



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

EFICACIA DE LAS MODALIDADES DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA EN  
EL TRATAMIENTO DE NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

EFFICACY OF ELECTRICAL STIMULATION MODALITIES IN THE  
TREATMENT OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN FISIOTERAPIA EN PEDIATRÍA

AUTORA

RUTH GABRIELA YAPO ESTEBAN

ASESOR

JOSE MIGUEL AKIRA ARAKAKI VILLAVICENCIO

LIMA – PERÚ

2025



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

Mg. JOSE MIGUEL AKIRA ARAKAKI VILLAVICENCIO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0003-4174-9475

**Fecha de aprobación:** 18 de junio de 2025

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a los niños, quienes espero puedan verse beneficiados con la implementación de herramientas de apoyo en el abordaje fisioterapéutico con mayor respaldo de evidencia científica.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas aquellas personas que contribuyeron en el proceso de formación académica de la Segunda Especialidad Profesional en Fisioterapia en Pediatría, así como al asesor del presente trabajo académico.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

EFICACIA DE LAS MODALIDADES DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA EN  
EL TRATAMIENTO DE NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

EFFICACY OF ELECTRICAL STIMULATION MODALITIES IN THE  
TREATMENT OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN FISIOTERAPIA EN PEDIATRÍA

AUTORA

RUTH GABRIELA YAPO ESTEBAN

ASESOR

JOSE MIGUEL AKIRA ARAKAKI VILLAVICENCIO

LIMA – PERÚ

2025

**17% Similitud estándar** Filtros

6 Exclusiones →

**Fuentes**  
Mostrar las fuentes solapadas i o

1	Trabajos del estudiante	1%
Universidad de Almeria		
4 bloques de texto	89 palabras coincidentes	
2	Trabajos del estudiante	1%
Universidad Europea de Madrid		
3 bloques de texto	86 palabras coincidentes	
3	Internet	1%
repositorio.upch.edu.pe		
7 bloques de texto	82 palabras coincidentes	
4	Internet	<1%
repositorio.uwiener.edu.pe		
6 bloques de texto	64 palabras coincidentes	
5	Internet	<1%
previous.revmexneurociencia.com		
4 bloques de texto	24 palabras coincidentes	

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. CUERPO .....	4
IV. CONCLUSIONES .....	23
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXOS	

## RESUMEN

**Antecedentes:** La parálisis cerebral (PC) constituye un problema de salud pública mundial, actualmente se dispone de una amplia gama de intervenciones terapéuticas como es el uso de la estimulación eléctrica (EE), cuya eficacia de sus diferentes modalidades viene siendo estudiada.

**Objetivo:** Realizar revisión de la literatura científica sobre la eficacia de las modalidades de EE en el tratamiento de los niños con parálisis cerebral.

**Tipo de estudio:** trabajo monográfico.

**Procedimientos básicos:** Se realizó búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline, PEDro, Google Académico, MEDES: Medicina en español y SciELO.

**Resultados:** Mayor número de investigaciones de las modalidades Estimulación Eléctrica Funcional (FES), Estimulación Transcraneal De Corriente Continua (TDCS) y Estimulación Eléctrica Neuromuscular (NMES). Los parámetros de aplicación fueron ajustados según los objetivos del tratamiento y las características del usuario. La FES tuvo repercusión en la marcha, la función motora, la espasticidad, las actividades de la vida diaria y la aptitud cardiorrespiratoria, mediante el uso de dispositivos de asistencia sincronizada con la marcha o el ciclismo asistido por FES; la NMES, en la sialorrea, eficacia y reclutamiento muscular, fuerza y volumen muscular; la TDCS, en la espasticidad, equilibrio, marcha y función manual. **Conclusión:** La EE mostró eficacia en el tratamiento de los niños con PC, sin y en combinación con otras intervenciones; sin embargo, se debe considerar que hubo variabilidad, según cada modalidad, respecto a las diferencias significativas entre grupos de estudio y la retención de los resultados.

**Palabras claves:** parálisis cerebral, estimulación eléctrica, estimulación eléctrica funcional, estimulación transcraneal, estimulación eléctrica neuromuscular.

## ABSTRACT

**Background:** Cerebral palsy (CP) constitutes a worldwide public health problem, currently a wide range of therapeutic interventions are available such as the use of electrical stimulation (ES), whose efficacy of its different modalities has been studied.

**Objective:** To review the scientific literature on the efficacy of ES modalities in the treatment of children with cerebral palsy.

**Type of study:** monographic work.

**Basic procedures:** A bibliographic search was carried out in the databases Medline, PEDro, Google Scholar, MEDES: Medicine in Spanish and SciELO.

**Results:** A greater number of investigations of the modalities Functional Electrical Stimulation (FES), Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) and Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES). The application parameters were adjusted according to the treatment objectives and user characteristics. FES had an impact on gait, motor function, spasticity, activities of daily living and cardiorespiratory fitness, through the use of assistive devices synchronized with gait or FES-assisted cycling; NMES, on sialorrhea, muscle efficiency and recruitment, muscle strength and muscle volume; tDCS, on spasticity, balance, gait and manual function. **Conclusion:** ES showed efficacy in the treatment of children with CP, without and in combination with other interventions; however, it should be considered that there was variability, according to each modality, regarding the significant differences between study groups and the retention of the results.

**Keywords:** cerebral palsy, electrical stimulation, functional electrical stimulation, transcranial stimulation, neuromuscular electrical stimulation.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La parálisis cerebral (PC) se trata de “un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura, que causan limitaciones en la actividad y que son atribuidos a alteraciones no progresivas ocurridas en el desarrollo cerebral del feto o del lactante”(1); y, “a menudo acompañados por alteraciones de la sensación, percepción, cognición, comunicación y conducta; por epilepsia y por problemas musculoesqueléticos secundarios”(1).

Actualmente constituye un problema de salud pública mundial y es la principal causa de discapacidad motora infantil(2,3). Se encuentra asociada a hallazgos neurológicos, pudiendo ser espástica, discinética o atáxica.(4). Pero, ante la necesidad de estandarizar la severidad de la discapacidad para el movimiento, Palisano et al crearon la Clasificación de Función Motora Gruesa (GMFCS) que en su versión extendida y revisada del 2007 (GMFCS – E&R), vigente hasta la fecha, incluye la clasificación hasta los 18 años y destaca los conceptos propios de la clasificación internacional de funciones, discapacidad y salud (CIF)(5,6).

En cuanto al tratamiento, la Guía australiana para profesionales de la salud aliados en el manejo de la PC en niños, teniendo en cuenta la CIF, lo divide en 3 grupos: intervenciones de estructura corporal y función, intervenciones de actividad y participación e intervenciones ambientales con la estimulación eléctrica (EE) considerada en el primer grupo.(7). Novak et al sostienen que la EE puede incrementar los efectos positivos del entrenamiento motor específico de una tarea. (8)

En Perú, la Guía técnica: Protocolo de atención en rehabilitación integral del paciente con parálisis cerebral del Instituto Nacional de Rehabilitación (9), así

como la Guía de práctica clínica para la atención en rehabilitación pediátrica en parálisis cerebral del Hospital Nacional Cayetano Heredia(10), no hacen mención al uso de estimulación eléctrica dentro de sus procedimientos.

Aunque en nuestro país, según las guías revisadas, el uso de la EE no está considerado como procedimiento recomendado en la atención de niños con parálisis cerebral, en otros países se está aplicando en sus diferentes modalidades; algunas se promocionan debido a su mayor facilidad de uso por su portabilidad durante actividades funcionales, otras por buena aceptación de los usuarios o por el impacto en la participación de la persona. Sin embargo, ¿Qué han demostrado hasta el momento las investigaciones sobre la eficacia de la aplicación de estimulación eléctrica en la población mencionada?

Ante la búsqueda de responder a las necesidades de los niños con PC en nuestro país, la amplia oferta de formas de tratamiento que se disponen actualmente a nivel internacional y la importancia de realizar intervenciones con la mejor evidencia disponible; se desarrolla la presente monografía, con el propósito de revisar bibliografía actualizada sobre la eficacia de las principales modalidades de EE en el tratamiento, identificar los parámetros empleados y describir los objetivos y resultados de los artículos de investigación según cada modalidad.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Realizar revisión de la literatura científica sobre la eficacia de las modalidades de estimulación eléctrica en el tratamiento de niños con parálisis cerebral.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Identificar las principales modalidades de estimulación eléctrica en el tratamiento de los niños con parálisis cerebral.

Identificar los parámetros de aplicación más empleados en cada modalidad de estimulación eléctrica.

Describir los principales objetivos y resultados de los artículos de investigación incluidos según cada modalidad de estimulación eléctrica.

### **III. CUERPO**

#### **CAPITULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

##### **Bases de datos utilizadas**

La búsqueda de literatura se realizó en las siguientes bases de datos: Medline (accedido por PubMed), PEDro para las fuentes en inglés, MEDES para estudios en español, mientras que Google Académico y ScieLo para estudios en ambos idiomas.

##### **Términos utilizados**

Para la búsqueda se incluyeron términos en inglés y su traducción al español. Ver anexo 1.

##### **Fórmula de búsqueda**

Las fórmulas de búsqueda se encuentran en el anexo 2.

##### **Elección de artículos**

Se seleccionaron artículos científicos publicados los últimos años, desde 2012 hasta el 31 de enero del 2024; de tipo ensayo clínico, experimento, cuasi experimento. Los idiomas elegidos fueron español e inglés, con disponibilidad a texto completo y acceso libre. Los artículos, de preferencia, debían consignar los parámetros y modalidad de corriente empleada en el estudio, así como el nivel de GMFCS de los participantes.

La elección de los estudios inició por los títulos, luego por los resúmenes y finalmente por la revisión de texto completo, teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad antes mencionados.

## **CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS**

### **Hallazgos de la búsqueda**

En la búsqueda se encontraron 201 estudios; de ellos, 32 fueron removidos por duplicidad; 169 fueron revisados por título; 76, por resumen; 61, a texto completo, si es que se encontraban disponibles, para elegibilidad; finalmente, 23 fueron elegidos para la descripción de los resultados. La estimulación cerebral profunda no fue considerada por ser un procedimiento neuroquirúrgico, tampoco fueron incluidos los estudios realizados en animales. No se consideraron protocolos de estudio.

Los hallazgos de la búsqueda se encuentran detallados en el anexo 3.

### **Descripción de los estudios**

De los 23 estudios seleccionados; 1 se encuentra en español y 22, en inglés. Asimismo; 4 corresponden a Estimulación Eléctrica Neuromuscular (NMES - Neuromuscular Electrical Stimulation); 9, a Estimulación Eléctrica Funcional (FES- Functional Electrical Stimulation); 1, a Estimulación Eléctrica Recíproca (RES- Reciprocal Electrical Stimulation) ; 6, a Estimulación Transcraneal De Corriente Continua (TDCS - Transcranial Direct Current Stimulation); 1, a Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS - Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation); 1, a Estimulación Eléctrica Transcutánea de la Médula Espinal (TSCS - Transcutaneous Spinal Cord Stimulation); y, 1 es sobre el efecto combinado de TDCS y TENS.

### **Estimulación eléctrica en el tratamiento del niño con parálisis cerebral**

La estimulación eléctrica (EE), con sus diferentes modalidades, ha sido estudiada en niños con PC para desarrollar funciones motoras, mejorar la fuerza, reducir la

espasticidad, tratar la sialorrea, entre otros, considerando algunos su influencia en la realización de actividades e incluso en la participación.

### **1. Estimulación Eléctrica Neuromuscular (NMES)**

Consiste en la aplicación de estímulos eléctricos a través de electrodos implantados o colocados en la superficie de la piel con el objetivo terapéutico, por lo general, de activar, potenciar o recapacitar músculos esqueléticos inervados para mejorar los resultados clínicos o lograr los objetivos con mayor rapidez.(11) La contracción muscular generada por la estimulación eléctrica está supeditada a la frecuencia de los pulsos de la estimulación, de la intensidad, de la duración del pulso, de la localización y del tamaño de los electrodos; todo ello determina el número y localización de fibras nerviosas despolarizadas, la fuerza y la frecuencia de la contracción muscular.(11)

Los estudios encontrados han empleado la NMES para abordar casos de sialorrea, para mejorar las funciones motoras, para influir sobre el trofismo muscular, fuerza muscular, y los movimientos de la mano.

Asimismo, algunos han registrado el nivel de aceptación del estímulo y los posibles eventos adversos.

Los detalles de los estudios se encuentran en los anexos 4-1, 4-2 y 4-3.

#### *Estimulación Eléctrica Neuromuscular y sialorrea*

Mariscal-Ramos et al (12) compararon la aplicación de toxina botulínica A y la EE orofaríngea en 32 niños distribuidos en dos grupos que a su vez recibieron terapia oral motora, hallando que hubo disminución de signos de sialorrea en ambos grupos con superioridad clínica en el grupo de toxina botulínica respecto al grupo de

electroestimulación orofaríngea, en algunos aspectos con diferencia estadísticamente significativa; asimismo, hallaron que la disminución del peso de los algodones intraorales del grupo de toxina botulínica A fue estadísticamente significativa respecto al grupo de EE ( $p = 0.002$ ).

