

Efectividad terapéutica de la estimulación eléctrica funcional en dorsiflexores de tobillo durante la marcha en niños y adolescentes con parálisis cerebral: una revisión sistemática

FLORENCIA REYES ZILLMANN¹, ZVONKITZA CERTANEC GONZÁLEZ²,
PAULA NAHUELHUAL CARES²

ABSTRACT

Therapeutic effectiveness of functional electrical stimulation of ankle dorsiflexors during gait in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review

Introduction: To quantify the therapeutic effectiveness of functional electrical stimulation (FES) applied to ankle dorsiflexor muscles in ambulatory children and adolescents with cerebral palsy (CP). **Materials or Patients and Methods:** A systematic review of randomized controlled trials (RCTs) was conducted in March 2022. RCTs including participants aged 2-18 years with spastic CP who received FES to the ankle dorsiflexors were selected, and outcomes were compared with any intervention or no intervention. The outcomes considered included gait speed, step length, balance, and gross motor function. Risk of bias was assessed using RoB 1. **Results:** The search yielded 427 articles, of which 25 were potentially eligible and were reviewed in full text. Of these 2 studies met the eligibility criteria. No therapeutic effects were observed for gait speed. A transient statistically significant effect favoring FES was observed for step length. For balance, three different analytical approaches were used; among these, statistically and clinically significant effects favoring FES were observed only for the Community Balance and Mobility Scale (CBMS). **Conclusion:** Current evidence suggests that FES may improve balance, but not other variables such as gait speed or gross motor function, in children with unilateral spastic CP. However, due to the scarcity and low methodological quality of the available studies, firm conclusions regarding its effectiveness cannot be drawn. At present, FES should be considered a potential adjunct rather than a substitute to conventional therapies. Higher-quality research is needed to confirm these findings.

Keywords: Cerebral Palsy, Functional Electrical Stimulation, Gait; Motor Skills.

¹Unidad de Fisiatría, Subdirección Médica de Puerto Montt, Instituto Teletón, Puerto Montt. Chile.

²Facultad de Medicina Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

Recibido: 13-10-2025
Aceptado: 13-01-2026

Correspondencia:
Florencia Reyes Zillmann
freyes@teleton.cl

RESUMEN

Introducción: Evaluar la efectividad terapéutica de la estimulación eléctrica funcional (EEF) en músculos dorsiflexores de tobillos en niños y adolescentes ambulantes con parálisis cerebral (PC). **Material o Pacientes y Métodos:** Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) realizada en marzo de 2022. Se seleccionaron ECAs con pacientes entre 2 a 18 años con PC espástica, que utilizaron EEF dorsiflexores de tobillos y los compararon con cualquier o ninguna intervención. Como resultado se consideraron: velocidad de marcha, longitud del paso, equilibrio y función motora gruesa. Se evaluó riesgo de sesgo con RoB 1. **Resultados:** La búsqueda arrojó 427 artículos, de los cuales 25 resultaron ser potencialmente elegibles y se revisaron a texto completo. Finalmente 2 cumplieron con los criterios de elegibilidad. No se observaron efectos terapéuticos en velocidad. En longitud del paso hubo un efecto estadísticamente significativo transitorio favorable a EEF. Para equilibrio se utilizaron tres formas de análisis, de éstas sólo hubo efectos estadísticamente significativos y clínicamente favorables a EEF en *Community Balance and Mobility Scale* (CBMS). **Conclusión:** Basado en un número limitado de ECAs = 2, la evidencia actual sugiere que la EEF en dorsiflexores de tobillo podría mejorar el equilibrio, pero no otras variables como la velocidad y la función motora gruesa, en niños con PC espástica unilateral. Sin embargo, debido a la escasez y baja calidad de los estudios disponibles, no es posible extraer conclusiones firmes sobre su eficacia real. La EEF se debe considerar actualmente un potencial complemento, no un sustituto, de las terapias convencionales. Se necesitan investigaciones de mejor calidad para confirmar estos hallazgos.

Palabras clave: Parálisis cerebral, Estimulación eléctrica funcional, Marcha, Función motora gruesa.

Introducción

La parálisis cerebral (PC) es el trastorno motor más común en niños, con una prevalencia de 2 a 2,5 por cada 1.000 nacidos vivos¹. La PC es un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, que causan limitación de la actividad, que se atribuyen a alteraciones cerebrales no progresivas que ocurrieron en la vida fetal o infantil en desarrollo². La PC espástica es el tipo más común y representa el 75% de los casos. Ésta presenta alteraciones del tono muscular, la fuerza, el control motor selectivo y del balance, lo que conlleva a acortamientos miotendinosos y reducción del rango articular, entre otros²⁻⁶. Entre los grupos musculares más afectados se encuentran los dorsiflexores de tobillo (tibial

anterior, extensor hallucis longus, extensor digitorum longus, fibularis tertius) inervados por el nervio peroneo profundo. Su déficit se evidencia en la caída del antepié, provocando el contacto inicial plantígrado o con antepié en la primera fase del apoyo de la marcha y una caída de este en la fase de balanceo, afectando el largo del paso, la velocidad de la marcha y el balance^{3,7,8}.

