcionales G.TENS vs. G. baclofeno NS
Levin y Hui-Chan (1992) ¹¹	ACV; N = 11	Nervio peroneo común de la pierna afectada Tamaño electrodos: 3,5 cm × 5,1 cm	2 × US 99 Hz 0,125 ms NC 60'	15	G. placebo: N = 6 mismos parámetros TENS excepto intensidad: 0,1 × US	Clínicas: CSS Fuerza FP y FD Neurofisiológicas: Ratio Hmáx/Mmáx Latencia y amplitud del R. estiramiento Ratio cocontracción	G. TENS: ↓ CSS y ↑ Fuerza FD G. placebo: NS G. TENS: ↓ Amplitud R. estiramiento y ratio cocontracción G. placebo: NS	Clínicas ↓ CSS G. TENS vs. G. placebo Neurofisiológicas ↓ Amplitud R. estiramiento G. TENS vs. G. placebo
Ping Ho Ghung y Kam Kwan Cheng (2010) ¹⁷	LM; N = 10	Nervio peroneo Tamaño de los electrodos: 4,5 cm × 5 cm	15 mA 100 Hz 0,25 ms NC 60'	1	G. placebo: N = 8 Parámetros iguales pero polaridad de la batería invertida	Clínicas: CSS R. aquileo EA Clonus	G. TENS: ↓ CSS, EA y clonus G. placebo: NS	Clínicas ↓ CSS y EA G.TENS VS G. placebo

Tabla 2 (continuación)

Artículo	Sujetos; N.º del grupo TENS	Zona de aplicación	Parámetros (I, frecuencia, AP, forma de onda y duración)	N.º de sesiones	Control	Variables	Efecto	
							Intragrupo	Intergrupo
Shaygannejad et al. (2013) ¹⁵	EM; N = 26	Tríceps sural y maléolo lateral Tamaño de los electrodos: 4 cm × 4 cm	Debajo del UM 100 Hz 0,25 ms rectangular monofásica 20-30'	20	G- baclofeno: n = 26	Clínicas: EAM	G. TENS y G. baclofeno: ↓ EAM	Clínicas ↓ EAM G. TENS vs. G. baclofeno
Ng y Hui-Chan (2007) ²⁰	ACV; N = 19	Cuatro puntos de acupuntura de la pierna afectada: Tamaño de los electrodos: NC	2 × US 100 Hz 0,2 ms NC 60'	20	G. Control: N = 20. No tratamiento	Clínicas: CSS Fuerza FD y FP Funcionales: Velocidad de la marcha	G. TENS: ↓ CSS y ↑ Fuerza FD G. control: NS G. TENS: ↑ Velocidad marcha G. control: NS	Clínicas ↓ CSS G. TENS vs. G. control Funcionales G. TENS vs. G. control NS
Miller et al. (2007) ¹⁴	EM; N = 16	Cuádriceps Tamaño de los electrodos: 1,5 cm ²	Debajo UM 100 Hz 0,125 ms NC 60' / 8 h	20	G. TENS 8 h: N = 16. Diseño cruzado Parámetros iguales excepto tiempo de estimulación de 8 h G. placebo: N = 30	Clínicas: CSS Penn EVA	TENS 60': NS TENS 8 h: ↓ Penn y EVA	Clínicas ↓ Penn y EVA G. TENS 8 h vs. G. TENS 60'
Tekeoglu et al. (1998) ²²	ACV; N = 30	Tríceps braquial y nervio peroneo (simultáneo) Tamaño de los electrodos: 3,5 cm × 5 cm	Umbral dolor/soportable 100 Hz 0,2 ms NC 90'	40	G. placebo: N = 30	Clínicas: EA Funcionales: Escala Barthel	G. TENS: ↓ EA codo y pierna G. placebo: ↓ EA codo G. TENS y G. placebo: ↑ Escala Barthel	Clínicas NC Funcionales NC

Tabla 2 (continuación)