Si bien, se observaron cambios positivos en ambos grupos, demostrando la utilidad de las dos formas de abordaje en el tratamiento de la sialorrea, sería conveniente realizar un estudio similar incluyendo un tercer grupo de terapia oral motora para conocer la magnitud de la superioridad de la estimulación eléctrica respecto a ésta.

*Efectos de la Estimulación Eléctrica Neuromuscular sobre las funciones motoras*

Elnahhas AM(13) et al investigaron si es que el fortalecimiento con ejercicios activos y NMES de los músculos de la pantorrilla tiene algún efecto en la eficacia de la bipedestación de los niños con diplejía espástica con GMFCS III comparado con un grupo que recibió programa convencional de terapia física. Hallaron mejora en la dimensión de bipedestación de la Medida de la Función Motora Gruesa (GMFM) 88 de forma significativa en ambos grupos y con mayor porcentaje en el grupo de estudio; mientras que, el análisis cinemático de rodillas y tobillos en el plano sagital durante la bipedestación, así como el grosor total muscular de la pantorrilla obtuvieron mejora significativa solo en el grupo de estudio.

*Efectos de la Estimulación Eléctrica Neuromuscular sobre el trofismo, fuerza muscular y control motor selectivo en extremidades inferiores*

Pool D et al (14) buscaron evaluar la eficacia de un programa de marcha asistida por NMES, mediante el uso del dispositivo *WalkAide*®, por ocho semanas, sobre la fuerza y el volumen de los músculos del compartimento anterior de la pierna, gastrocnemio y sóleo en niños con PC espástica unilateral. Formaron

aleatoriamente 2 grupos de estudio: (1) tratamiento diario de NMES y (2) control (tratamientos habituales); hallando, a las ocho semanas de aplicación, un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en los volúmenes musculares del tibial anterior, los gastrocnemios medial y lateral y la fuerza de dorsiflexión, tanto en comparación con sus valores iniciales como con el grupo de control. Asimismo, encontraron que los efectos sobre el tibial anterior y el gastrocnemio lateral se mantuvieron aumentados tras 14 semanas de iniciada la aplicación (6 últimas sin uso del dispositivo), solo el gastrocnemio lateral fue significativamente mayor al grupo de control transcurrido el tiempo mencionado. No encontraron diferencias entre los grupos respecto al control motor selectivo de las extremidades inferiores.

Finalmente, teniendo en cuenta que, de quienes recibieron tratamiento, un grupo (40%) no presentó cambios en el control motor selectivo en ninguna de las pruebas mientras que otro (50%) presentó mejoras clínicas significativas en las semanas 8 y 14, sugieren personalizar los períodos de uso del dispositivo manteniendo por más tiempo para el primer grupo (40%) y con periodos de no uso para el segundo (50%) limitando así la dependencia de NMES.

#### *Estimulación Eléctrica Neuromuscular y los movimientos de la mano*

Xu K. et al (15) investigaron la eficacia de la Terapia de restricción-inducción de movimiento (CIMT), la CIMT más estimulación eléctrica y la terapia ocupacional (TO) tradicional para el reclutamiento muscular y la coordinación en la disfunción de la mano en niños con PC hemipléjica, también analizaron la relación entre la función de la mano y las señales mioeléctricas de superficie. Todos los niños, asignados aleatoriamente a uno de los 3 grupos, recibieron 2 semanas de intervención hospitalaria y un posterior programa de ejercicio domiciliario de 6

meses. En el hospital se proporcionó CIMT con ortesis de la mano no afectada o TO (3 horas por sesión, 5 días a la semana durante 2 semanas más un programa de ejercicio en casa de 1 hora). Los 6 siguientes meses realizaron 2 horas al día de ejercicios en casa. La EE se aplicó 20 minutos al día, 5 veces por semana durante las 2 primeras semanas.

El grupo CIMT con EE obtuvo mejoras en la electromiografía (EMG) de los extensores de la muñeca en comparación con los otros dos grupos y en la relación de cocontracción a los 3 y 6 meses, así como una mejora en la media cuadrática de los extensores de la muñeca implicada respecto al grupo de terapia ocupacional tradicional ( $p < 0,05$ ); asimismo, encontraron correlaciones positivas entre las puntuaciones de las pruebas funcionales de las extremidades superiores y la EMG integrada de la muñeca afectada, así como entre la fuerza de prensión y la EMG integrada de los extensores de la muñeca afectada ( $p < 0,05$ ).

#### *Nivel de aceptación del estímulo y eventos adversos*

No se reportaron efectos no deseados ni eventos adversos en ninguno de los estudios revisados.

Finalmente; por los estudios revisados, el uso de la NMES presentaría efectos positivos en el manejo de la sialorrea (aunque sin superioridad respecto al uso de toxina botulínica A), en el aumento del trofismo, del reclutamiento y de la fuerza muscular con el subsecuente beneficio en la función; sin embargo, sus efectos en el control motor selectivo serían limitados.

#### a. Estimulación Eléctrica Funcional (FES)

Es la aplicación de la NMES simultánea a la realización de movimientos funcionales.

### *Estimulación Eléctrica Funcional y marcha asistida por robot*

Pool et al (17) buscaron conocer si el entrenamiento de marcha asistido por robot (RAGT, siglas en inglés) mediante 20 minutos de EE (en cuádriceps e isquiotibiales) y entrenamiento locomotor presenta mayor mejora en los resultados de movilidad comparado con solo el entrenamiento locomotor en 41 niños de entre 5 a 12 años con GMFCS III, IV y V. Hallaron que no había diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, tanto en las medidas de resultado primarias (Escala de logro de objetivos - GAS) como en las secundarias (Prueba de caminata de 10 metros - 10mWT, Dominio de movilidad y autocuidado de la medida de independencia funcional de los niños - FIM, Medida canadiense de desempeño ocupacional – COPM y Medida de la Función Motora Gruesa - GMFM), con la misma demanda de terapeutas y/o asistentes para ambos grupos. Por lo que, tal como sugiere el estudio, es conveniente investigar sobre la rentabilidad del empleo del RAGT con EE, comprender su efecto aislado y la dosis ideal antes de incluirlo en el tratamiento.(16)

*Ciclismo asistido por Estimulación Eléctrica Funcional* La aplicación de FES también se usa junto con el ciclismo y su inclusión puede ser útil en los programas terapéuticos para personas con restricciones de movilidad.(17)

Ozen et al(18) evaluaron los efectos de ciclismo asistido por FES sobre la función motora, el patrón de marcha, la espasticidad, las actividades de la vida diaria y la capacidad aeróbica en niños con PC, comparando los resultados con la estimulación simulada y con un tratamiento estándar. Hallaron mejoras significativas en todos los grupos en las puntuaciones MAS (Escala de Ashworth Modificada), MTS (Escala de Tardieu Modificada), WeeFIM (Medida de independencia funcional

para niños), GMFM-88, prueba de caminata de 6 minutos y VGA (Análisis Visual de la Marcha). No encontraron cambios en los niveles de GMFCS en ningún grupo. Finalmente, no hubo diferencias significativas entre los grupos respecto a ninguno de los parámetros de evaluación clínica.

Por otro lado, Sansare et al(19) buscaron examinar el efecto del ciclismo con y sin asistencia de FES en la aptitud cardiorrespiratoria con respecto al de un grupo de control sin intervención, encontrando incremento en la cadencia para el grupo de ciclismo con asistencia de FES y sin diferencias significativas entre grupos para el VO<sub>2</sub> máximo y la frecuencia cardíaca (FC) neta máxima (FC máxima en latidos por minuto (lpm) durante el ejercicio - FC en reposo); esto último podría deberse a que un objetivo de frecuencia cardíaca mínima del 50% de la frecuencia cardíaca máxima prevista por Karvonen quizás sea insuficiente para lograr beneficios cardiorrespiratorios.

Por su parte, Armstrong et al(17) probaron la eficacia de la FES en bicicleta junto con el entrenamiento dirigido por objetivos y el ciclismo adaptado, en comparación con la atención habitual, para mejorar la función en 21 niños con parálisis cerebral GMFCS II a IV, de 6 a 18 años, asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos. Hallaron diferencias significativas entre los grupos a favor del grupo de intervención en GMFM-88, GMFM-66, puntuaciones de objetivos de GMFM, rendimiento objetivo COPM y satisfacción con COPM; así como una resistencia máxima en ciclismo significativamente mayor, pero no una producción de potencia en la segunda evaluación. No hallaron diferencias entre grupos para PEDI-CAT o Medida de Participación y Ambiente – Niños y Jóvenes; tampoco encontraron

diferencia significativa entre los grupos para FTSTS (Five Times Sit-to-Stand test) en la segunda evaluación.

Según los estudios revisados, el ciclismo asistido por FES favorece la función motora gruesa, la independencia funcional, incremento de la cadencia en el ciclismo, sin mayor influencia sobre la participación del niño y con beneficios cardiorespiratorios no claros pues la investigación incluida consideró un trabajo al 50% de la frecuencia cardíaca máxima planteando la duda de que quizás una mayor frecuencia sí logre los objetivos cardiorespiratorios.

#### *Efectos de la Estimulación Eléctrica Funcional sobre las variables de la marcha*

Una de las aplicaciones más habituales de FES es dirigida para mejorar los parámetros de la marcha, ya sea combinada con un robot o mediante dispositivos, como WalkAide®, preparados para asistir la marcha de forma sincronizada brindando estímulo en la emergencia del nervio peroneo y el vientre muscular del tibial anterior.

Gonçalves et al(21), a diferencia de la mayoría de los estudios que intervienen con la activación del tibial anterior, investigaron si la FES del gastrocnemio combinada con el entrenamiento de tareas funcionales podía producir mejoras en variables relacionadas con el rendimiento de la marcha, la capacidad de generación de fuerza propulsora y cambios en la función motora gruesa de 4 niños con PC unilateral espástica. Hallaron resultados favorables en el torque de impulso y la función motora gruesa de los niños, con cambios variables sobre la velocidad de la marcha en cada uno. Por lo que, sugieren incluir el entrenamiento de los músculos flexores plantares en el plan de tratamiento para niños con PC unilateral espástica.

Pool et al (20), buscaron determinar los efectos de la FES sobre las principales alteraciones que afectan la marcha en los niños con PC espástica unilateral mediante el uso del dispositivo WalkAide®, durante al menos 1 hora al día, 6 días a la semana durante 8 semanas. Encontraron efectos positivos en el rango de movimiento, la espasticidad del músculo gastrocnemio, la fuerza de los dorsiflexores, control motor selectivo, equilibrio, arrastre de los dedos de los pies y número de caídas auto informado; sin embargo, no hubo cambios estadísticamente significativos entre las diferentes fases de la investigación para las variables de la marcha según la Escala de Observación de la Marcha.

Asimismo, Pool et al (21) en un ensayo controlado aleatorizado, investigaron sobre los efectos ortopédicos y terapéuticos de la FES a los dorsiflexores del tobillo aplicada diariamente en la comunidad por 8 semanas con el dispositivo WalkAide® (cuatro horas por día, seis días por semana) mientras que el grupo de control recibió tratamiento ortopédico y terapéutico habitual. Hallaron mayor ángulo del tobillo en el contacto inicial y en la dorsiflexión máxima en el balanceo, aumento del tiempo normalizado en la postura y mayor longitud de paso normalizada en el lado afectado en comparación con el grupo de control. En cuanto a las medidas clínicas de actividad hubo superioridad significativa del grupo de tratamiento tanto para las puntuaciones CBMS (Escala de Movilidad y Equilibrio Comunitario) como para la reducción de la incidencia de arrastre de los dedos del pie auto informado respecto al grupo de control. Y, en cuanto a la espasticidad y la amplitud de movimiento, hubo diferencias significativas para la espasticidad de los gastrocnemios, mayor rango de dorsiflexión dinámica del tobillo y sin diferencias significativas entre los grupos en la dorsiflexión pasiva y el rango de movimiento del ángulo poplíteo.

Varios de estos efectos se mantuvieron en el seguimiento después de 6 semanas: el tiempo normalizado en postura, puntuaciones de CBMS, reducción de caídas autoinformadas, diferencias en espasticidad y rango de dorsiflexión dinámica del tobillo. Finalmente, no hubo pérdida media de la amplitud de movimiento del tobillo o la rodilla en ambos momentos de evaluación en el grupo de tratamiento.

De acuerdo con las investigaciones revisadas, la FES repercute positivamente en la marcha del niño con PC, al influir, según el lugar de aplicación, en la espasticidad, los rangos de movimiento de dorsiflexión dinámica del tobillo y disminución de incidencia de arrastre de los dedos del pie autoinformado. Sin embargo, solo uno de los estudios seleccionados comparó la aplicación con otra modalidad de tratamiento. Por lo que sería conveniente revisar literatura específicamente relacionada al uso de dispositivos de asistencia sincronizada con la marcha con otras formas de tratamiento del niño con PC.

#### *Estimulación Eléctrica Funcional y los movimientos de la mano (o función de la mano)*

Sporea et al(22) investigaron el impacto del entrenamiento pasivo del movimiento de la mano (PMT) con terapia asistida por robot (RAT) en comparación con el PMT con FES en 58 niños con afectación de la función de la mano y espasticidad en la escala de Ashworth modificada (mAS) < 3. Hallaron que ambos grupos, tanto RAT como FES demostraron mejora estadísticamente significativa en todos los parámetros; con superioridad de quienes recibieron PMT y FES, ello en todos los movimientos, excepto en el agarre con índice de pellizco, en el que el grupo RAT mostró resultados superiores.