Existe evidencia que demuestra que el fortalecimiento de los músculos dorsiflexores de tobillo y la disminución de la espasticidad en los músculos plantiflexores de tobillo tendría efectos positivos sobre el patrón de marcha funcional y equilibrio con sus consecuentes efectos en la función motora gruesa^{3,9,10}. Se han implementado distintos tipos de tecnologías con el fin fortalecer los dorsiflexores para

mejorar la marcha, entre ellas se encuentra la estimulación eléctrica funcional (EEF), la cual se define como: “la estimulación eléctrica de los músculos que tienen un control motor alterado para producir una contracción y obtener un movimiento funcionalmente útil”⁹.

Existen dos modalidades de EEF para los dorsiflexores, la estimulación muscular directa a través de puntos motores y la estimulación indirecta a través del nervio peroneo profundo⁹. Diversos estudios postulan que la EEF podría utilizarse como una órtesis funcional dinámica o neuro-órtesis en pacientes con trastornos de la marcha^{9,11,12}, aumentando la velocidad y la estabilidad⁸⁻¹⁴, con efectos en: funcionalidad, participación y calidad de vida^{9,15}. Sin embargo, para niños y adolescentes con PC espástica actualmente solo existe evidencia sobre los efectos ortésicos, pero no hay claridad sobre los terapéuticos.

Por otra parte, el uso de órtesis convencionales de tobillo y pie (OTP), en ocasiones restringen los movimientos activos de los plantiflexores, lo que puede exacerbar la debilidad muscular de éstos, limitando el despegue¹⁶. Considerando lo anterior, el objetivo principal de esta revisión es cuantificar los efectos terapéuticos en velocidad de la marcha, largo del paso, equilibrio y función motora gruesa, que tiene la EEF en dorsiflexores de tobillo en niños y adolescentes menores de 18 años, con PC espástica I-III según el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS).

Material o Pacientes y Métodos

La presente revisión sistemática se realizó basada en las recomendaciones de la Colaboración Cochrane¹⁷ y la declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 para la publicación de revisiones sistemáticas¹⁸. Su protocolo fue publicado en PROSPERO con el número de registro CRD304111.

Criterios de elegibilidad

Tipos de estudios: Ensayos clínicos aleatorizados

Población: Niños y adolescentes entre 2 a

18 años con PC espástica GMFCS I, II, III. Aquellos estudios que presentaron poblaciones mixtas en edad sólo fueron incluidos si el análisis permitía separar el total de los datos.

Intervención: Cualquier modalidad de EEF en dorsiflexores. En los estudios que utilizaron EEF en varios grupos musculares, solo fueron incluidos aquellos donde el análisis de datos permitía separar los efectos terapéuticos de EEF en los dorsiflexores.

Comparación: Cualquier intervención de rehabilitación de la marcha y estudios que no utilizaron otra terapia.

Desenlaces evaluados: Velocidad de marcha y longitud del paso, evaluados en laboratorio de marcha. Equilibrio, analizado con cualquier instrumento con resultados cuantitativos. Función motora gruesa, evaluada por Gross Motor Function Measure (GMFM) y reporte de efectos adversos de EEF descrito por los autores.

Criterios de exclusión

Estudios que no especifiquen si la modalidad de EEF fue directa en dorsiflexores o nervio peroneo profundo. Estudios que no especifiquen los detalles de las variables de EEF utilizadas como: tipo de corriente, intensidad, periodicidad y tipo de actividad en la cual se utilizó.

Fuentes de la información

La búsqueda sistemática se realizó en marzo del 2022, en las siguientes bases de datos biomédicas: MEDLINE (PubMed), EMBASE, LILACS, CINAHL, Cochrane Library, PEDro, OTSeeker, y Web of Science. La estrategia de búsqueda incluyó términos relacionados a la condición de salud.

Se consideró en la búsqueda sistemática, incluir artículos indexados desde el inicio de cada base de datos hasta la fecha de cierre de la revisión, en cualquier idioma y con un estado de publicación *in-press*, publicado o literatura gris.

Síntesis y análisis de datos

Selección de los estudios

Los títulos y/o resúmenes de los estudios identificados fueron evaluados de forma independiente por dos revisores para identi-

ficar aquellos estudios que cumplieran con los criterios de elegibilidad mediante el *software* COVIDENCE. Las discrepancias en los estudios seleccionados fueron resueltas por un tercer revisor.

Extracción

Se utilizó una planilla Excel para extraer los datos de los estudios incluidos, evaluar su calidad y sintetizar sus resultados. En la información obtenida se consideró: población de estudio, datos demográficos, detalles de la intervención y comparación, evaluaciones basales, resultados e información para evaluación del riesgo de sesgo. En caso de dudas sobre los datos en los estudios seleccionados, los revisores determinaron comunicarse con el autor principal para solicitar datos faltantes o adicionales.