Artículo	Sujetos; N.º del grupo TENS	Zona de aplicación	Parámetros (I, frecuencia, AP, forma de onda y duración)	N.º de sesiones	Control	Variables	Efecto	
							Intragrupo	Intergrupo
Martins et al. (2012) ²¹	ACV; N = 16	Dermatoma S1 y S2 Tamaño de los electrodos: 5 cm × 5 cm	Máximo US tolerado por debajo del UM 100 Hz 0,06 ms NC 30'	1	G. crioterapia: mismos sujetos G. control: mismos sujetos. No intervención Diseño cruzado	Clínicas: Fuerza FD Neurofisiológicas: Ratio Hmáx/Mmáx Latencia reflejo H	G. TENS, G. crioterapia y G. control: NS	Clínicas NC Neurofisiológicas ↓ Ratio Hmáx/Mmáx G. TENS vs. G. crioterapia y G. control ↑ Latencia reflejo H G. crioterapia vs. G. control y G. TENS
Hui-Chan et al. (1993) ¹⁸	ACV; N = 10	G. TENS 1: Nervio peroneo G. TENS 2: nervio mediano contralateral Tamaño de los electrodos: 3,8 cm × 5,1 cm	2 x US 99 Hz 0,125 m NC 45'	1	G. placebo: mismos sujetos. Parámetros iguales excepto intensidad: 0,1 × US Diseño cruzado	Clínicas: CSS Neurofisiológicas: Ratio Hmáx/Mmáx Latencia H Latencia, duración y amplitud de reflejo estiramiento	G. TENS 1; G. TENS 2 G. placebo: NS	Clínicas NS Neurofisiológicas ↓ Latencia H y reflejo estiramiento en TENS 1 y TENS 2 vs. G. TENS placebo
Chen et al. (2005) ¹⁹	ACV; N = 12	Gastrocnemio y tendón de Aquiles Tamaño de los electrodos: 3,5 cm × 4,5 cm	Máxima sin inducir contracción muscular 20 Hz 0,2 ms rectangular simétrica bipolar 20'	24	G. placebo: N = 12 Mismos parámetros excepto intensidad 0 mA	Clínicas: EAM Neurofisiológicas: Latencia reflejo H Funcionalidad 10 m marcha	G. TENS: ↓ EAM 8/12 sujetos G. placebo: ↓ EAM 1/12 G. TENS: ↑ Latencia reflejo H G. placebo: NS G. TENS: ↑ Velocidad marcha G. placebo: NS	Clínicas NC Neurofisiológicas NC Funcionales NC

ACV: accidente cerebrovascular; AP: anchura de pulso; CSS: Composite Spasticity Score; Discap func: escala de discapacidad funcional (Functional Disability Score); EA: escala de Ashworth; EAM: escala de Ashworth modificada; EM: esclerosis múltiple; Estim plantar: escala de respuesta a la estimulación plantar; EVA: escala visual analógica de percepción de la espasticidad; FD: flexión dorsal; FP: flexión plantar; FIM: Functional Independence Measure (medida de independencia funcional); I: intensidad; LM: lesión medular; NC: no consta; NS: no estadísticamente significativo; Penn: escala de frecuencia de espasmos de Penn; R: reflejo; UM: umbral motor; US: umbral sensitivo.

Variables clínicas

Todos los artículos que realizaron algún tipo de evaluación clínica de la espasticidad incluyeron la escala Ashworth o su versión modificada, ya fuera de forma aislada en una o varias articulaciones, o incluida en el Composite Spasticity Score (CSS). La escala Ashworth o su versión modificada realizada de forma específica evidenció una disminución de la puntuación respecto del placebo en el estudio de Ping Ho et al.¹⁷ y un efecto similar¹⁶ o superior¹⁵ al tratamiento con baclofeno, fármaco empleado habitualmente para el manejo de la espasticidad.