#### *Autopercepción del desempeño/satisfacción de los objetivos evaluados*

Pool D et al.(23) buscaron determinar si la aplicación de FES, estimulando el nervio peroneo, en niños con PC unilateral espástica es eficaz para mejorar la autopercepción de los problemas de rendimiento de movilidad identificados individualmente en comparación con los niños que reciben tratamientos habituales. Las puntuaciones fueron significativamente mayores en el grupo de tratamiento después de la intervención tanto para rendimiento ( $p=0,034$ ) como para satisfacción ( $p=0,004$ ), manteniendo la diferencia significativa para la satisfacción luego de las 6 semanas de seguimiento posterior a la última aplicación.

#### *Eventos adversos y otras consideraciones*

Los estudios coincidieron en considerar que los participantes debían poder seguir instrucciones sencillas, tener una forma de comunicación confiable. Excluyeron a aquellos con trastorno convulsivo no controlado, cirugía ortopédica en los últimos 12 meses, artículos metálicos ortopédicos presentes en las extremidades inferiores, inyecciones de neurotoxina botulínica A en las extremidades inferiores menos de 3 meses antes. No se reportaron efectos ni eventos adversos en ninguno de los estudios revisados.

#### b. Estimulación Eléctrica Recíproca (RES)

Es una aplicación de estimulación neuromuscular para activar tanto grupos musculares agonistas como antagonistas, pudiendo imitar las secuencias de estímulo de los músculos como sucedería en condiciones no patológicas. Se ha empleado para buscar disminuir la excitabilidad cortical en el músculo espástico, mejorar la fuerza del músculo no espástico y mejorar el impulso neural mediante la estimulación de receptores y neuronas sensoriales de los músculos agonistas y antagonistas.(24)

Elnaggar et al(24) analizaron los efectos tanto independientes como integrados de la RES de los flexores dorsales y plantares del tobillo y la Toxina Botulínica-A (BoNT-A) sobre los límites dinámicos de la estabilidad postural y la cinemática del tobillo en 60 niños con diplejía espástica que fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos, 20 en cada uno: grupo RES, grupo BoNT-A y grupo integrado RES y BoNT-A. El grupo RES obtuvo mejora significativa de la flexión dorsal máxima durante el balanceo; el grupo BoNT-A tuvo mejora significativa del desplazamiento del tobillo en el contacto inicial, la flexión dorsal máxima durante el apoyo y la flexión dorsal máxima durante el balanceo; y el grupo de RES + BoNT-A, mejora significativa de las tres medidas con tamaños del efecto grandes. Para los límites de estabilidad anteroposterior (AP-LOS), medial-lateral (ML-LOS) y global (O- LOS) el grupo RES + BoNT-A fue significativamente más eficaz que los grupos RES y BoNT-A sin diferencias entre los dos últimos. Según los resultados es posible prescribir RES o inyecciones de BoNT-A como complemento del programa de rehabilitación en niños con diplejía espástica, con mayores beneficios si la aplicación integra ambas modalidades.

*Nivel de aceptación del estímulo y eventos adversos:* No se reportaron efectos ni eventos adversos en ninguno de los estudios revisados.

## **2. Estimulación Transcraneal de Corriente Continua (TDCS)**

La estimulación transcraneal de corriente continua es una forma de estimulación cerebral no invasiva, que consiste en la administración de corriente eléctrica continua y débil, usualmente 0,5-2,0 mA, al cuero cabelludo a través de electrodos de esponja húmedos con solución salina para modular la excitabilidad de la corteza motora(25,26). Ello ocurre por el movimiento de electrones debido a cargas

eléctricas, siendo los dos polos los electrodos ánodo (positivo) y cátodo (negativo). La corriente penetra el cráneo y llega a las estructuras de la corteza cambiando el potencial de membrana de las células circundantes.(25)

Son necesarias múltiples aplicaciones consecutivas de TDCS para lograr efectos persistentes y no solo son dependientes de la polaridad, sino también de características individuales y de la tarea, entre otros factores(26). Sin embargo; el ánodo se asocia con efectos excitadores y el cátodo, con efectos inhibidores(27).

Grecco et al (28) buscaron determinar el efecto de una única sesión de TDCS aplicada a la corteza motora primaria con respecto a las variables espaciotemporales de la marcha y las oscilaciones del centro de presión (equilibrio estático) durante la bipedestación en 20 niños distribuidos aleatoriamente en grupo experimental y grupo de control (placebo). Hallaron reducción significativa en la oscilación anteroposterior con los ojos abiertos y cerrados y en la oscilación mediolateral con los ojos cerrados en comparación con el grupo control; asimismo, hubo aumentos en la velocidad de la marcha, la longitud del paso y la longitud de la zancada después de la estimulación. Sin embargo, los resultados no se mantuvieron durante más de 20 minutos después del final de la estimulación.

Aree-uea et al (29) evaluaron los efectos antiespásticos de la estimulación transcraneal anodal por corriente directa (TDCS) en 46 individuos de entre 8 y 18 años, GMFCS II-IV, y espasticidad de las extremidades superiores de grado 1 a 3 según la escala de Ashworth modificada. Respecto a la espasticidad, en el grupo de tratamiento respecto al control, encontraron diferencias significativas en el hombro en el postratamiento y a las 24 horas, no hubo diferencias para el codo entre grupos en ningún punto temporal, hubo diferencias significativas para la muñeca después

del tratamiento, 24 horas y 48 horas después; también hubo mejora de corta duración para los dedos, solo inmediatamente después del tratamiento. Y, sobre la amplitud del movimiento pasivo, encontraron aumentos significativos en la abducción del hombro en el postratamiento que no se mantuvo a las 24 y 48 horas; ninguna de las otras puntuaciones (para flexión de hombro, extensión de hombro, aducción de hombro, flexión de codo, flexión de muñeca y abducción de pulgar) produjo efectos significativos.

Inguaggiato et al(26) evaluaron el efecto de una única aplicación anodal sobre la corteza motora ipsilesional en la función manual gruesa unilateral de la mano contralesional hemipléjica y hallaron mejora inmediata en la destreza motora gruesa unimanual según la prueba de caja y bloque (BBT), lo cual se mantuvo estable durante al menos 90 minutos. Este hallazgo no estuvo relacionado con la edad de los participantes o el tamaño de la lesión. Por otro lado, no hubo cambios en la prueba de fuerza de agarre manual.

Collange Grecco et al(25), compararon los efectos en el patrón de marcha, la función motora gruesa, el rendimiento funcional y la excitabilidad de la corteza de la TDCS anodal frente a la TDCS simulada durante el entrenamiento de la marcha con realidad virtual en 20 niños de entre 5 y 10 años con PC diparética espástica y GMFCS II o III. Encontraron efectos significativos para la velocidad y la cadencia de la marcha, sin diferencias significativas con respecto a las demás variables. También hallaron aumento significativo de la función motora en la evaluación posterior al tratamiento y en el seguimiento en el grupo experimental; así como, mejora significativa en la dimensión E (GMFM 88) en la evaluación posterior al tratamiento en el grupo control. Respecto a la independencia funcional encontraron

aumento significativo de la movilidad posterior al tratamiento y en el seguimiento en el grupo experimental, sin diferencias significativas en autocuidado o función social. Finalmente, sobre la excitabilidad de la corteza motora, hubo aumento en el potencial motor evocado en la evaluación postratamiento del grupo experimental, lo cual no se mantuvo en el seguimiento, y sin cambios en el grupo control.

Duarte et al(30), buscaron determinar los efectos del entrenamiento de la marcha combinado con la TDCS sobre la corteza motora primaria en el equilibrio y el rendimiento funcional en 24 niños de 5 a 10 años, con PC espástica, GMFCS I, II o III. Hallaron aumento en la puntuación final del equilibrio funcional después del entrenamiento y en la evaluación de seguimiento en el grupo experimental, mientras que no hubo efecto significativo en el grupo de control después de la intervención. Por otro lado; respecto a la evaluación estabilométrica, hubo reducción del balanceo anteroposterior con los ojos abiertos y cerrados, mediolateral con ojos abiertos y cerrados, cambios que se mantuvieron después de la intervención. Finalmente, según el Inventario de Evaluación Pediátrica de Discapacidad (PEDI), se encontró aumento en la puntuación final para el autocuidado en ambos grupos, mientras que, solo el grupo experimental exhibió un efecto positivo en la movilidad después del tratamiento.

Rich et al (27) exploraron la influencia de la intervención bimanual junto con TDCS catódica en el hemisferio no lesionado sobre los resultados conductuales y neurofisiológicos en niños con PC unilateral, basado en el principio de inhibición interhemisférica exagerada (IHI, por sus siglas en inglés) en 8 participantes de 7 a 21 años, con PC unilateral por accidente cerebrovascular perinatal. Todos los participantes lograron un cambio clínicamente significativo en al menos una de las

medidas de resultado (Evaluación de la Mano Auxiliar - AHA, Medida Canadiense de Desempeño Ocupacional - COPM y habilidad manual – ABILHAND - kids); sin embargo, las medidas objetivas de la función de la mano mostraron ganancias inconsistentes. Los datos neurofisiológicos sugieren respuestas no lineales a la estimulación catódica del hemisferio no lesionado.

### **3. Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS)**

Son 3 las técnicas de TENS más empleadas: TENS convencional, TENS de tipo acupuntura (AL-TENS) y TENS intensa que es utilizada solo en situaciones particulares(11).

Flodström et al (31)evaluaron el posible efecto del traje Mollii® en la función corporal, la actividad y la participación en actividades autoseleccionadas. El estudio se realizó con 6 niños con GMFCS I o II, con una altura mínima de 104 cm, capaces de formular metas y de expresar sus experiencias respecto al uso del traje. Se encontraron algunas mejoras en la actividad y la participación, todos los participantes estimaron mejora en la puntuación total de COPM, hubo pequeños cambios en el rango de movimiento y el tono muscular, así como, reducción o desaparición del dolor en los 3 participantes que manifestaron dolor al inicio de la intervención.

No se presentaron efectos adversos significativos, 2 niños experimentaron molestias al principio del tratamiento cuando se activó la unidad de control y según entrevistas con los niños y los padres, el traje era difícil de poner y quitar.

#### *TDCS y TENS*

Liu Z et al (32)evaluaron los efectos de la combinación de la estimulación transcraneal por corriente pulsada (tPCS) y TENS para el tratamiento de la

espasticidad de las extremidades inferiores en 63 niños con PC espástica, de 2 a 12 años de edad, con GMFCS de III-V, grados I a IV según escala de Ashworth modificada (MAS) para miembros inferiores; hallando mejora significativa en las puntuaciones MAS y MTS (Escala de Tardieu Modificada) de las extremidades inferiores en el grupo experimental en comparación con el grupo control en los aductores de la cadera, isquiotibiales y gastrocnemio.

#### **4. Estimulación Eléctrica Transcutánea de la Médula Espinal (TSCS)**

Se trata de una forma de neuromodulación del sistema nervioso central a nivel de la médula espinal mediante estimulación eléctrica transcutánea a través de electrodos de superficie. La TSCS activaría las fibras aferentes de gran a mediano diámetro (Ia, Ib, II) dentro de las raíces dorsales sensoriales, así como también a las fibras aferentes propioceptivas. Su aplicación como una corriente rectangular bifásica con 30 a 50 Hz de frecuencia ha sido demostrado como un potencial terapéutico para mejorar la actividad motora voluntaria, la estabilidad del tronco, la posición de pie, la función de la marcha y como manejo para la espasticidad, ello principalmente en pacientes con lesión medular(33).

Gad et al (34) buscaron determinar si los efectos fisiológicos agudos a nivel de sistema de la neuromodulación transcutánea de la médula espinal tenían el potencial de mejorar la función locomotora en personas con PC. Realizaron 1 única sesión de 30 minutos utilizando un dispositivo SCONE™ (SpineX Inc) en 12 participantes mayores de 2 años con GMFCS I – V, hallando mejora en las capacidades posturales y locomotoras en 11 de los 12 pacientes incluida la capacidad de generar pasos bilaterales en un niño con GMFCS IV y capacidad de mantener la cabeza erguida o ponerse de pie sin apoyo solamente en presencia de la estimulación en

dos niños con GMFCS V. Todos los pacientes mejoraron significativamente en la coordinación de los grupos motores flexores y extensores y los ángulos articulares de miembros inferiores al pisar en la cinta rodante. Por lo que, sugieren que la neuromodulación reorganiza la conectividad espinal-supraespinal contribuyendo al desarrollo de la locomoción al mejorar los patrones de coordinación de los músculos flexores y extensores mediante la modulación de la amplitud y los patrones de disparo de la ráfaga EMG durante la marcha.