Riesgo de sesgo en los estudios incluidos

Dos revisores evaluaron de forma independiente el riesgo de sesgo en los ensayos clínicos aleatorizados elegibles mediante el instrumento RoB 1¹⁷. Los desacuerdos entre los autores se resolvieron mediante la participación del tercer revisor.

Síntesis de resultados

Se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos de los estudios incluidos, estructurados en torno al tipo de intervención, las características de la población objetivo, el tipo de resultado, características de la intervención y el riesgo de sesgo.

Resultados

Selección de estudios

La búsqueda arrojó 427 artículos, de los cuales 322 se sometieron a revisión de título y resumen. De éstos, 25 artículos resultaron ser potencialmente elegibles y se revisaron a texto completo. Finalmente, sólo 2 artículos cumplieron con los criterios de elegibilidad para el análisis de sus resultados^{10,19}. Las principales causas de exclusión fueron que no evaluaban los parámetros seleccionados,

los estudios utilizaban en forma simultánea de EFE con otros grupos musculares y no describían los resultados por forma separada, o no se especificaba la modalidad de EFE utilizada (Figura 1).

Características de los estudios

Se analizaron dos ECAs^{10,19}, que utilizaron como intervención terapéutica EEF en dorsiflexores de tobillos en fase de balanceo en marcha comunitaria, en una población total de 66 niños(as) con PC espástica unilateral GMFCS I y II (masculino 38, femenino 28), con edades entre 7 a 13 años con un promedio etario de 10 años, provenientes de Australia y Arabia Saudita. Ambos estudios excluyeron a pacientes con trastornos cognitivos severos, epilepsia no controlada y cirugías de extremidad inferior. Los estudios utilizaron la modalidad de estimulación neural en el nervio peroneo profundo y realizaron la EEF principalmente en un ambiente escolar con marcha comunitaria. En cuanto a los parámetros de estimulación eléctrica, ambos estudios fueron realizados con modalidad bifásica a una frecuencia de 30 Hz con un ancho de pulso que iba entre 25 a 300 us. (Tabla 1 y 2).

Velocidad de la marcha

Los dos estudios analizaron la velocidad de marcha. Se evidenció una diferencia de medias de 0,05 m/s (IC 95%: -0,25 a +0,15, $p = 0,65$), lo que indica que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos y no es posible determinar un efecto claro de la EEF sobre la velocidad de la marcha^{10,19} (Tabla 3).

Longitud del paso

Solo un estudio¹⁹ evaluó longitud del paso en dos tiempos distintos: al término de 8 semanas de tratamiento y luego de 6 semanas de seguimiento, con efecto estadísticamente significativo favorable a EEF al término de tratamiento (DM 0,06 IC 95% 0,003 a 0,126; $p = 0,035$), aumentando la longitud de 0,4 a 0,5 mt, vs el grupo control que desde el ini-