En cuanto a la escala CSS aplicada de forma global, la aplicación de TENS demostró efectos superiores al placebo en 3^{11,17,20} de los 5 estudios que la utilizaron. Además, Ng et al. evidenciaron que en el grupo TENS la disminución en CSS aparece antes y es más eficaz cuando se compara con el grupo control²⁰.

Solo 3 estudios han evaluado los efectos de la estimulación TENS sobre la fuerza de pacientes espásticos y sus resultados intra e intergrupo son controvertidos¹⁹⁻²¹. Sin embargo, ningún estudio mostró de forma directa un aumento de fuerza en los músculos flexores plantares o dorsales superior al grupo placebo.

Evaluación neurofisiológica

Todos los artículos que incluyeron una valoración neurofisiológica registraron el reflejo H o alguno de sus parámetros. La amplitud del reflejo H solo es evaluada por Aydin et al.¹⁶, quienes refieren una disminución en dicha variable después del TENS, con resultados similares al tratamiento con baclofeno. Sin embargo, cuando el reflejo H se normaliza con la onda M en la variable ratio Hmáx/Mmáx, estos autores no obtuvieron diferencias significativas, como en el estudio de Levin y Hui-Chan¹¹ que tampoco observaron cambios en esta variable tras la estimulación del nervio peroneo. Por el contrario, Martins et al.²¹ sí observaron una disminución de la ratio Hmáx/Mmáx frente a un grupo control y a otro tratado con crioterapia. En cuanto a la latencia del reflejo H, tan solo los estudios de Hui-Chan et al.¹⁸ y Chen et al.¹⁹ demostraron un aumento de este parámetro tras la aplicación TENS respecto a la estimulación placebo.

Otros estudios también evaluaron el reflejo de estiramiento cuantificando su latencia y amplitud. Levin y Hui-Chan¹¹ observaron que se prolonga el inicio del reflejo de estiramiento cuando se compara con el grupo placebo, pero dicho cambio no era significativo debido a la alta variabilidad entre las mediciones de los sujetos. Sin embargo, sí evidenciaron una disminución de su amplitud tras 3 semanas. Por el contrario, Hui-Chan et al.¹⁸ mostraron que después de la estimulación TENS se produce un aumento de la latencia del reflejo de estiramiento respecto al placebo. No obstante, este grupo solo logró una tendencia no significativa a la disminución de la amplitud.

Funcionalidad

Cuatro estudios de los revisados utilizan algún tipo de escala o variable funcional. Sin embargo, en cada uno de ellos se utilizan variables diferentes. La escala de discapacidad funcional y el índice de independencia funcional (FIM, del inglés, functional independence measure) son utilizadas por Aydin et al.¹⁶, donde el grupo TENS mostró un aumento

significativo en ambas variables similar al de los pacientes tratados con baclofeno. La velocidad de marcha es utilizada por Ng et al. (2007), donde se establece que solo si el TENS se acompaña de entrenamiento orientado a la tarea muestra valores superiores al control, al TENS aislado o al entrenamiento orientado a la tarea realizado de forma aislada²⁰. Sin embargo, Chen et al.¹⁹ reflejaron una disminución en el test de los 10 m tras el TENS que no fue observada en el grupo placebo. Por último, la escala de Barthel fue empleada por Tekeoglu et al.²², mostrando un aumento de la puntuación general tanto en el TENS como en el control. Sin embargo, sí se obtuvo mejoría tras el TENS en algunos apartados específicos de la escala que no fueron observados en el grupo control.

Discusión

Según los datos obtenidos en esta revisión, donde la gran mayoría de los estudios analizados demuestran la eficacia del TENS en al menos algún grupo de variables, en algunos casos con efectos similares¹⁶ o incluso superiores al baclofeno¹⁵, la aplicación de esta forma de electroestimulación puede ser una herramienta a tener en cuenta dentro del abordaje de la espasticidad. Sin embargo, la gran variabilidad existente entre las formas de estimulación, los parámetros utilizados y las variables analizadas dificultan el análisis y la comparación de resultados que puedan determinar la eficacia objetiva de la técnica y la optimización de parámetros. A continuación, se destacan los aspectos más relevantes que parecen desprenderse de los estudios a la hora de utilizar el TENS como tratamiento de la espasticidad.