#### **IV. CONCLUSIONES**

De la revisión bibliográfica realizada sobre la eficacia del uso de modalidades de estimulación eléctrica en el tratamiento de los niños con parálisis cerebral, se puede deducir que hay una tendencia de uso o mayor aplicabilidad de la Estimulación Eléctrica Funcional, la Estimulación Transcraneal De Corriente Continua y la Estimulación Eléctrica Neuromuscular,

En cuanto a la selección de la modalidad de EE y sus parámetros de aplicación, son de acuerdo con los objetivos del tratamiento y las características del usuario sin uniformidad definida respecto a los parámetros, salvo en la TDCS que mantiene un intervalo similar de la intensidad en la mayoría de los casos. Asimismo; la frecuencia, duración y lugares de aplicación fueron variadas: La FES fue aplicada 1 sesión por día, desde 15 minutos hasta 4 horas (cuando se trata de dispositivo asistencia sincronizada con la marcha), de 2 a 6 veces por semana, por 2 a 8 semanas, con diferentes lugares de aplicación (cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, tibial anterior, gastrocnemios, emergencia del nervio peroneo común, flexores y extensores de muñeca y dedos); la NMES, empleó tiempos de uso y lugares de aplicación similares a la FES; y, la TDCS suele ser administrada una sesión por día, una única sesión o hasta 10 sesiones en total, cada una de 20 minutos, por un periodo de hasta 2 semanas, por lo general con aplicación anódica, con lugares de colocación de electrodos sobre la corteza motora primaria del hemisferio dominante y la región supraorbitaria contralateral, con una intensidad en su mayoría de 1 a 1.5mA.

Respecto a los objetivos y resultados por cada modalidad, la electroterapia se emplea mayormente para tratar aspectos relacionados a la motricidad gruesa y/o

espasticidad; y, en menor medida, a la función manual y orofacial: (a) La FES ha sido utilizada principalmente para conocer su repercusión en la marcha, la función motora, la espasticidad, las actividades de la vida diaria y la aptitud cardiorrespiratoria; encontrando resultados favorables con el uso de dispositivos de asistencia sincronizada con la marcha y el ciclismo asistido por FES; sin embargo, con variabilidad respecto a las diferencias significativas entre grupos. (b) La NMES en general ha sido empleada para abordar casos de sialorrea, eficacia y reclutamiento muscular, así como fuerza y volumen muscular; con efectos positivos, no obstante, hubo variabilidad en cuanto a las diferencias significativas entre grupos. (c) La TDCS ha sido más estudiada para conocer su influencia en la espasticidad, con resultados variables en cada articulación; equilibrio, con efecto significativo, aunque con duración del efecto reducida o sin seguimiento; parámetros espaciotemporales de la marcha, con efectos significativos para la velocidad y la cadencia; y, función manual, con resultados variables según cada función de la mano.

La estimulación eléctrica mostró mayor eficacia cuando se realizó en combinación con otras intervenciones como programas de entrenamiento dirigido a objetivos, terapia de movimiento inducido por restricción, ejercicios de fortalecimiento, fisioterapia rutinaria, entrenamiento de marcha con realidad virtual, entrenamiento en cinta rodante, entrenamiento bimanual, entre otros. Asimismo, la retención de los resultados en las evaluaciones de seguimiento es variable por cada modalidad, siendo menor en las aplicaciones de TDCS.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. The definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1 de enero de 2007;49:1-44.
2. Vela CCV, Ruiz CAV. Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia.
3. Stavsky M, Mor O, Mastrolia SA, Greenbaum S, Than NG, Erez O. Cerebral Palsy-Trends in Epidemiology and Recent Development in Prenatal Mechanisms of Disease, Treatment, and Prevention. *Front Pediatr*. 2017;5:21.
4. The Reference and Training Manual | EU RD Platform [Internet]. [citado 6 de julio de 2023]. Disponible en: [https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/scpe/reference-and-training-manual/rtm\\_en?check\\_logged\\_in=1](https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/scpe/reference-and-training-manual/rtm_en?check_logged_in=1)
5. GMFCS - E & R © 2007 CanChild Centre for Childhood Disability Research MU, Robert Palisano PR. GMFCS – E & R Clasificación de la Función Motora Gruesa Extendida y Revisada [Internet]. [citado 6 de julio de 2023]. Disponible en: [https://canchild.ca/system/tenon/assets/attachments/000/000/079/original/GMFCS-ER\\_Translation-Spanish.pdf](https://canchild.ca/system/tenon/assets/attachments/000/000/079/original/GMFCS-ER_Translation-Spanish.pdf)
6. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. octubre de 2008;50(10):744-50.
7. Agency for Clinical Innovation. Management Of Cerebral Palsy In Children: A Guide For Allied Health Professionals [Internet]. 2018 [citado 6 de julio de

- 2023]. Disponible en:  
[https://www1.health.nsw.gov.au/pds/ActivePDSDocuments/GL2018\\_006.pdf](https://www1.health.nsw.gov.au/pds/ActivePDSDocuments/GL2018_006.pdf)
8. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 21 de febrero de 2020;20(2):3.
9. Instituto Nacional De Rehabilitación "Dra. Adriana Rebaza Flores" Amistad Perú - Japón. Resolución Directoral N.º 189-2022-SA-DG-INR [Internet]. [citado 8 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://www.gob.pe/institucion/inr/normas-legales/3710339-189-2022-sa-dg-inr>
10. Hospital Nacional Cayetano Heredia. Resolución Directoral N.º 272-2023-HNCH-DG [Internet]. [citado 8 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://www.gob.pe/institucion/hnch/normas-legales/4555466-272-2023-hnch-dg>
11. Watson T. *Modalidades en electroterapia: Práctica basada en la evidencia*. Elsevier Health Sciences; 2021. 435 p.
12. Mariscal-Ramos MA, Parodi-Carbajal A, Gabriel-Legorreta Ramirez B, Rolón-Lacariere OG. Comparación de toxina botulínica tipo ay electroestimulación orofaríngea en sialorrea en niños con parálisis cerebral en el Centro de rehabilitación e inclusion infantil Teletón Estado de México. *Rev Mex Neurocienc*. 2018;19(3).

13. Elnahhas AM; el-Negmy EH; el-Azizi HM. Calf muscle strength and standing efficiency in children with spastic diplegia. *Trends Appl Sci Res* 2014;9(5):503-511. 2014.
14. Pool D; Elliott C; Bear N; Donnelly CJ; Davis C; Stannage K; Valentine J. Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume in children with unilateral spastic cerebral palsy [with consumer summary]. *Dev Med Child Neurol* 2016 May;58(5):492-501. 2016.
15. Xu K, Wang L, Mai J, He L. Efficacy of constraint-induced movement therapy and electrical stimulation on hand function of children with hemiplegic cerebral palsy: a controlled clinical trial. *Disabil Rehabil*. 2012;34(4):337-46.
16. Pool D, Valentine J, Taylor NF, Bear N, Elliott C. Locomotor and robotic assistive gait training for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. marzo de 2021;63(3):328-35.
17. Armstrong EL, Boyd RN, Horan SA, Kentish MJ, Ware RS, Carty CP. Functional electrical stimulation cycling, goal-directed training, and adapted cycling for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. diciembre de 2020;62(12):1406-13.
18. Ozen N; Unlu E; Karahmet OZ; Gurcay E; Gundogdu I; Umay E. Effectiveness of functional electrical stimulation -- cycling treatment in children with cerebral palsy. *Malawi Med J* 2021 Sep;33(3):144-152. 2021.
19. Sansare A; Harrington AT; Wright H; Alesi J; Behboodi A; Verma K; Lee SCK. Aerobic responses to FES-assisted and volitional cycling in children with cerebral palsy. *Sens* 2021 Nov;21(22):7590. 2021.

20. Pool D, Blackmore AM, Bear N, Valentine J. Effects of short-term daily community walk aide use on children with unilateral spastic cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. Fall de 2014;26(3):308-17.
21. 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*. 12 de octubre de 2015;15:154.
22. Sporea C, Morcov M, Mirea A. Effectiveness of Passive Movement Training in Patients with Cerebral Palsy: A Comparative Analysis of Robot-Assisted Therapy and Electrical Stimulation in Hand Rehabilitation. *Balneo PRM Res J*. 20 de diciembre de 2023;14.
23. Pool D; Valentine J; Blackmore AM; Colegate J; Bear N; Stannage K; Elliott C. Daily functional electrical stimulation during everyday walking activities improves performance and satisfaction in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Arch Physiother* 2015 Jul 1855Epub. 2015.
24. Elnaggar RK; Elbanna MF. Evaluation of independent versus integrated effects of reciprocal electrical stimulation and Botulinum Toxin-A on dynamic limits of postural stability and ankle kinematics in spastic diplegia: a single-blinded randomized trial [with consumer summary]. *Eur J Phys Rehabil Med* 2019 Apr552241-249. 2019.
25. Collange Grecco LA, de Almeida Carvalho Duarte N, Mendonça ME, Galli M, Fregni F, Oliveira CS. Effects of anodal transcranial direct current stimulation

- combined with virtual reality for improving gait in children with spastic diparetic cerebral palsy: a pilot, randomized, controlled, double-blind, clinical trial. *Clin Rehabil.* diciembre de 2015;29(12):1212-23.
26. Inguaggiato E, Bolognini N, Fiori S, Cioni G. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) in Unilateral Cerebral Palsy: A Pilot Study of Motor Effect. *Neural Plast.* 15 de enero de 2019;2019:2184398.
27. Rich TL, Nemanich S, Chen M, Friel K, Feyma T, Krach L, et al. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Paired with Occupation-Centered Bimanual Training in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Preliminary Study. *Neural Plast.* 2018;2018:9610812.
28. Grecco LA; Duarte NA; Zanon N; Galli M; Fregni F; Oliveira CS. Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: a randomized sham-controlled study. *Braz J Phys Ther* 2014 Sep-Oct;18(5):419-427. 2014.
29. Aree-uea B, Auvichayapat N, Janyacharoen T, Siritaratiwat W, Amatachaya A, Prasertnoo J, et al. Reduction of spasticity in cerebral palsy by anodal transcranial direct current stimulation. *J Med Assoc Thai Chotmaihet Thangphaet.* septiembre de 2014;97(9):954-62.
30. Duarte N de AC, Grecco LAC, Galli M, Fregni F, Oliveira CS. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. *PloS One.* 2014;9(8):e105777.
31. Flodström C, Viklund Axelsson SA, Nordström B. A pilot study of the impact of the electro-suit Mollii® on body functions, activity, and participation in

- children with cerebral palsy. *Assist Technol Off J RESNA*. 4 de julio de 2022;34(4):411-7.
32. Liu Z, Dong S, Zhong S, Huang F, Zhang C, Zhou Y, et al. The effect of combined transcranial pulsed current stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation on lower limb spasticity in children with spastic cerebral palsy: a randomized and controlled clinical study. *BMC Pediatr*. 24 de marzo de 2021;21(1):141.
33. Megía-García Á, Serrano-Muñoz D, Taylor J, Avendaño-Coy J, Comino-Suárez N, Gómez-Soriano J. Transcutaneous Spinal Cord Stimulation Enhances Quadriceps Motor Evoked Potential in Healthy Participants: A Double-Blind Randomized Controlled Study. *J Clin Med*. 13 de octubre de 2020;9(10):3275.
34. Gad P, Hastings S, Zhong H, Seth G, Kandhari S, Edgerton VR. Transcutaneous Spinal Neuromodulation Reorganizes Neural Networks in Patients with Cerebral Palsy. *Neurother J Am Soc Exp Neurother*. julio de 2021;18(3):1953-62.
35. Gonçalves RV, Fonseca ST, de Araújo PA, Souza TR, Resende RA, Mancini MC. Functional Task Training Combined With Electrical Stimulation Improves Motor Capacity in Children With Unilateral Cerebral Palsy: A Single-Subject Design. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. abril de 2019;31(2):208-15.
36. Xu K; He L; Mai J; Yan X; Chen Y. Muscle recruitment and coordination following constraint-induced movement therapy with electrical stimulation on children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *PLoS ONE* 2015 Oct1010e0138608. 2015.

## ANEXOS

### Anexo 1: Términos utilizados

Paciente	Intervención	O - Resultado
child*, infan*	“electric* stimulation”, “cerebral palsy”, “brain palsy”, spastic*	"Growth and Development", "Child Development", “motor development”, “motor skills”, “functional electrical stimulation”, FES, “Gross Motor Functional Classification System”, “GMFCS”, walk*, gait, “muscular strength”, TES, “Neuromuscular Spasticity, motor, motricity, "Manual Ability Electrical Classification System" OR MACS Stimulation”, NES, NMES, electrotherapy.