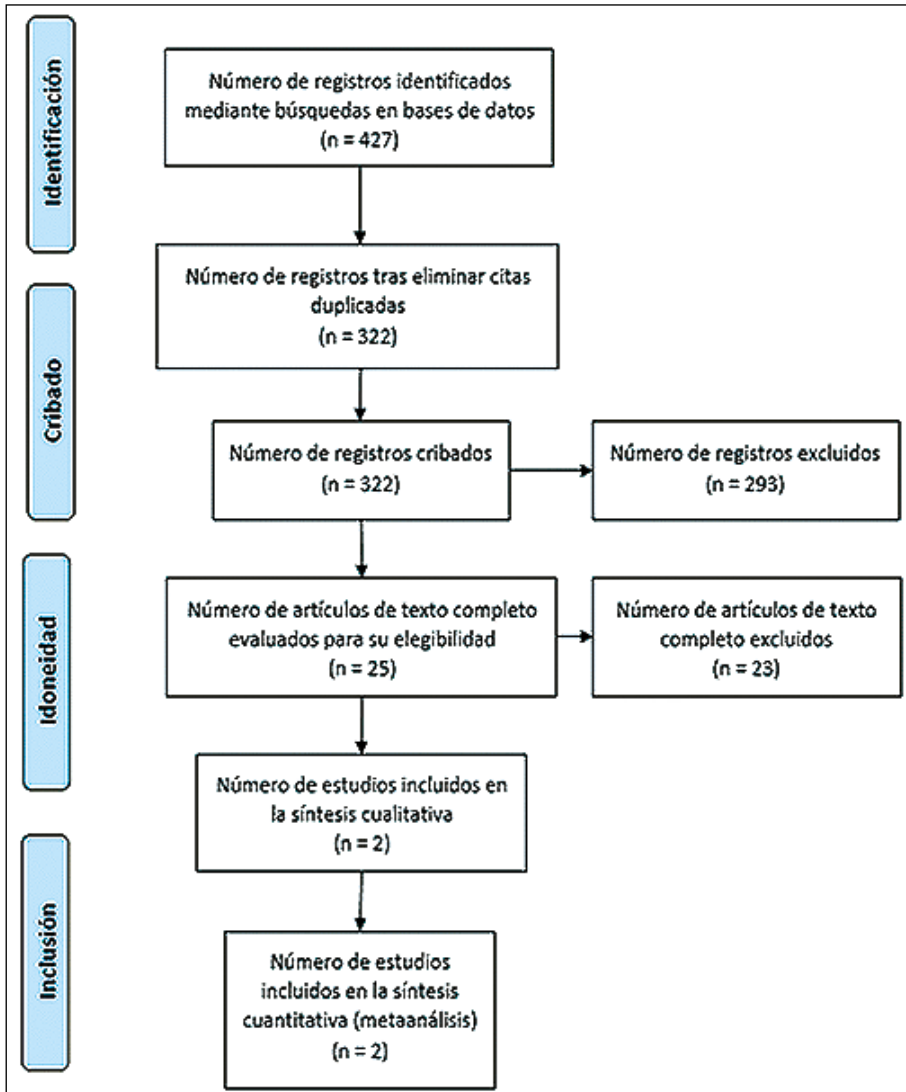


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de ensayos.

Tabla 1. Resumen de estudios incluidos							
Estudio año	Grupos	GMFCS	Hemiplejía/ Diplejía/ tetraplejía	Participantes Sexo (M/F)	Rango etario	Promedio etario	Desenlaces incluidos en la revisión
El-Shamy (2016)	EEFen DF control	1 y II	Hemiplejía/0/0	34 (21/13)	8 a 12	10 a	Velocidad de la marcha
Pool (2015)	EEFen DF control	1 y II	Hemiplejía/0/0	32 (17/15)	7 a 13	10 a	Velocidad de marcha Longitud del paso Equilibrio Efectos adversos

Tabla 2. Características de la intervención

Estudio	Tratamiento	Modalidad	Cointervención	Tratamiento del grupo control	Duración de la sesión Frecuencia Duración del protocolo	Volumen total de la intervención	Frecuencia Intensidad Ancho de pulso
EI - S h a m y (2016)	EEFen DF en fase de balanceo durante marcha comunitaria	Neural N. Peroneo profundo	Kinesioterapia Elongación Fortalecimiento muscular Entrenamiento: Propiocepción/ equilibrio/ marcha 1 h al día tres veces por semana por 3 meses	Kinesioterapia Elongación Fortalecimiento muscular Entrenamiento: Propiocepción/ equilibrio/ marcha 1 h al día tres veces por semana por 3 meses	2 h/día 3 días x semana 12 semanas	72 h	33 HZ A tolerancia hasta lograr DF de tobillo Ajustado a tolerancia con máximo de 300 us
Pool (2015)	EEF en DF En fase de balanceo durante marcha comunitaria	Neural N. Peroneo profundo	Sin cointervención	Tratamiento ortopédico y ortésico habitual	6,2 h/día 6 días x semana 8 semanas	296,7 h	33 HZ Intensidad no especificada 25 a 100 us

cio al término del tratamiento se mantuvo en 0,4 mt. Luego de 6 semanas de seguimiento, el grupo EEF mantuvo los 0,5 mt; mientras que el grupo control, alcanzó los 0,5 mt. sin diferencias significativas entre ambos grupos. En cuanto a la extremidad contralateral, no se evidenciaron cambios estadísticamente significativos (Tabla 4).

Equilibrio

El estudio de Pool et al.¹⁹, analizó el equilibrio en dos tiempos distintos: al término de 8 semanas de tratamiento y luego de 6 semanas de seguimiento. Esto se realizó mediante tres instrumentos: CBMS, prueba de cuatro pasos cuadrados (4SST) y un cuestionario de autoinforme de caídas creado por el grupo de investigadores. Hubo un efecto estadísticamente significativo y clínicamente favorable a EEF en CBMS al término del tratamiento (DM 8,3 unidades, IC 95% 3,2 a 13,4 unidades, p < 0,001) y durante el seguimiento (DM 8,9 unidades, IC 3,8 a 13,9 unidades (p < 0,001), considerando

cambios de cinco puntos como clínicamente significativos para esta escala. En la prueba 4SST no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. En el auto reporte de caídas no se evidenció una reducción significativa entre ambos grupos (p = 0,089) al término de tratamiento; sin embargo, tras el seguimiento a las 6 semanas, se observó una reducción significativa a favor de EEF con un (p = 0,01) (Tabla 5).

Eventos adversos: Sólo un estudio se refirió a este ítem¹⁹, reportando la ausencia de eventos adversos.

Análisis de sesgo

Riesgo de sesgo dentro de los estudios

El riesgo de sesgo de cada estudio se evaluó con RoB 1¹⁷(Figura 2).