La estimulación sobre el trayecto nervioso parece ser la opción más utilizada por los autores, con unas frecuencias altas, alrededor de los 100 Hz^{11,14-18,20-22}. Se ha sugerido que este tipo de estimulación activa principalmente fibras aferentes de gran diámetro y de esta forma pueden incrementar la inhibición presináptica del reflejo de estiramiento hiperactivo^{10,11} y la desinhibición de los comandos voluntarios descendentes a las motoneuronas del músculo parético¹¹. Además, estudios cuasiexperimentales no incluidos en esta revisión demuestran la eficacia de las frecuencias altas frente a la utilización de frecuencias de 2 Hz²⁴. Sin embargo, la disminución de la espasticidad observada en variables clínicas, neurofisiológicas y funcionales tras la estimulación con 20 Hz apoyan la existencia de otros mecanismos de actuación que deberían ser estudiados¹⁹.

Un factor clave en la eficacia de la estimulación es la intensidad de la corriente. La mayoría de los estudios no especifican la intensidad de corriente utilizada de forma objetiva, expresándose en valores subjetivos y ambiguos de sensación percibida («justo por debajo del umbral motor»^{15,21}, «umbral de tolerancia sin dolor»²² o «el umbral sensitivo multiplicado por 2»^{18,20}) y cuando la expresaban lo hacían en valores absolutos¹⁶. Sin embargo, la expresión de intensidad en valores absolutos puede inducir a errores, puesto que depende del área de los electrodos utilizados. Por lo tanto, para poder comparar la dosis en futuros estudios, se debería recoger la intensidad como densidad de corriente mA/cm²²⁵. Además, la forma de onda tampoco se especifica en la

mayoría de los estudios seleccionados^{11,14,17,18,20-22}, siendo este un parámetro que condiciona la sensación subjetiva de corriente eléctrica utilizada en las investigaciones para determinar la intensidad. Ya que una onda monofásica que presenta efecto electroquímico polar es peor tolerada al producir más irritación que una forma de onda bifásica que carece de efecto electroquímico⁷.

Aunque no se disponen datos para realizar un análisis exhaustivo, el número de sesiones y la duración de estas parece ser un factor clave para la eficacia de la intervención. De forma general, se desprende que los programas de intervención que realizan varias sesiones tienen una mayor eficacia. Además, estos datos son avalados de forma directa por Aydin et al.¹⁶, que solo observaron una disminución de la escala Ashworth tras 15 sesiones de tratamiento, pero no tras la primera sesión de 15 min. En cuanto a la duración de la sesión, según los estudios revisados, parece no haber diferencia de eficacia entre las sesiones cortas de 15 min y las largas de 60. Sin embargo, el estudio de Miller et al.¹⁴ sí evidencia efectos que aparecen tras una estimulación continua de 8 h, que no se consiguen tras una sesión de una hora. Son necesarios más estudios que evidencien de forma directa el papel de la duración y la frecuencia de las sesiones de TENS para su eficacia sobre la espasticidad.

A pesar de la diversidad de variables empleadas en los diferentes estudios, se determina la importancia de la escala Ashworth o su versión modificada en la valoración clínica de la espasticidad. Además, esta escala ha demostrado una buena sensibilidad al cambio, pero presenta limitaciones y cuantifica únicamente la hipertonía del paciente, sin tener en cuenta la característica «velocidad dependiente» de la espasticidad²³. De esta forma se recomienda el empleo de medidas adicionales que cuantifiquen otros síntomas específicos asociados a la espasticidad, como puede ser el empleo de CSS en los pacientes con daño cerebral^{18,20}, o los espasmos y el clonus en pacientes con lesión medular¹⁶. Aunque la evidencia de la eficacia del TENS en los 2 últimos es bastante limitada^{16,17,22}.