### Anexo 2: Fórmulas de búsqueda utilizadas

Base de datos	Fórmula	Estudios recuperados
Medline	Search: ("child*" [All Fields] OR "infan*" [All Fields]) AND ("Cerebral Palsy" [MeSH Terms] OR "cerebral palsy spastic diplegic" [Supplementary Concept]) AND (electrotherapy OR "Electric Stimulation" [MeSH Terms] OR "Electric Stimulation Therapy" [MeSH Terms] OR "Transcutaneous Electric Nerve Stimulation" [MeSH Terms] OR "electrical stimulation" [All	137

---

Fields] OR "functional electrical stimulation"[All Fields] OR "FES"[All Fields] OR "Threshold Electrical Stimulation"[All Fields] OR "tes"[Supplementary Concept] OR "tes"[All Fields] OR "tes"[All Fields] OR "Neuromuscular Electrical Stimulation"[All Fields] OR "NES"[All Fields] OR "NMES"[All Fields]) AND ("Growth and Development"[MeSH Terms] OR "Developmental Disabilities"[MeSH Terms] OR "Motor Skills"[MeSH Terms] OR "Motor Skills Disorders"[MeSH Terms] OR "Child Development"[All Fields] OR "motor development"[All Fields] OR ("motor"[All Fields] OR "motor s"[All Fields] OR "motoric"[All Fields] OR "motorically"[All Fields] OR "motorics"[All Fields] OR "motoring"[All Fields] OR "motorisation"[All Fields] OR "motorised"[All Fields] OR "motorization"[All Fields] OR "motorized"[All Fields] OR "motors"[All Fields]) OR "motricity"[All Fields] OR "Gross Motor Functional Classification System"[All Fields] OR "GMFCS"[All Fields] OR "walk\*"[All Fields] OR ("gait"[MeSH Terms] OR "gait"[All Fields]) OR "muscular strength"[All Fields] OR ("muscle spasticity"[MeSH Terms] OR ("muscle"[All Fields] AND "spasticity"[All Fields]) OR "muscle spasticity"[All Fields] OR "spastic"[All Fields] OR "spasticity"[All Fields] OR "spastics"[All Fields] OR "spasticities"[All Fields]) OR "manual ability classification

---

---

system"[All Fields] OR "MACS"[All Fields]) AND ("efficacies"[All Fields] OR "efficacious"[All Fields] OR "efficaciously"[All Fields] OR "efficaciousness"[All Fields] OR "efficacy"[All Fields] OR ("effect"[All Fields] OR "effecting"[All Fields] OR "effective"[All Fields] OR "effectively"[All Fields] OR "effectiveness"[All Fields] OR "effectivenesses"[All Fields] OR "effectives"[All Fields] OR "effectivities"[All Fields] OR "effectivity"[All Fields] OR "effects"[All Fields]) OR ("impact"[All Fields] OR "impactful"[All Fields] OR "impacting"[All Fields] OR "impacts"[All Fields] OR "tooth, impacted"[MeSH Terms] OR ("tooth"[All Fields] AND "impacted"[All Fields]) OR "impacted tooth"[All Fields] OR "impacted"[All Fields]) OR ("influence"[All Fields] OR "influenced"[All Fields] OR "influences"[All Fields] OR "influencing"[All Fields]) OR "clinical trial"[All Fields] OR ("experiment"[All Fields] OR "experiment s"[All Fields] OR "experiments"[All Fields]) OR "quasi-experiment"[All Fields]) Filters: from 2012 - 2024

Búsqueda en inglés:

12

Google académico allintitle: "cerebral palsy" AND ("Electrical Stimulation" OR electrotherapy) AND (efficacy OR effectiveness OR impact OR influence OR "clinical trial" OR experiment OR "quasi-experiment")

10

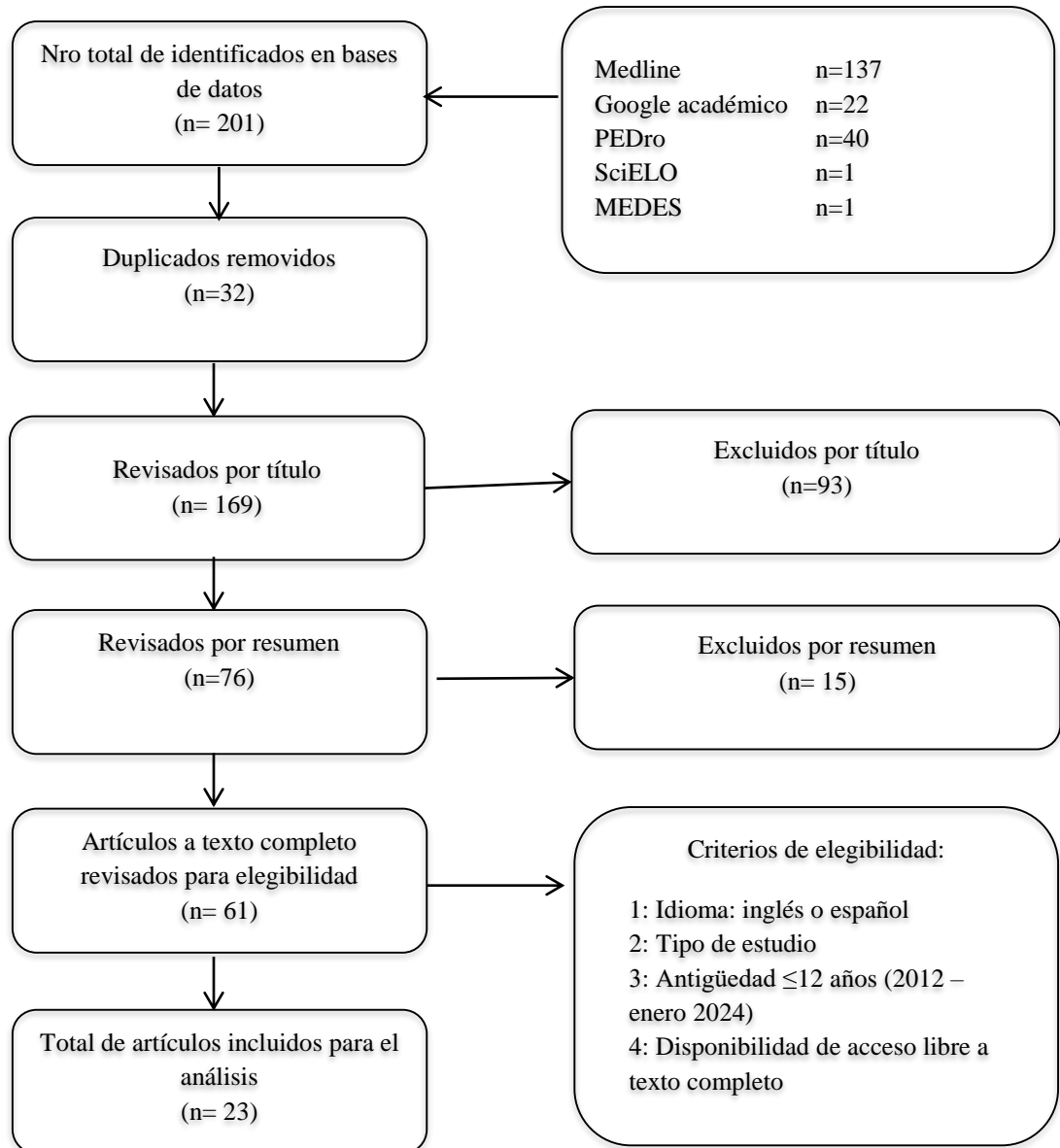
---

---

	Búsqueda en español:	
	allintitle: ("estimulación eléctrica" OR electroterapia OR electroestimulación) "parálisis cerebral"	
	Abstract & Title: Electrical Stimulation	
PEDro	Topic: Cerebral palsy	40
	Published Since: 2012	
MEDES:		
Medicina	((("electroterapia"[todos]) OR ("estimulación eléctrica"[todos])) AND "parálisis cerebral"[todos])	1
en español		
SciELO	(parálisis cerebral) AND ("estimulación eléctrica" OR electroterapia)	1

---

### Anexo 3: Hallazgos de la búsqueda



## Anexo 4-1: Características de los estudios incluidos (1)

Autor	Modalidad	Participantes: Edad, GMFCS, criterios de inclusión	Objetivos	Protocolo: Frecuencia y duración
Pool et al (16)	FES	41 niños de entre 5 a 12 años, GMFCS III - V, con problemas de rendimiento identificados por los padres que incluían dificultad con las transferencias, movilidad o dificultad para usar un entrenador de marcha/caminar o dispositivos de ayuda.	Determinar si el RAGT mediante estimulación eléctrica muscular superficial y entrenamiento locomotor mejora los resultados de movilidad en comparación con solo el entrenamiento locomotor en niños con PC.	3 sesiones de 1 hora por semana durante 6 semanas). Los resultados se evaluaron en T1 inicial (semana 0), T2 posterior al tratamiento (semana 6) y T3 de retención (semana 26)
Ozen et al(18)	FES	27 niños de entre 4 a 12 años, con PC dipléjica, GMFCS I a III, y que recibieron inyecciones de toxina botulínica tipo A en músculos isquiotibiales y gastrocnemios cada 6 a 9 meses, según fuera necesario. Asignados aleatoriamente en 3 grupos: (1) (n = 9) ciclismo FES y tratamiento estándar; (2) (n = 9) estimulación simulada de ciclismo FES y tratamiento estándar; (3) (n = 7) solo tratamiento estándar.	Evaluar los efectos del sistema de terapia de bicicleta de FES sobre la función motora, el patrón de marcha, la espasticidad, las actividades de la vida diaria y la capacidad aeróbica en niños con PC y comparar los resultados con estimulación simulada y tratamiento estándar.	Todos los grupos: 1 h de programa de rehabilitación estándar 5 días/semana, por 4 semanas. Terapia de bicicleta FES: calentamiento de 5 minutos de ciclismo pasivo, entrenamiento de 20' de ciclismo FES y enfriamiento de 5' de ciclismo pasivo. Tanto el grupo FES como el estímulo simulado se trató de un programa adicional de 30' que se

---

agregó al tratamiento estándar durante 4 semanas, 5 veces por semana.

<b>Sansare et al(19)</b>	FES	39 participantes, de entre 10 a 18 años, con PC dipléjica espástica, GMFCS II - IV, fueron asignados aleatoriamente a uno de los 3 grupos: entrenamiento de ciclismo asistido por FES (grupo FES = 15), ciclismo volitivo solamente (grupo VOL = 11) y sin intervención (grupo CON = 13).	Examinar el efecto del ciclismo con y sin asistencia de FES con respecto al de un grupo de control sin intervención en la aptitud cardiorrespiratoria.	24 sesiones. GRUPO FES: 30 minutos 3 v/s por 8 semanas a la potencia de ciclismo objetivo de 50-80% de su frecuencia cardíaca objetivo predicho por Karvonen durante la prueba incremental inicial. GRUPO VOL: mismo protocolo de ciclismo. GRUPO CON: Ninguna intervención.
<b>Armstrong et al(17)</b>	FES	21 niños de 6 a 18 años, GMFCS II a IV, asignados aleatoriamente al grupo de intervención (n =11) o al de atención habitual (n =10).	Probar la eficacia de la FES en bicicleta, el entrenamiento dirigido por objetivos y el ciclismo adaptado, en comparación con la atención habitual, para mejorar la función en niños con PC.	Grupo de intervención: 2 sesiones de 1 h/semana en hospital (entrenamiento dirigido a objetivos de 30' y hasta 30' de ciclismo FES) y un programa de ejercicio en casa (HEP) de 1 h/semana por 8 semanas (30' de ciclismo adaptado y un programa de entrenamiento dirigido a objetivos). Ambos grupos

---

---

				continuaron con sesiones habituales de fisioterapia o terapia ocupacional durante todo el estudio.
<b>Pool et al(23)</b>	FES	32 niños con PC unilateral espástica (USCP), GMFCS I - II, asignados aleatoriamente al grupo de tratamiento FES y al grupo de control (tratamientos habituales).	Determinar si FES es eficaz para mejorar la autopercepción de los problemas de rendimiento de movilidad identificados individualmente en comparación con los niños que reciben tratamientos habituales.	Grupo de tratamiento: uso de dispositivo FES durante al menos 4 h al día, 6 días a la semana durante 8 semanas. Los participantes fueron evaluados al inicio (semana 0), después del tratamiento (semana 8) y a las 6 semanas de seguimiento (semana 14).
<b>Gonçalves et al(35)</b>	FES	4 niños con USCP, GMFCS I o II, edad: 1 - 4 años, con $\geq 10^\circ$ de dorsiflexión pasiva del tobillo con rodilla en extensión, y ninguna cirugía ortopédica en los últimos 12 meses ni aplicación de toxina botulínica en los últimos 6.	Investigar si la FES del gastrocnemio combinada con el entrenamiento de tareas funcionales produce mejoras en variables relacionadas con el rendimiento de la marcha, la capacidad de generación de fuerza propulsora y cambios en la función motora gruesa de niños con PC unilateral espástica.	FES combinada con un programa de entrenamiento de tareas funcionales durante 8 semanas, 50 minutos por día, 3 veces por semana. En momentos específicos durante la fase de impulso de la marcha y durante actividades que requerían flexión plantar.