Los estudios presentan un riesgo de sesgo global moderado a alto, por falta de accesibilidad al protocolo de estudio donde se especifiquen las variables a evaluar (sesgo de notificación)¹⁰, conocimiento de los parti-

Tabla 3. Efecto comparativo EEF en DF frente a terapia convencional en relación a velocidad de la marcha

Study or subgroup	Experimental		Control		Total	Weight	IV, Random	Mean difference, 95% CI
	Mean	SD	Mean	SD				
El-Shamy 2016	0,75	0,83	0,6	0,07	17	21,4%	0,15	[-0,25, 0,55]
Pool 2015	1,1	0,2	1,2	0,2	16	78,6%	-0,10	[-0,24, 0,04]
Total (95% CI)					33	100,0%	-0,05	[-0,25,0,15]

Heterogeneity: Tau² = 0,01; Chi² = 1,36, df = 1 (P = 0,24) I² 27%
 Test for overall Z = 0,46 (P = 0,65)

cipantes y personal de la intervención (sesgo de realización)^{10,19} y conocimiento de los evaluadores en cuanto a uso EEF (sesgo detección)^{10,19}. Destacan, a su vez, algunas variables que pueden interferir en los resultados como: arreglos de la plataforma de marcha después de la medición de los primeros resultados¹⁹, educación a profesores de los colegios de aquellos pacientes que usaban EEF¹⁹, visitas semanales que hacían los intervencionistas a los pacientes y familiares para educar en cuanto al buen uso de EEF¹⁹.

Discusión

El número limitado de ECA incluidos restringe la capacidad de generalizar los hallazgos.

Los resultados de esta revisión indican que la EEF en dorsiflexores de tobillo tiene efectos terapéuticos en el equilibrio, estadística y clínicamente significativos superiores a terapias convencionales bajo evaluación con CBMS¹⁹. No se encontraron diferencias en la velocidad, ni largo del paso^{10,19}. No se encontraron estudios que evaluaran función motora gruesa mediante GMFM. Con respecto a las características demográficas de la población evaluada, se observa homogeneidad de la población entre los estudios, destacando solo a PC espástica unilateral GMFCS I y II con edades entre 7 a 13 años con un promedio etario de 10 años^{10,19}.

En relación con la modalidad ocupada, los estudios utilizaron EEF en nervio peroneo profundo en la fase de balanceo de la marcha^{10,19}. Este mecanismo permitiría un mayor reclutamiento selectivo de los dorsiflexores, aumentando la fuerza de éstos, generando una disminución de la espasticidad en los plantiflexores mediante el reflejo de inhibición recíproca^{3,9}. Al mismo tiempo, la percepción sensorial causada por EEF permite un mayor control motor selectivo, lo que favorece al equilibrio²⁰.

Con respecto a la dosificación, se plantea el uso diario de EEF de 2 a 6 h^{10,19}, de 3 a 6 veces por semana^{10,19}, por un período de 8 a 12 semanas^{10,19}, completando una duración total que va de 72 a 297 h^{10,19}, lo que evidencia una gran variabilidad de volumen terapéutico

Tabla 4. Efecto comparativo EEF en DF frente a terapia convencional en relación a Longitud del paso

Longitud del paso (LP) mt	T	FEF (DE)	Control (DE)	Diferencia media (95% IC)	P valué*
LP hemi	T1	0,4 (0,1)	04 (0,1)	-	-
	T2	0,5 (0,1)	04 (0,1)	0,003 a 0,126	p = 0,035
	T3	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)	-	-
LP Contralateral	T1	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)	-	-
	T2	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)	-	-
	T3	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)	-	-

Períodos de evaluación: (T1) inicio de tratamiento; (T2) post tratamiento; (T3) seguimiento.

*Resultados de la prueba entre grupos en cada momento de evaluación, considerando un valor de $p < 0,05$ como cambio significativo.

Pool et al 2015.

Tabla 5. Efecto comparativo EEF en DF frente a terapia convencional en relación a equilibrio

Prueba	T	FEF (DE)	Control (DE)	Diferencia media (95% IC)	p valué*
CMBS	T1	56,4 (14,8)	53,5 (16,5)	-	-
	T2	67,7 (12,8)	56,9 (16,9)	8,3 (3,2 a 13,4)	($p < 0,001$)
	T3	70,4 (11,3)	58,9 (16,2)	8,9 (3,8 a 13,9)	($p < 0,001$)
4SST (segundos)	T1	10,9 (2,8)	10,6 (3,3)	-	-
	T2	9,0 (2,6)	9,2 (2,1)	-0,1 (-0,2 a 0,03)	P = 0,182
	T3	8,5 (2,8)	9,1 (2,6)	-0,1 (-0,2 a 0,03)	P=0.160
Auto reporte de caídas	T1	2 (1-3)	3 (2-4)	-	-
	T2	2 (1-25)	2 (2-3)	-	P = 0,089
	T3	1,5 (1-2)	2,5 (2-3,5)	-	P = 0,011

Períodos de evaluación, (T1) inicio de tratamiento; (T2) post tratamiento; (T3) Seguimiento.