Los registros de variables neurofisiológicas buscan sobre todo determinar y entender los mecanismos de acción de las intervenciones aplicadas. El estudio del reflejo H es el más utilizado en los pacientes con espasticidad. Este reflejo se utiliza como medida indirecta de la excitabilidad de la motoneurona alfa. De esta forma, los pacientes espásticos suelen presentar latencias menores que los sanos¹¹ o que el miembro no afectado en el caso de pacientes con accidente cerebrovascular²¹, además de un aumento de su amplitud o su normalización respecto de la onda M (ratio Hmáx/Mmáx)^{11,21}. Una disminución de la amplitud de este reflejo es indicativa de disminución de la hiperactividad medular. Sin embargo, los resultados encontrados en esta revisión sobre el reflejo H son contradictorios^{11,16,21}. Es necesario el desarrollo de nuevos estudios neurofisiológicos específicos que evidencien el papel del TENS en los mecanismos de inhibición medular.

A pesar de que las escalas funcionales no cuantifican de forma directa la espasticidad, estas son una buena herramienta para determinar el impacto que la espasticidad puede tener en las actividades de la vida diaria. De esta forma, mejorías en la escala de discapacidad funcional y el FIM¹⁶, la velocidad de marcha^{19,20} o el índice de Barthel²² tras la aplicación controlada de TENS determinan

un efecto indirecto sobre la espasticidad que repercute en la vida diaria del paciente. Además, profundizando en estos estudios, se observa que para que la aplicación de TENS tenga un mayor valor clínico, se utilizan programas de tratamiento de varias sesiones (al menos 15), siendo la duración de estas un parámetro menos relevante, ya que se han observado efectos positivos con sesiones desde los 15 min¹⁶ hasta los 90²². Sin embargo, estos hallazgos deben interpretarse con cautela, ya que solo 4 estudios han incorporado variables funcionales y en ninguno de ellos las mejorías observadas en la funcionalidad han sido superiores al grupo control.

Ninguno de los artículos revisados reporta efectos adversos o secundarios tras la aplicación de la técnica. De esta forma, al igual que sucede con los estudios que emplean TENS para el tratamiento del dolor⁷, podemos afirmar que se trata de una técnica segura y sin efectos adversos. En cuanto a las limitaciones de la presente revisión sistemática, cabe destacar que pueden haber sido excluidos estudios cuasiexperimentales de gran valor clínico y neurofisiológico^{10,26}. Sin embargo, con el objetivo de dar un mayor valor metodológico a la revisión, se decidió incluir únicamente ensayos clínicos. Otra limitación es que no se ha analizado en los diferentes estudios la duración del efecto terapéutico observado. El hecho de que muchos artículos solo hayan mostrado el efecto a corto plazo y que se incluyan desde sesiones de 15 min hasta programas de tratamiento de varias sesiones ha dificultado este análisis. Sin embargo, se estima que los efectos producidos por el TENS sobre la espasticidad tienen una duración corta entre (de minutos a horas) que podría aumentarse tras sesiones repetidas.

Conclusión

La mayoría de los estudios analizados demuestran la eficacia del TENS en la mayor parte de las variables registradas, siendo en algunos casos igual o superior al tratamiento farmacológico. Teniendo en cuenta su bajo coste, la facilidad de aplicación y la ausencia de efectos adversos, se considera el uso del TENS como una opción terapéutica para la reducción de la espasticidad del paciente neurológico. Sin embargo, la eficacia es controvertida en algunas variables, debido posiblemente a la variabilidad de parámetros de estimulación, que hace necesaria la realización de futuros estudios que indaguen de forma específica y estandarizada en la forma de aplicación y parámetros de estimulación para establecer y optimizar los protocolos de tratamiento.