---

<b>Pool et al(20)</b>	FES	12 participantes de entre 5 a 18 años, con USCP, con GMFCS I o II, rango de dorsiflexión pasiva de tobillo afectado mínimo de 5°.	Determinar los efectos de la estimulación eléctrica funcional (FES) sobre las principales alteraciones que afectan la marcha en niños con parálisis cerebral espástica unilateral.	Uso del dispositivo <i>WalkAide</i> ® durante al menos 1 hora al día, 6 días a la semana durante 8 semanas. Los niños usaron sus AFO durante la fase previa a FES, pero no durante ni posterior a las fases FES.
<b>Pool et al(21)</b>	FES	32 niños de entre 5 a 18 años, con USCP, GMFCS I o II asignados aleatoriamente a un grupo de tratamiento FES (GT, n = 16) o grupo de control (n = 16), con rango de dorsiflexión pasiva del tobillo afectado de al menos 5°.	Determinar los efectos ortopédicos y terapéuticos de la FES aplicada diariamente en la comunidad a los dorsiflexores del tobillo.	GT: 8 semanas de FES diario mediante dispositivo <i>WalkAide</i> ® (4 horas por día, 6 días por semana) y el grupo de control recibió tratamiento ortopédico y terapéutico habitual.
<b>Corina et al(22)</b>	FES	58 niños con PC, edad: 7 - 14 años, con afectación de la función de la mano, espasticidad según mAS < 3 y un nivel de cooperación aceptable para el grupo RAT (Robot-Assisted Therapy).	Investigar el impacto del entrenamiento pasivo del movimiento de la mano (PMT) con terapia asistida por robot (RAT) en comparación con el PMT con FES.	Los 2 grupos: 2 semanas, dos sesiones diarias de 30' de fisioterapia. Grupo RAT: fisioterapia clásica (PT) y terapia asistida por robot 1 sesión diaria de 15 minutos de movimiento pasivo de la mano con el dispositivo <i>Gloreha Sinfonia</i> . Grupo FES: PT y FES 1 sesión de 15 minutos al día mediante el Sistema inalámbrico de rehabilitación de la mano H200 (Sistema H200).

<b>Mariscal-Ramos et al(12)</b>	NMES	32 niños, edad de 4 a 16 años. Dos grupos de estudio: (1) toxina botulínica tipo A = 16 y (2) estimulación eléctrica orofaríngea= 16	Comparar la aplicación de toxina botulínica tipo A y de la estimulación eléctrica orofaríngea en el tratamiento de la sialorrea moderada a severa en niños con parálisis cerebral y su repercusión en la calidad de vida del niño y del cuidador.	Ambos grupos tuvieron terapia oral motora. 10 sesiones en 4 meses de tratamiento.
<b>Pool et al(14)</b>	NMES	32 niños entre 5 a 18 años, con USCP, GMFCS I o II, $\geq 5$ grados de dorsiflexión pasiva del tobillo (con la rodilla extendida) y extensión completa de la rodilla.	Evaluar la eficacia de un programa de marcha asistida por NMES de 8 semanas aplicado en la comunidad sobre la fuerza y el volumen de los músculos en niños con parálisis cerebral espástica unilateral	2 grupos de estudio formados aleatoriamente (1) tratamiento diario de NMES o (2) control (tratamientos habituales o convencionales). Evaluación al inicio del estudio, en la semana 8 y en la semana 14. Uso de WalkAide® durante al menos 4 horas al día, 6 días a la semana durante 8 semanas.
<b>Xu K et al(36)</b>	NMES	68 niños con PC hemipléjica. Edad:2-14 años, capacidad de extender la muñeca $\geq 20^\circ$ y la articulación metacarpofalángica $10^\circ$ desde la flexión completa, una diferencia funcional del 20 % al 80 % entre la mano afectada y la no afectada, y cumplir con las instrucciones del estudio.	Investigar la eficacia en el reclutamiento muscular y la coordinación después de CIMT, CIMT más estimulación eléctrica y terapia ocupacional tradicional en el tratamiento de la disfunción de la mano en niños con PC hemipléjica y analizar la relación entre la	En el hospital se proporcionó CIMT con ortesis de la mano no afectada o TO (3 horas por sesión, 5 días a la semana por 2 semanas). Al final de la terapia diaria, los niños fueron enviados a un programa de ejercicio en casa de 1 hora, que se amplió a 2 horas al día durante 6 meses después de la intervención

---

		Asignados aleatoriamente en 3 grupos: CIMT (22), CIMT más EE (23) o TO tradicional (23).	función de la mano y las señales mioeléctricas de superficie.	hospitalaria. La EE se aplicó 20 minutos al día, 5 veces por semana durante 2 semanas.
<b>Elnahhas et al(13)</b>	NMES	30 niños con diplegia espástica, GMFCS III, edad: 2-4 años, espasticidad: Ashworth 1-2.	Investigar el efecto del fortalecimiento de los músculos de la pantorrilla en la eficacia de la bipedestación en niños con diplegia espástica.	Grupos formados aleatoriamente. Grupo control (15): programa seleccionado de terapia física. Grupo de estudio (15): el mismo programa adicional a ejercicios de fortalecimiento manuales y mecánicos y programa de EE de músculos de la pantorrilla de ambas extremidades inferiores. Ambos grupos recibieron 3 sesiones/semana por 3 meses consecutivos.
<b>Elnaggar et al(24)</b>	RES	60 niños con diplegia espástica, edad: 4 - 7 años, con deformidad dinámica en equino, GMFCS II - III, espasticidad de las pantorrillas de grado 1+ o 2 según mAS. 3 grupos: grupo RES (20), grupo BoNt-a (20) y grupo integrado RES y BoNT-a (20).	Analizar los efectos tanto independientes como integrados de la estimulación eléctrica recíproca (RES) de los flexores dorsales y plantares del tobillo y la Toxina Botulínica-A (BoNT-A) sobre los límites dinámicos de la estabilidad	Programa de ejercicios de 60', 3 veces/semana, 12 semanas. Grupo RES: RES de flexores dorsales y plantares del tobillo por 30' antes de cada sesión de ejercicios. Grupo BoNT: Toxina Botulínica-A en los mm de la pantorrilla 1 semana antes de comenzar el

---

---

			postural y la cinemática del tobillo en la diplegía espástica.	programa de ejercicios. Grupo RES+BoNT integrado: ambas intervenciones.
<b>Grecco et al(28)</b>	TDCS	20 niños, edad: 6-10 años, GMFCS I-III, que realicen marcha independiente durante al menos 12 meses. Asignados aleatoriamente a 2 grupos.	Determinar el efecto de una única sesión de TDCS aplicada a la corteza motora primaria con respecto a variables espaciotemporales de la marcha y las oscilaciones del centro de presión durante la bipedestación.	Experimental: 1 sesión de 20' de estimulación anódica de la corteza motora primaria a intensidad de 1 mA; y de control: estimulación transcraneal con placebo. Se realizaron 3 evaluaciones: (1) antes, (2) inmediatamente después y (3) 20' después de la estimulación.
<b>Aree-uea et al(29)</b>	TDCS	46 niños de entre 8 y 18 años, con PC espástica, GMFCS II-IV, y espasticidad de las extremidades superiores de grado 1 a 3 según MAS.	Evaluar los efectos antiespásticos de la estimulación transcraneal anodal por corriente directa (TDCS) en individuos con PC.	Asignados aleatoriamente en grupos: (1) fisioterapia rutinaria más estimulación TDCS activa o (2) fisioterapia rutinaria más estimulación TDCS simulada. Evaluaciones: (1) basal, (2) inmediatamente después del tratamiento, (3) a las 24 horas, (4) a las 48 horas.

---

<b>Inguaggiato et al(26)</b>	TDCS	8 participantes, edad: 10-22 años, con PC unilateral confirmado por resonancia magnética cerebral (lesión cerebral unilateral congénita), seleccionados en función de su residencia.	Evaluar el efecto de una única aplicación anodal de TDCS sobre la corteza motora ipsilesional en la función manual gruesa unilateral de la mano contralesional hemipléjica, explorando al mismo tiempo las posibles influencias de factores demográficos y lesionales.	2 sesiones de TDCS, una con TDCS activa y otra con TDCS simulada (en orden aleatorio entre los participantes). Se evaluaron inmediatamente antes de la TDCS (T0), inmediatamente después (T1) y 90 minutos después del final de la TDCS (T2).
<b>Collange et al(25)</b>	TDCS	20 niños con PC diparéctica espástica, GMFCS II o III, marcha independiente como mínimo 12 meses, edad entre 5 y 10 años y grado de comprensión compatible con la ejecución de los procedimientos.	Comparar los efectos de la TDCS anodal frente a la TDCS simulada durante el entrenamiento de la marcha con realidad virtual en el patrón de la marcha, la función motora gruesa, el rendimiento funcional y la excitabilidad del córtex en niños con PC diparéctica espástica.	Los niños fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental (entrenamiento de la marcha con realidad virtual y TDCS anodal) y a un grupo de control (entrenamiento de la marcha con realidad virtual y TDCS simulada). Se realizaron cinco sesiones semanales de 20' durante dos semanas consecutivas (total: 10 sesiones).
<b>Duarte et al(30)</b>	TDCS	24 niños de 5 a 10 años, con PC espástica, GMFCS I, II o III. Asignados aleatoriamente a 2 grupos. Experimental (12) y Grupo control (12)	Determinar los efectos del entrenamiento de la marcha combinado con la TDCS sobre la corteza motora primaria en el equilibrio y el rendimiento funcional en niños con PC.	Experimental (12): entrenamiento en cinta rodante y estimulación anódica de la corteza motora primaria. Grupo control (12): entrenamiento en cinta rodante y TDCS continua con placebo. 5 sesiones semanales

---

				durante 2 semanas. Evaluaciones: 1 semana antes, 1 semana después de finalizar y 1 mes después de finalizar la intervención.
<b>Rich et al(27)</b>	TDCS	8 participantes de 7 a 21 años, con PC unilateral por accidente cerebrovascular perinatal.	Explorar la influencia de la intervención bimanual emparejada con TDCS catódica en el hemisferio no lesionado sobre los resultados conductuales y neurofisiológicos en niños con PC unilateral, basada en el principio de inhibición interhemisférica exagerada (IHI).	10 sesiones de TDCS + intervención bimanual por dos semanas, 120 minutos de entrenamiento motor y los primeros 20 minutos incluyeron TDCS simultánea.
<b>Liu Z et al(32)</b>	TDCS y TENS	63 niños con PC espástica, de 2 a 12 años, con GMFCS de III, IV o V; grados I a IV según mAS para miembros inferiores. Los niños fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos, experimental (32) y de control (31)	Evaluar los efectos de una combinación de enfoques de neuromodulación no invasiva, estimulación transcraneal por corriente pulsada (tPCS) y TENS, para el tratamiento de la espasticidad de las extremidades inferiores.	Experimental: tPCS + TENS por 30 min, seguido de 30 min de fisioterapia, cinco veces por semana durante 12 semanas. Control: fisioterapia 30 minutos al día, 5 veces por semana durante 12 semanas. Evaluaciones 3 días antes y después del tratamiento.
<b>Flodström et al (31)</b>	TENS mollii	6 niños con GMFCS I o II, con una altura mínima de 104 cm.	Evaluar el posible efecto de Mollii® en la función corporal, la actividad y la participación en actividades autoseleccionadas.	Los niños debían usar el traje Mollii® 1 hora cada 2 días, mientras continuaban con los ejercicios y estiramientos que ya tenían. Al

---

---

				inicio los niños establecieron sus objetivos individualmente o con la ayuda de sus padres.
<b>Gad et al(34)</b>	TSCS	12 participantes mayores de 2 años con parálisis cerebral, GMFCS I - V	Determinar si los efectos fisiológicos agudos a nivel de sistema de la neuromodulación transcutánea de la médula espinal tienen el potencial de mejorar la función locomotora en personas con PC.	1 única sesión de 30 minutos utilizando un dispositivo SCONE™ (SpineX Inc, Los Ángeles, CA).