CBMS Community balance mobility scale 4SST four step test

Resultados de la prueba entre grupos en cada momento de evaluación, considerando un valor de $p < 0,05$ como cambio significativo.

Pool et al 2015.

frente a pacientes de similares características demográficas y objetivos terapéuticos. Esto se condice con los hallazgos descritos por el estudio de Moll et al.¹⁵, que describe que el volumen terapéutico aún es desconocido. En cuanto a los parámetros eléctricos utilizados, no se observaron grandes diferencias entre los estudios evaluados en esta revisión.

En relación con la velocidad de la marcha, si bien no existen efectos estadísticamente significativos reportados en esta revisión es necesario considerar que en el estudio de Pool et al.¹⁹, ambos grupos al comienzo tenían valores normales de velocidad con un promedio de 1,2 mt/s, los que se mantuvieron tras el período de

seguimiento. A diferencia del estudio de El-Shamy et al.¹⁰, donde ambos grupos partieron con un déficit de velocidad con un promedio de 0,47 mt/s, aumentado a 0,75 mt/s para el grupo de estudio y a 0,6 mt/s en el de control ($P = 0,00$). Por lo que es relevante definir con futuros estudios si a velocidades reducidas la EFE puede tener algún efecto terapéutico, tal como se ha descrito en pacientes adultos con accidente cerebro vascular^{9,13,14}.

En la longitud del paso, si bien existió una diferencia significativa al final del tratamiento a favor de EEF, ésta no se mantuvo. Durante el seguimiento el grupo control obtuvo los mismos efectos terapéuticos alcanzados por el

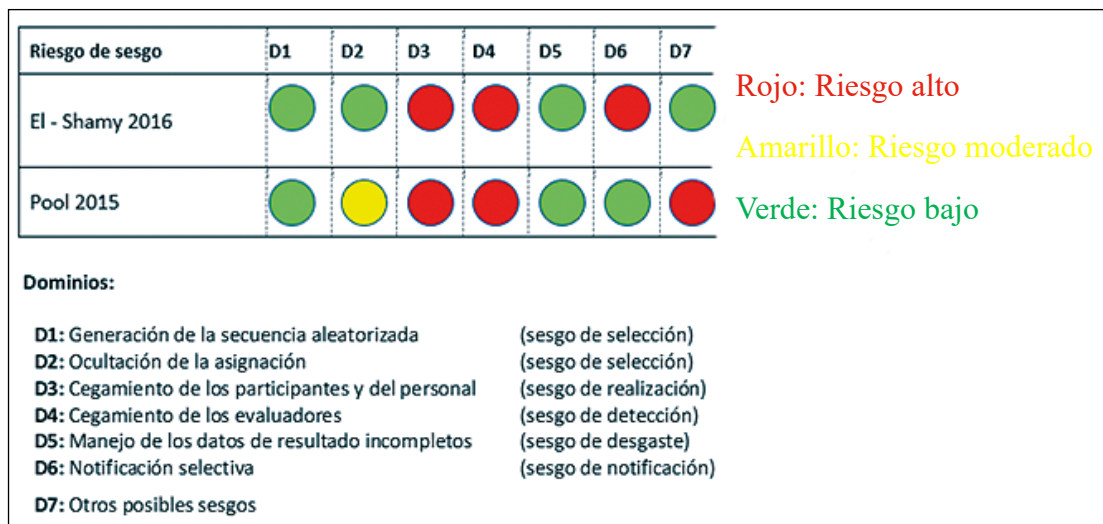


Figura 2. Riesgo de sesgo de estudios seleccionados.

grupo EEF tras el término del tratamiento, por lo que el efecto positivo no se puede atribuir únicamente a la EEF¹⁹. En cuanto a la función motora gruesa, no se encontraron estudios que evaluaran los efectos terapéuticos bajo GMFM, a diferencia de lo descrito en las revisiones que estudiaron los efectos ortésicos de EEF, donde se evidencian cambios clínicamente significativos en los dominios D y E favorables a EEF^{21,22}.

Con respecto al equilibrio los resultados varían de acuerdo a los parámetros evaluados. Por un lado, la prueba 4SST no evidenció cambios estadísticamente significativos y el autoinforme de caídas no tuvo efectos favorables para el uso de EEF al término del tratamiento, pero sí los alcanzó en la etapa de seguimiento. Mientras que CBMS tuvo efectos positivos para el uso de EEF, tanto al término del tratamiento como en el seguimiento¹⁹, lo que sugiere algún efecto de EEF en el aprendizaje motor sobre el desarrollo de repertorio secundario^{23,24}.

Cabe mencionar que los resultados terapéuticos evidenciados en esta revisión son distintos a las revisiones de Grave et al.²¹, y Chen et al.²², donde se objetivan efectos favorables al uso de estimulación neuromuscular tanto para parámetros temporo espaciales de la marcha como en funcionalidad. Sin embargo, ellos evaluaron efectos ortésicos, no efectos terapéuticos y además utilizaron EEF

en otros grupos musculares en conjunto con los dorsiflexores^{21,22}.