Financiación

Para la realización de este estudio no se ha recibido ninguna financiación de carácter público o privado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*. 1980;30:1303–13.
2. Rizzo MA, Hadjimichael OC, Preiningerova J, Vollmer TL. Prevalence and treatment of spasticity reported by multiple sclerosis patients. *Mult Scler*. 2004;10:589–95.
3. Sommerfeld DK, Eek EU, Svensson AK, Holmqvist LW, von Arbin MH. Spasticity after stroke: Its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke*. 2004;35:134–9.
4. Maynard FM, Karunas RS, Waring WP 3rd. Epidemiology of spasticity following traumatic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990;71:566–9.
5. Vivancos Matellano F, Pascual Pascual SI, Nardo Vilardaga J, Miquel-Rodríguez F, De Miguel-Leon I, Martínez-Garre M, et al. Guía de tratamiento integral de la espasticidad. 2007;45:365–75.
6. Gómez-Soriano J, Taylor J. Espasticidad después de la lesión medular: revisión de los mecanismos fisiopatológicos, técnicas de diagnóstico y tratamientos fisioterapéuticos actuales. *Fisioterapia*. 2010;32:89–98.
7. Watson T. *Electroterapia: práctica basada en la evidencia*. Madrid: Elsevier Churchill Livingstone; 2009.
8. Joodaki MR, Olyaei GR, Bagheri H. The effects of electrical nerve stimulation of the lower extremity on H-reflex and F-wave parameters. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2001;41:23–8.
9. Tyson SF, Sadeghi-Demneh E, Nester CJ. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: A randomized controlled cross-over trial. *Clin Rehabil*. 2013;27:785–91.
10. Potisk KP, Gregoric M, Vodovnik L. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in patients with hemiplegia. *Scand J Rehabil Med*. 1995;27:169–74.
11. Levin MF, Hui-Chan CW. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1992;85:131–42.
12. Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135:507–11.
13. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83:713–21.
14. Miller L, Mattison P, Paul L, Wood L. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2007;13:527–33.
15. Shaygannejad V, Janghorbani M, Vaezi A, Haghighi S, Golabchi K, Heshmatipour M. Comparison of the effect of baclofen and transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of spasticity in multiple sclerosis. *Neurol Res*. 2013;35:636–41.
16. Aydin G, Tomruk S, Keles I, Demir SO, Orkun S. Transcutaneous electrical nerve stimulation versus baclofen in spasticity: Clinical and electrophysiologic comparison. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84:584–92.
17. Ping Ho Chung B, Kam Kwan Cheng B. Immediate effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in patients with spinal cord injury. *Clin Rehabil*. 2010;24:202–10.
18. Hui-Chan CW, Levin MF. Stretch reflex latencies in spastic hemiparetic subjects are prolonged after transcutaneous electrical nerve stimulation. *Can J Neurol Sci*. 1993;20:97–106.
19. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. *Disabil Rehabil*. 2005;27:105–10.
20. Ng SS, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke*. 2007;38:2953–9.
21. Martins FL, Carvalho LC, Silva CC, Brasileiro JS, Souza TO, Lindquist AR. Immediate effects of TENS and cryotherapy in the reflex excitability and voluntary activity in hemiparetic subjects: A randomized crossover trial. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16:337–44.
22. Tekeoglu Y, Adak B, Goksoy T. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on Barthel Activities of Daily Living (ADL) index score following stroke. *Clin Rehabil*. 1998;12:277–80.
23. Gomez-Soriano J, Cano-de-la-Cuerda R, Munoz-Hellin E, Ortiz-Gutierrez R, Taylor JS. Valoración y cuantificación de la espasticidad: revisión de los métodos clínicos, biomecánicos y neurofisiológicos. *Rev Neurol*. 2012;55:217–26.
24. Han JS, Chen XH, Yuan Y, Yan SC. Transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of spinal spasticity. *Chin Med J (Engl)*. 1994;107:6–11.
25. Claydon LS, Chesterton LS, Barlas P, Sim J. Dose-specific effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimental pain: A systematic review. *Clin J Pain*. 2011;27:635–47.
26. Bajd T, Gregoric M, Vodovnik L, Benko H. Electrical stimulation in treating spasticity resulting from spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985;66:515–17.