---

#### Anexo 4-2: Características de los estudios incluidos (2)

Autor	Lugar de aplicación	Parámetros	Medidas de resultado	Efectos
<b>Pool et al (16)</b>	Cuádriceps e isquiotibiales bilaterales	20 minutos de aplicación. Frecuencia: 50 Hz, ancho de pulso $\geq 50$ , los tiempos de encendido y apagado se preestablecieron en el RT600 según el ciclo de la marcha.	GAS (Goal Attainment Scale- Escala de logro de objetivos)	No diferencias significativas

---

<b>Ozen et al(18)</b>	Electrodos de superficie en una configuración bipolar en ambos lados del cuádriceps, isquiotibiales, tibial anterior y gastrocnemio	Pulsos bifásicos rectangulares, ancho de pulso: 250 a 300 $\mu$ s, intensidad del estímulo: $\leq$ a 100 mA, frecuencia: 30 a 45 Hz, fase de estimulación: 7 segundos, aceleración: 2 segundos, rampa descendente: 2 segundos. Con un algoritmo que induce ciclos recíprocos bilaterales de las piernas, entre 20 y 30 revoluciones por minuto (rpm).	mAS, MTS, WeeFIM, GMFCS, GMFM-88, pruebas selectivas de control motor, caminata de 6 minutos, prueba y análisis visual de la marcha (VGA).	En todos los grupos, hubo mejoras significativas en las puntuaciones MAS, MTS, WeeFIM, GMFM-88, prueba de caminata de 6 minutos y VGA. No se observaron cambios en los niveles de GMFCS en ningún grupo. Al final del estudio, no hubo diferencias significativas entre los grupos en términos de ningún parámetro de evaluación clínica.
<b>Sansare et al(19)</b>	Músculos cuádriceps bilateral	Intensidad: 40 mA, frecuencia: 50 Hz, el software FES modulaba la duración del pulso del estímulo.	(a) cadencia (rpm, número de revoluciones de ciclismo completadas en un minuto), (b) VO 2 máximo (litros de oxígeno por minuto por kg de peso corporal) y (c) FC neta máxima (FC máxima) en latidos por minuto (lpm) durante el ejercicio - FC en reposo)	Cadencia (FES: $\uparrow$ , VOL y CON no diferencias significativas), VO 2 máximo y FC neta máxima (no diferencias significativas en ninguno de los grupos).
<b>Armstrong et al(17)</b>	Músculos cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, gastrocnemios y tibiales anteriores, bilateral.	Frecuencia: 40 Hz - 50 Hz, ancho de pulso: 200 $\mu$ s - 250 $\mu$ s y amplitud: según la tolerancia (amplitud mediana de 21 mA (rango = 7-35) para el cuádriceps, 22	GMFM y COPM.	Diferencias significativas y clínicamente significativas entre los grupos que favorecían al grupo de intervención en el GMFM-88, GMFM-66, puntuaciones de objetivos de GMFM,

		mA (7-33) para los isquiotibiales, 18 mA (5-33) para el tibial anterior, 17 mA (7-32) para el gastrocnemio y 12 mA (6-25) para los glúteos).		rendimiento objetivo COPM y satisfacción con COPM.
<b>Pool et al(23)</b>	Un electrodo sobre la cabeza del peroné para estimular el nervio peroneo y el otro electrodo en el punto final motor del tibial anterior	Ancho de pulso: $\leq 300\mu\text{s}$ , frecuencia: 33 Hz, intensidad (mA): ajustada por usuario. Sensor de inclinación de WalkAide® sincronizado y guardado para la estimulación de los dorsiflexores inmediatamente después del despegue de la punta del pie y durante la fase de balanceo.	Puntuaciones autopercebidas para el desempeño y la satisfacción de las prioridades identificadas por el niño y los padres evaluadas mediante el COPM después del tratamiento y durante el seguimiento.	Puntuaciones significativamente mayores en el grupo de tratamiento después del tratamiento tanto para rendimiento ( $p = 0,034$ ) como para satisfacción ( $p = 0,004$ ).
<b>Gonçalves et al(35)</b>	Cabezas medial y lateral del músculo gastrocnemio.	Intensidad: menor a la contracción muscular visible, frecuencia: 26 a 30pps para lograr una contracción muscular visible con el tobillo en una posición de flexión plantar de $40^\circ$ . Pulso simétrico, de $300\mu\text{s}$ de duración. La intensidad del	Velocidad de la marcha, el par de impulso de la extremidad inferior durante la marcha y la relación de generación de energía tobillo/cadera. GMFM-66.	Mejóro el torque de impulso y la función motora gruesa de los 4 niños, con cambios variables sobre la velocidad de la marcha.

pulso según la tolerancia de cada niño  
(osciló entre 17 y 33 mA).

<b>Pool et al(20)</b>	Estimulación del nervio peroneo/peroneo común. Un electrodo en la cabeza del peroné y otro en el vientre muscular del tibial anterior.	Estimulación eléctrica superficial bifásica asimétrica sincronizada para estimular la dorsiflexión del tobillo durante el balanceo. Ancho de pulso: $\leq 300\mu\text{s}$ , frecuencia: $\leq 33\text{ Hz}$ , intensidad (mA): ajustada por el usuario mediante un dial en el dispositivo.	Rango de movimiento, espasticidad del m. gastrocnemio (MTS, Escala Australiana de Evaluación de la Espasticidad), fuerza de dorsiflexores (dinamometría manual), control motor selectivo (Boyd y Graham), equilibrio (parado en un solo pie), marcha (Escala de Observación de la Marcha - OGS), arrastre de los dedos de los pies y caídas autoinformado (Cuestionario sobre el arrastre de los dedos de los pies y las caídas).	Rango de movimiento: $\uparrow$ . Espasticidad del m gastrocnemio: $\downarrow$ . Fuerza de dorsiflexores: $\uparrow$ . Control motor selectivo: $\uparrow$ . Equilibrio: $\uparrow$ . Marcha: no cambios estadísticamente significativos entre las fases pre-FES y FES ( $p=0,73$ ) y las fases pre-y post-FES ( $p=0,45$ ). Arrastre de los dedos de los pies y caídas autoinformado: $\downarrow$
<b>Pool et al(21)</b>	Vientre muscular del tibial anterior y en el nervio peroneo común.	Estimulación eléctrica superficial bifásica asimétrica sincronizada, activada al detectar cambios en el ángulo de la tibia para estimular la dorsiflexión del tobillo. Ancho de pulso: $\leq 300\mu\text{s}$ ,	Cinemática del tobillo y medidas espaciales temporales del ciclo de la marcha y estimaciones del equilibrio y la movilidad en la comunidad (Escala de Movilidad y Equilibrio Comunitario - CBMS).	Marcha: mayor ángulo del tobillo en el contacto inicial y en la dorsiflexión máxima en balanceo, $\uparrow$ del tiempo normalizado en la postura y $\uparrow$ longitud de paso. Medidas clínicas de actividad: $\uparrow$ significativo de puntuaciones CBMS y $\downarrow$ de la

		frecuencia: $\leq 33$ Hz, intensidad (mA): ajustada por el usuario.		incidencia de arrastre de los dedos del pie. Espasticidad y amplitud de movimiento: $\downarrow$ espasticidad de los gastrocnemios. No diferencias significativas entre grupos en la dorsiflexión pasiva y el rango de movimiento del ángulo poplíteo.
<b>Corina et al(22)</b>	Músculos extensores y flexores de mano y dedos	Pulso: Bifásico, forma de onda: Simétrica, intensidad: 0-80 mA, resolución de 1 mA (fase positiva), duración del pulso positivo: 100 $\mu$ s, duración del pulso negativo: 100 $\mu$ s, intervalo entre fases: 50 $\mu$ s, potencia máxima de carga: 500 ohm (80 mA, 120 V), frecuencia de repetición de impulsos: 20-45 Hz, resolución de 5 Hz; aumento de rampa: 0-3,1seg., rampa descendente: 0-3,1seg.	Evolución del agarre cilíndrico, extensión de los dedos, agarre de pellizco, agarre lateral y agarre de tres puntos.	Grupo RAT ( $p < 0,001$ ) y grupo FES ( $p < 0,01$ ) demostraron mejora estadísticamente significativa en todos los parámetros. Los pacientes que recibieron PT y FES mostraron una mejora más significativa en cada movimiento, excepto en el agarre con índice de pellizco, en el que el grupo RAT mostró resultados superiores.

<b>Mariscal-Ramos et al(12)</b>	Electrodos en 3a o 3b según el Manual de Entrenamiento para el uso de Estimulación Eléctrica en el tratamiento de disfgia.	Onda bifásica simétrica, voltaje máximo: 100 volts, pulso: 80 Hz, duración de pulso: 700 ms, intensidad de estímulo: 7-25 mA; durante el estímulo el paciente practicó el tragado. 10 sesiones.	Formulario de sialorrea del Department of Plastic and Maxillofacial Surgery of the Royal Children's Hospital; se cuantificó la cantidad de saliva pesando rollos de algodón intraorales colocados por 2 minutos, en el contacto inicial y al cuarto mes de intervención.	↓Signos de sialorrea en ambos grupos con superioridad clínica en el grupo de toxina botulínica respecto al grupo de electroestimulación orofaríngea, en algunos casos con diferencia estadísticamente significativa. La toxina botulínica tipo A tuvo significancia en la disminución del peso de los algodones intraorales respecto al grupo de estimulación eléctrica, p = 0.002.
<b>Pool et al(14)</b>	Un electrodo en el vientre muscular del tibial anterior y otro en el nervio peroneo común, estimulando la dorsiflexión activa durante la fase de balanceo de la marcha.	Estimulación eléctrica superficial bifásica asimétrica activada por el movimiento tibial. Al menos 4 horas al día, 6 días a la semana durante 8 semanas.	Volumen muscular (tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos y peroneo tercero, sóleo y gastrocnemio mediante resonancia magnética (MRI)), fuerza (dinamometría manual para la dorsiflexión del tobillo) y control motor (escala ordinal de Boyd y Graham para la evaluación del SMC del tobillo y Evaluación de Control Selectivo del Miembro Inferior (SCALE)).	Semana 8: grupo de tratamiento demostró un aumento significativo (p <0,05) en volúmenes musculares del tibial anterior, el compartimento anterior, los gastrocnemios medial y lateral y la fuerza de dorsiflexión, tanto en comparación con sus valores iniciales como en comparación con el grupo de control. No hubo diferencias entre los grupos en las medidas clínicas para el control motor selectivo de las extremidades inferiores.

<b>Xu K et al(36)</b>	Extensores radiales del carpo y extensores de los dedos del miembro superior afectado.	20' al día, 5 veces/semana por 2 semanas (unidad de estimulación eléctrica neuromuscular de doble canal MyoTrac Infiniti). Frecuencia: 50 Hz, frecuencia del pulso 30pps con 300µs de amplitud, amplitud ≤ 100mA. Tiempo de encendido: 12"con 1" de subida y bajada. Tiempo de apagado: 12". Amplitud aumentada según tolerancia del niño y ajustada para inducir la contracción muscular.	(1) Medidas de resultado clínico: fuerza de prensión manual (esfigmomanometría), prueba funcional de las extremidades superiores y escala de calificación global. (2) EMG de superficies: reclutamiento y coordinación muscular	CIMT + EE mostró mayor tasa de mejora en la EMG de los extensores de la muñeca y en la relación de cocontracción en comparación con los otros dos grupos a los 3 y 6 meses, hubo mejora en la media cuadrática de los extensores de la muñeca respecto al grupo de TO tradicional (p<0,05). Correlaciones positivas entre las puntuaciones de las pruebas funcionales de las extremidades superiores y la EMG integrada de la muñeca afectada, así como entre la fuerza de prensión y la EMG integrada de los extensores de la muñeca afectada (p<0,05).
<b>Elnahas et al(13)</b>	(1) Parte media del sóleo, (2) cubriendo ambas cabezas de los gastrocnemios.	Corriente alterna de forma de onda bifásica. Frecuencia: 30-80Hz, intensidad de contracción muscular máxima confortable incrementado gradualmente. On/off 5/5segundos. Duración de EE: 15 minutos. Distancia	GMFm - 88 (dimensión de bipedestación), análisis cinemático de rodillas y tobillos en plano sagital durante bipedestación, grosor total muscular de la pantorrilla.	GMFm - 88: mejora significativa en ambos grupos, mayor en grupo de estudio. Hubo mejora significativa en el análisis cinemático de rodillas y tobillos en plano sagital durante bipedestación y en el grosor total muscular de la pantorrilla solo en el grupo de estudio.

---

		entre electrodos igual o mayor al tamaño de uno de ellos.		
<b>Elnaggar et al(24)</b>	Canal 1: dorsiflexores (cabeza del peroné y tercio inferior de la cara dorsal de la pierna); canal 2: flexores plantares (tercios superiores inferiores de la pantorrilla); canales 3 y 4: contralateral.	Pulso rectangular bifásico simétrico, duración del pulso: 250µs, frecuencia de corriente: 30 pulsos/segundo, 5" para aumentar la corriente y 5" para disminuirla, y ciclo de trabajo de 10/5 segundos (tiempo de estimulación de los dorsiflexores y los flexores plantares). Intensidad: gradual hasta observar contracción muscular y máxima tolerable.	Límites dinámicos de la estabilidad postural (estabilometría): límite de estabilidad anteroposterior (ap-los), límite de estabilidad medial-lateral (MI-los) y límite de estabilidad global (o-los).	Grupo RES: mejora significativa de la flexión dorsal máxima en el balanceo. Grupo BoNT-A: mejora significativa del desplazamiento del tobillo en el contacto inicial, flexión dorsal máxima durante el apoyo y el balanceo. Grupo de RES + BoNT-A: mejora significativa de las tres medidas. Para AP-LOS y MI-LOS, el grupo integrado RES + BoNT-A fue significativamente más eficaz que RES, y BoNT-A más que RES sin diferencias entre RES + BoNT y BoNT-A. Para O- LOS, el grupo RES + BoNT-A integrado es significativamente más eficaz que el RES o el BoNT-A sin diferencias entre estos dos.
<b>Grecco et al(28)</b>	Cuero cabelludo. Ánodo: corteza motora primaria del hemisferio dominante según el	Corriente continua de baja intensidad. La estimulación se aumentó gradualmente hasta alcanzar 1 mA y se	Equilibrio estático y variables espaciotemporales y cinemáticas de la marcha: velocidad (m/s), cadencia (pasos/min),	Reducción significativa en la oscilación anteroposterior con los ojos abiertos y cerrados y en la oscilación mediolateral con los ojos cerrados en comparación con el grupo control. Aumentos en