Limitaciones

El número limitado de ECA incluidos en este estudio restringe la capacidad de generalizar los hallazgos y establecer una evidencia concluyente. La presencia de la baja potencia estadística y heterogeneidad de los ECAs identificada, sugieren que los aparentes resultados nulos deben interpretarse con cautela, más como un indicio de evidencia insuficiente que como una prueba de ineficacia. Por tanto, esta revisión subraya la necesidad crítica de mayor número de ECA futuros, rigurosamente diseñados para abordar estas deficiencias.

Una de las limitaciones de esta revisión es que no existen estudios con alto nivel de evidencia, puesto que el riesgo de sesgo de éstos es de moderado a alto. En esa dirección, la revisión de Moll et al.¹⁵, también objetiva la falta de enmascaramiento y accesibilidad a los protocolos de estudios, sesgos presentes en esta revisión.

Otra de las limitaciones de esta revisión es que solo consideró parámetros analíticos cuantitativos de la marcha que fueron evaluados únicamente en laboratorio, lo que restringe la objetividad de los efectos terapéuticos en la vida comunitaria. En esa misma línea, la

evaluación de función motora gruesa analizado únicamente a través por GMFM puede haber excluido efectos de importancia clínica, que se hayan objetivado bajo otro instrumento.

Por otra parte, se debe considerar la falta de validez externa de esta revisión por diferentes factores:

Los estudios analizan los efectos terapéuticos en una acotada población, quedando fuera de análisis gran parte de la población objetivo de este estudio como los son los pacientes con PC dipléjicas, GMFCS III y grupos los grupos de 2 a 6 años y 14 a 18 años.

Por otro lado, en el estudio de Pool et al.¹⁹, continuamente se educó a pacientes, apoderados, profesores y compañeros sobre el buen uso de EEF, lo que sugiere la importancia que tiene el compromiso de la red de apoyo para lograr los efectos terapéuticos.

En cuanto a las implicancias clínicas según los resultados de esta revisión, la EEF en dorsiflexores de tobillo sugiere tener efectos terapéuticos favorables en el equilibrio, pudiendo ser una alternativa en aquellos niños y adolescentes con PC espástica que no pueden asistir a terapias convencionales o que tengan alguna limitación para el uso de AFO, dado la buena tolerancia y la seguridad que se ha descrito en otros estudios^{15,25,26}. La evidencia actual es insuficiente para determinar efectos terapéuticos en los parámetros de marcha a corto y largo plazo.

Conclusiones

El uso de EEF en dorsiflexores de tobillos en niños y adolescentes ambulantes con PC espástica no demuestra superioridad terapéutica sobre las terapias convencionales en variables claves como la velocidad, la longitud del paso y la función motora gruesa. Sin embargo, podría tener un efecto positivo en la mejora del equilibrio. No obstante, la evidencia es limitada y de baja calidad metodológica (sólo dos estudios analizados), lo que impide establecer conclusiones firmes sobre su eficacia real. Por lo tanto, se requieren estudios de mejor calidad para estimar el efecto real de esta terapia. La EEF debe considerarse actualmente como una

alternativa complementaria potencial, y no como un sustituto, a los enfoques de rehabilitación física convencionales.

Referencias

1. McGuire DO, Tian LH, Yeargin-Allsopp M, Dowling NF, Christensen DL. Prevalence of cerebral palsy, intellectual disability, hearing loss, and blindness, National Health Interview Survey, 2009-2016. *Disabil Health J.* 2019;12(3):443-451. doi:10.1016/j.dhjo.2019.01.005
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007 Feb;109:8-14. Erratum in: *Dev Med Child Neurol.* 2007 Jun;49(6):480.
3. Ross SA, Engsborg JR. Relationships Between Spasticity, Strength, Gait, and the GMFM-66 in Persons With Spastic Diplegia Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(9):1114-1120. doi:10.1016/j.apmr.2007.06.011
4. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil.* 2006;28(4):183-191. doi:10.1080/09638280500158422
5. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(SUPPL. 2):8-14. doi:10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x
6. Opheim A, Jahnsen R, Olsson E, Stanghelle JK. Walking function, pain, and fatigue in adults with cerebral palsy: A 7-year follow-up study. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(5):381-388. doi:10.1111/j.1469-8749.2008.03250.x
7. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol.* 2001 Nov;8 Suppl 5:98-108. doi: 10.1046/j.1468-1331.2001.00042.x.
8. Verazaluce-Rodríguez PR, Rodríguez-Martínez P, Neri-Gómez S, Hernández-Aquino RM. Evolución de la marcha en pacientes con parálisis cerebral y desplazamiento asistido, mediante su entrenamiento con equipo de asistencia robótica. *Rehabilitación (Madr).* 2014;48(1):3-8. doi:10.1016/j.rh.2013.04.006
9. Prenton S, Hollands KL, Kenney LPJ, Onmanee P. Functional electrical stimulation and ankle foot orthoses provide equivalent therapeutic effects on foot drop: A meta-analysis providing direction for