---

	sistema internacional	redujo gradualmente en los 10 segundos finales.	longitud de zancada (m), longitud del paso (m), ancho de paso (m), fase de apoyo (%).	la velocidad de la marcha, la longitud del paso y la longitud de la zancada después de la estimulación.
	10-20 de colocación de electrodos para EEG. Cátodo: región supraorbitaria contralateral al ánodo.			
<b>Aree-uea et al(29)</b>	Sobre M1 izquierdo	Cinco tratamientos diarios consecutivos con TDCS anodal de 1 mA durante 20 minutos cada día.	(a) Grado de espasticidad (MAS; resultado primario) y (b) Amplitud de movimiento pasivo (PROM; resultado secundario) de la extremidad superior derecha	MAS: Hombro ↓. No diferencias para el codo entre grupos en ningún punto temporal. Muñeca ↓. Mejora de corta duración para los dedos. -PROM: Abducción de hombro para el grupo de TDCS activo ↑. Ninguna de las otras puntuaciones PROM produjo efectos significativos. ↑ ROM de la flexión, abducción, aducción del hombro; flexión del codo, flexión de la muñeca y la abducción del pulgar inmediatamente después del tratamiento en el grupo activo, que luego disminuyó ligeramente.
<b>Inguaggia to et al(26)</b>	Corteza motora primaria (M1) del hemisferio ipsilesional.	TDCS anódica (1,5 mA, 20 min)	Prueba de caja y bloque (BBT). Prueba de fuerza de agarre manual (HGS)	Mejora inmediata en la destreza motora gruesa unimanual de los hemipléjicos, pero no de los no hemipléjicos; en BBT se mantuvo estable durante

---

					al menos 90'. No estuvo relacionada con la edad de los participantes o el tamaño de la lesión. No cambios en HGS.
<b>Collange et al(25)</b>	Electrodo anodal: 1 mA mientras el niño realiza 20 minutos de entrenamiento de la marcha con realidad virtual. inferior con mayor afectación motora. Catódico: región supraorbitaria contralateral.		Parámetros espaciotemporales: Velocidad (m/s), Cadencia, Longitud de zancada (m), Longitud del paso (m), Anchura del paso (m), % Fase de apoyo.		Efecto de interacción significativo para la velocidad y la cadencia. No se encontraron diferencias significativas con respecto a las demás variables relacionadas con la marcha.
<b>Duarte et al(30)</b>	Electrodo anódico: Grupo experimental: corriente de 1 mA durante 20' durante entrenamiento en cinta rodante. En los primeros 10" la estimulación se incrementó gradualmente hasta 1 mA y disminuyó gradualmente en los últimos 10" de la sesión. En el grupo de control: el dispositivo se encendió durante 30".		Equilibrio funcional: Pediatric Balance Scale (PBS).		Grupo experimental: Aumento en la puntuación final después del entrenamiento y en la evaluación de seguimiento. Ningún efecto significativo en la puntuación de PBS en el grupo de control después de la intervención.

---

---

	supraorbitaria contralateral.			
<b>Rich et al(27)</b>	Electrodo catódico: punto de acceso motor derivado de Estimulación magnética transcraneal del hemisferio no lesionado. Electrodo de referencia: región supraorbitaria contralateral.	20 minutos de TDCS catódica de 1,5 mA	Resultado primario: medida de la función manual bimanual espontánea (Evaluación de la Mano Auxiliar - AHA).	Todos los participantes lograron un cambio clínicamente significativo en al menos una medida de resultado (AHA, COPM y ABILHAND). Las medidas objetivas de la función de la mano mostraron ganancias inconsistentes. Los datos neurofisiológicos sugieren respuestas no lineales a la estimulación catódica del hemisferio no lesionado.
<b>Liu Z et al(32)</b>	TPCS: ánodo sobre Cz (punto de acupuntura Baihui), y cátodo sobre región del cerebelo, coincidiendo con Oz (ambos según el Sistema Internacional de Electroencefalograma	TPCS: Intensidad 1 mA TENS (parámetros para todos los electrodos): intensidad 0–10 mA, ancho de pulso de corriente 140 µs, frecuencia 400 Hz, forma de onda pulso cuadrado unidireccional monofásico.	Medidas de resultado primarias: Escala de Ashworth Modificada (MAS) y Escala de Tardieu Modificada (MTS)	Mejora significativa en las puntuaciones MAS y MTS de las extremidades inferiores en el grupo experimental en comparación con el grupo control en los aductores de la cadera, isquiotibiales y gastrocnemio.

---

10-20). TENS: (1) C6-C7 y T1-T2. (2) T11-12 y L4-L5. (3) aductores largos. (4) rectos femorales. (5) gastrocnemios.

<b>Flodström et al(31)</b>	La ubicación de los electrodos fue individual para cada niño, salvo la localización en el tronco y las nalgas que fue aplicado en todos.	La intensidad de la estimulación fue individualizada	Función del cuerpo: rango de movimiento pasivo (ROM), espasticidad, dolor (Escala Visual Analógica - EVA). Actividad y participación: Dimensiones D y E de la GMFM, participación (COPM).	Algunas mejoras en la actividad y la participación. Todos los participantes estimaron mejora en la puntuación total de COPM. Pequeños cambios en el ROM y el tono muscular. Reducción o desaparición del dolor en los 3 participantes que manifestaron dolor al inicio de la intervención.
<b>Gad et al(34)</b>	Cátodo: entre T11-T12 y L1-L2. Ánodos: sobre las crestas ilíacas bilaterales.	Forma de onda: dos pulsos alternos de polaridades opuestas separados por un retraso de 1μS formando una forma de onda bifásica retardada. Pulsos: pulso portador bifásico de alta frecuencia (10 kHz) combinado con un pulso de ráfaga de baja frecuencia (30 Hz), cada uno con	Si es que no logran realizar tareas funcionales: capacidad de iniciar voluntariamente estas actividades sin ayuda externa. Si es que no logran dar pasos en una cinta rodante: patrones EMG y cinemáticos que representaban una mejora de la coordinación y una reducción de las co-	Mejora en las capacidades posturales y locomotoras en 11 de los 12 pacientes incluida la capacidad de generar pasos bilaterales en un niño con GMFCS IV y capacidad de mantener la cabeza erguida o ponerse de pie sin apoyo solo en presencia de estimulación en dos niños con GMFCS V. Todos los pacientes mejoraron

---

un ancho de pulso de 1 ms. Intensidad: contracciones. Si no podían mantener la significativamente en la coordinación de los se mantuvo ~ 20-25% por debajo del cabeza erguida ni ponerse de pie sin apoyo grupos motores flexores y extensores y los ángulos umbral que inducía una respuesta externo: capacidad para sentarse erguidos articulares de miembros inferiores al pisar en la motora. con la cabeza erguida y cuando pasaban de cinta rodante. estar sentados a estar de pie.

---

### Anexo 4-3: Características de los estudios incluidos (3)

Autor	Retención de efectos sin electroterapia	Otras medidas de resultado	Efectos en otras medidas de resultado	Efectos secundarios/dificultades
<b>Pool et al (16)</b>	No diferencias significativas entre grupos	10mWT, Dominio de movilidad y autocuidado de la medida de independencia funcional de los niños (FIM), COPM y GMFM.	No diferencias significativas	No
<b>Ozen et al(18)</b>	No estudiado	No	No	No
<b>Sansare et al(19)</b>	A 8 semanas: No cambios significativos entre POST y WO en ninguno de los 3 grupos	No	No	No

---

<b>Armstrong et al(17)</b>	No estudiado	FTSTS; Medida de Participación y Medio Ambiente – Niños y Jóvenes; Prueba Adaptativa por Computadora del Inventario de Evaluación Pediátrica de Discapacidad (PEDI-CAT); y producción de potencia máxima en bicicleta, evaluada mediante una prueba de sprint en bicicleta.	Grupo de intervención tuvo una resistencia máxima en ciclismo significativamente mayor, pero no una producción de potencia en T2. No hubo diferencias entre grupos para PEDI-CAT o Medida de Participación y Ambiente – Niños y Jóvenes ni para la FTSTS en T2.	No
<b>Pool et al(23)</b>	No hubo diferencias significativas entre los grupos para las puntuaciones de desempeño en el seguimiento. Hubo diferencia significativa entre los grupos para la satisfacción (diferencia de medias 1,9; IC del 95 %: 0,1 a 3,8, p = 0,03) a favor del grupo de tratamiento	Categorización de los problemas de desempeño del COPM y las respuestas de autoinforme según la Clasificación Internacional del Funcionamiento de Niños y Jóvenes (ICF-CY)	Se identificaron prioridades en todos los niveles del ICF-CY, pero se identificaron con mayor frecuencia en los dominios de actividad y participación del ICF-CY (79,5 %)	No
<b>Gonçalves et al(35)</b>	No	No	No	No

---

<b>Pool et al(20)</b>	No	No	No	No
<b>Pool et al(21)</b>	6 semanas: continúa mayor tiempo normalizado en postura. Medidas clínicas de actividad: Se retienen los efectos según la CBMS, reducción significativa en las caídas autoinformadas en comparación con el grupo de control. Espasticidad y amplitud de movimiento: se mantiene diferencia significativa en espasticidad y en el rango de dorsiflexión dinámica del tobillo.	No	No	No
<b>Corina et al(22)</b>	No	No	No	No
<b>Mariscal-Ramos et al(12)</b>	No	No	No	No

---

---

<b>Pool et al(14)</b>	Semana 14: los volúmenes del tibial anterior y del gastrocnemio lateral permanecieron significativamente aumentados en comparación con sus valores iniciales. Solo los volúmenes del gastrocnemio lateral tuvieron valores significativamente mayores en comparación con el grupo de control.	No	No	No
<b>Xu K et al(36)</b>		No	No	No
<b>Elnahhas et al(13)</b>		No	No	No
<b>Elnaggar et al(24)</b>		No	No	No
<b>Grecco et al(28)</b>	Los resultados no se mantuvieron durante más de 20 minutos después del final de la estimulación.	No	No	No

---

<b>Aree-uea et al(29)</b>	A las 24 horas y 48 horas: MAS: en el hombro se mantuvo a las 24h y no a las 48h. Para la muñeca las diferencias se mantuvieron para las 24h y 48h después del tratamiento. PROM: Aumentos significativos en abducción del hombro no se mantuvieron a las 24 y 48 h. El ROM de la flexión y aducción del hombro se mantuvo durante 48h tras el tratamiento con TDCS activo.	No	No	Un caso de quemadura leve de primer grado con TDCS activa, se resolvió en dos días.
<b>Inguaggiato et al(26)</b>	La mejora en la destreza motora gruesa unimanual en la prueba de caja y bloque (BBT) se mantuvo estable durante al menos 90 minutos.	Cuestionario de Seguridad, Presión Arterial y Frecuencia Cardíaca	No hubo cambios entre los puntos temporales ni entre las sesiones de TDCS.	Efectos secundarios leves y transitorios (p. ej., dolor de cabeza, hormigueo y picazón).
<b>Collange et al(25)</b>	No	Medidas de resultado secundarias: GMFM-88 Dimensiones D (bipedestación) y E (caminar, correr y saltar), Pediatric Evaluation Disability	Función motora gruesa: Aumento significativo posterior al tratamiento y en el seguimiento en el grupo experimental, y solo en la dimensión E posterior al tratamiento en el	Ningún niño experimentó efectos adversos graves a lo largo del estudio. Cuatro (40%) niños informaron de un leve hormigueo con la TDCS anodal.

---

		Inventory(PEDI) (rendimiento grupo control. Independencia funcional). La excitabilidad de la corteza motora se midió utilizando un estimulador magnético (MAGSTIM Bistim).	funcional: Aumento significativo de la movilidad posterior al tratamiento y en el seguimiento en el grupo experimental. No diferencias significativas en autocuidado o función social. Excitabilidad de la corteza motora: Aumento en el potencial motor evocado en la evaluación postratamiento del grupo experimental, no se mantuvo en el seguimiento. No hubo cambios en el grupo control.
<b>Duarte et al(30)</b>	No	Análisis estabilométricos y Pediatric Assessment of Disability Inventory (PEDI)	Evaluación estabilométrica: Enrojecimiento en la región supraorbitaria (lugar del cátodo) en 3 niños. Sensación de hormigueo al inicio de la estimulación en 18 niños (12 en el grupo experimental y 6 en el grupo control), cesó al cabo de unos segundos después de la intervención. o no se consideró molesta.

---

---

				PEDI: Aumento en la puntuación final para el autocuidado en ambos grupos. Solo el grupo experimental exhibió un efecto positivo en la movilidad después del tratamiento.
<b>Rich et al(27)</b>	No	Resultados secundarios: destreza unimanual bruta (Box and Blocks), medida de establecimiento de objetivos centrada en la ocupación (Canadian Occupational Performance Measure - COPM) y habilidades manuales percibidas (ABILHAND-KIDS).	Todos los participantes lograron un cambio clínicamente significativo en al menos una medida (AHA, COPM-Performance and/o Satisfaction y ABILHAND).	3 participantes informaron eventos relacionados con la TDCS activa en más de una sesión, siendo lo más común las sensaciones inusuales en la piel de la cabeza. 3 participantes experimentaron espasmos en la mano más afectada durante la intervención. Todos los síntomas informados se resolvieron en la misma sesión.
<b>Liu Z et al(32)</b>	No	No	No	Leve enrojecimiento de la piel (n = 3) en los sitios de los electrodos.
<b>Flodström et al (31)</b>	No	No	No	2 niños experimentaron molestias al principio del tratamiento cuando se activó la unidad de

---

---

control. Según entrevistas con los niños y los padres, el traje era difícil de poner y quitar.

**Gad et al(34)**

No

No

No

No

---