- future research. *J Rehabil Med.* 2018;50(2):129-139. doi:10.2340/16501977-2289
10. El-Shamy SM, Abdelaal AAM. WalkAide efficacy on gait and energy expenditure in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016;95(9):629-638. doi:10.1097/PHM.0000000000000514
 11. Tan Z, Liu H, Yan T, et al. The effectiveness of functional electrical stimulation based on a normal gait pattern on subjects with early stroke: A randomized controlled trial. *Biomed Res Int.* 2014;2014. doi:10.1155/2014/545408
 12. Dujović SD, Malešević J, Malešević N, Vidaković AS, Bijelić G, Keller T, Konstantinović L. Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients: A single-blind randomized study. *NeuroRehabilitation.* 2017;41(4):791-800. doi: 10.3233
 13. Robbins SM, Houghton PE, Woodbury MG, Brown JL. The Therapeutic Effect of Functional and Transcutaneous Electric Stimulation on Improving Gait Speed in Stroke Patients: A Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(6):853-859. doi:10.1016/j.apmr.2006.02.026
 14. Roche A, Laignin G, Coote S. Surface-applied functional electrical stimulation for orthotic and therapeutic treatment of drop-foot after stroke—a systematic review. *Physical Therapy Reviews.* 2009;14(2):63-80. doi:10.1179/174328809X405946
 15. Moll I, Vles JSH, Soudant DLHM, Witlox AMA, Staal HM, Speth LAWM, Janssen-Potten YJM, Coenen M, Koudijs SM, Vermeulen RJ. Functional electrical stimulation of the ankle dorsiflexors during walking in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2017 Dec;59(12):1230-1236. doi: 10.1111/dmcn.13501
 16. Romkes J, Brunner R. Comparison of a Dynamic and a Hinged Ankle-Foot Orthosis by Gait Analysis in Patients with Hemiplegic Cerebral Palsy. Vol 15.; 2002. www.elsevier.com/locate/gaitpost
 17. Higgins JPT, Thomas J (Professor of SR and P, Chandler J, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.*
 18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ.* 2021;372. doi:10.1136/bmj.n71
 19. Pool D, Valentine J, Bear N, Donnelly CJ, Elliott C, Stannage K. The orthotic and therapeutic effects following daily community applied functional electrical stimulation in children with unilateral spastic cerebral palsy: A randomised controlled trial. *BMC Pediatr.* 2015;15(1). doi:10.1186/s12887-015-0472-y
 20. Mäenpää H, Jaakkola R, Sandström M, von Wendt L. Effect of Sensory-Level Electrical Stimulation of the Tibialis Anterior Muscle during Physical Therapy on Active Dorsiflexion of the Ankle of Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy.* 2004;16(1):39-44. doi:10.1097/01.PEP.0000114629.20513.7A
 21. Chen YH, Wang HY, Liao C de, Liou TH, Escorpizo R, Chen HC. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation in improving mobility in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil.* Published online 2022. doi:10.1177/02692155221109661
 22. Greve KR, Joseph CF, Berry BE, Schadt K, Rose J. Neuromuscular electrical stimulation to augment lower limb exercise and mobility in individuals with spastic cerebral palsy: A scoping review. *Front Physiol.* 2022;13. doi:10.3389/fphys.2022.951899
 23. Wu CW, Seo HJ, Cohen LG. Influence of electric somatosensory stimulation on paretic-hand function in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006 Mar;87(3):351-7. doi: 10.1016/j.apmr.2005.11.019
 24. Morone G, Fusco A, di Capua P, Coiro P, Pratesi L. Walking training with foot drop stimulator controlled by a tilt sensor to improve walking outcomes: A randomized controlled pilot study in patients with stroke in subacute phase. *Stroke Res Treat.* Published online 2012. doi:10.1155/2012/523564
 25. Van der Linden M. Functional electrical stimulation in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2012 Nov;54(11):972. doi: 10.1111/j.1469-8749.2012.04419.x
 26. Prosser LA, Curatalo LA, Alter KE, Damiano DL. Acceptability and potential effectiveness of a foot drop stimulator in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(11):1044-1049. doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04401.x

Estrategia de búsqueda: (((((((("Cerebral Palsy";[Mesh]) OR "cerebral palsy";[Title/Abstract]) AND";[Mesh];"functional electrical stimulation"[Title/Abstract]) OR "functional electrical stimulation";[Title/Abstract]) "neuromuscular stimulation";[Title/Abstract]) OR "Electric stimulation therapy"[Title/Abstract]) OR "Electric stimulation" OR "Electric stimulation [Title/Abstract]) AND";[Mesh] "Randomized controlled trial" OR "randomized controlled trial [Title/Abstract]) OR " Trials, Randomized Clinical";[Title/Abstract]) OR "Controlled Clinical Trials, Randomized;[Title/Abstract])"))))