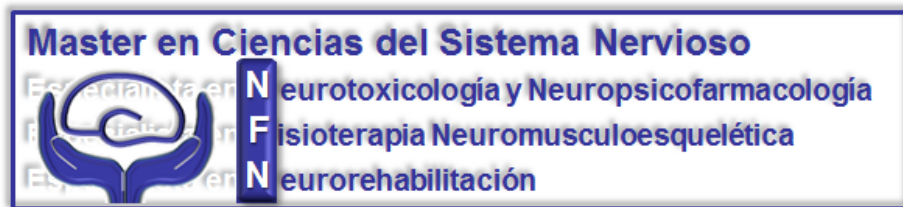


Estefanía Abelleira Sánchez

**EFFECTIVIDAD DE LA ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL DE CORRIENTE
DIRECTA SOBRE EL CEREBELO EN LA REHABILITACIÓN MOTORA POR
AFECTACIÓN NEUROLÓGICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Dirigido por Luis Fernando Sánchez Santed



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ALMERÍA

CURSO ACADÉMICO 2020-2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer toda la paciencia y mano izquierda de mi tutor, Luis Fernando Sánchez Santed, sin el cual este trabajo no habría podido ser posible.

En segundo lugar, agradecer a mis amigas por hacerme de comer, motivarme, obligarme a reír y apoyarme durante estos casi dos años de pandemia en los que se ha hecho difícil priorizar mis estudios sobre el resto de la vida.

Por último, agradecer a mi compañero por haberme enseñado a relativizar la exigencia de la vida, adaptarme a los cambios y saber disfrutarlos.

RESUMEN

Introducción: El cerebelo contribuye en la fisiopatología de un número diverso y creciente de afecciones neurológicas como la ataxia, la enfermedad de Parkinson (EP), el accidente cerebrovascular (ACV), la esclerosis múltiple (EM) o la enfermedad de Huntington (EH). Aunque no existe una cura para estas enfermedades, la estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS) ha aumentado en los últimos años como mejora de los síntomas motores ya que los circuitos cerebelosos se han convertido en objeto de estudio de la neuromodulación no invasiva.

Objetivo: Realizar una revisión sistemática para evaluar la eficacia de la ctDCS en el ámbito de la neurorrehabilitación y su duración a corto y largo plazo

Métodos: Se realizó una búsqueda sistemática en 4 bases de datos (WOS, Scopus, EBSCO y PEDro) entre el 18 de mayo de 2020 y 21 de mayo de 2021. Los estudios que incluían la aplicación de la ctDCS en el cerebelo de pacientes con alguna afectación neurológica y alteración motora fueron incluidos.

Resultados: Dieciséis artículos cumplieron criterios de inclusión. 6 de ellos estudiaron algún tipo de ataxia, 5 estudiaron el ACV, 3 estudiaron la EP, 1 la EM y 1 la EH. Sobre la duración de los efectos, cinco estudios encontraron beneficios que perduraron en el tiempo y cuatro de ellos solo observaron beneficios a corto plazo. Uno de ellos encontró resultados significativos tanto para el largo como para el corto plazo.

Conclusiones: La ctDCS puede mejorar las alteraciones motoras en algunas afectaciones neurológicas. Es una herramienta segura que puede servir como ayuda terapéutica en el ámbito de la neurorrehabilitación. Se necesitan más estudios que investiguen el impacto de los diferentes montajes y parámetros aplicados sobre el cerebelo y su conectividad con el cerebro.

Palabras claves: ctDCS, estimulación transcraneal de corriente directa, cerebelo, alteraciones motoras, afectaciones neurológicas

ABSTRACT

Introduction: The cerebellum contributes to the pathophysiology of a diverse and growing number of neurological conditions such as ataxia, Parkinson's disease (PD), cerebrovascular accident (CVA), multiple sclerosis (MS) or Huntington's disease (HD). Although there is no cure for these diseases, transcranial direct current cerebellar stimulation (ctDCS) has increased in recent years as an improvement in motor symptoms as the cerebellar circuits have become the object of study of non-invasive neuromodulation.

Aim: To carry out a systematic review to evaluate the efficacy of ctDCS in the field of neurorehabilitation and its short and long-term duration.

Methods: A systematic search was carried out in 4 databases (WOS, Scopus, EBSCO and PEDro) between May 18, 2020 and May 21, 2021. Studies that included the application of ctDCS in the cerebellum of patients with some neurological affection and motor alteration were included.

Results: Sixteen articles met inclusion criteria. 6 of them studied some type of ataxia, 5 studied CVA, 3 studied PD, 1 MS and 1 HD. Regarding the duration of the effects, five studies found benefits that lasted over time and four of them only observed short-term benefits. One of them found significant results for both the long and the short term.

Conclusions: ctDCS can improve motor alterations in some neurological disorders. It is a safe tool that can serve as a therapeutic aid in the field of neurorehabilitation. More studies are needed to investigate the impact of the different set-ups and applied parameters on the cerebellum and its connectivity with the brain.

Keywords: ctDCS, transcranial direct current stimulation, cerebellum, motor disorders, neurological disorders

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN	pág. 1
2. OBJETIVOS	pág. 3
3. METODOLOGÍA	pág. 3
3.1. Estrategia de búsqueda	pág. 3
3.2. Criterios de inclusión y exclusión	pág. 4
3.3. Evaluación metodológica	pág. 5
4. RESULTADOS	pág. 5
4.1. Selección de estudios	pág. 5
4.2. Características de los estudios	pág. 6
4.3. Evaluación de calidad	pág. 8
5. DISCUSIÓN	pág. 29
5.1. ctDCS en Ataxia	pág. 29
5.2. ctDCS en ACV	pág. 29
5.3. ctDCS en Parkinson	pág. 30
5.3. ctDCS en Enfermedad de Huntington	pág. 32
5.4. ctDCS en Esclerosis Múltiple	pág. 32
5.6. Limitaciones	pág. 32
6. CONCLUSIONES	pág. 34
7. BIBLIOGRAFÍA	pág. 35

1. INTRODUCCIÓN

El cerebelo se ha convertido en un objeto de estudio para la neuromodulación en trastornos neurológicos durante los últimos años. Existen fuertes conexiones con estructuras corticales y subcorticales como, por ejemplo, con los ganglios basales o la corteza motora primaria (M1) (Buckner, 2013; Caligiore et al., 2017; Voogd & Glickstein, 1998). El hecho de que la conexión con los ganglios sea bidireccional pone de relieve la importancia fisiopatológica en los trastornos del movimiento. La actividad de los ganglios basales puede influir en el cerebelo a través de proyecciones hacia los núcleos pontinos que luego proyectan hacia el cerebelo (Roostaei, Nazeri, Sahraian, & Minagar, 2014). A su vez, las proyecciones de los núcleos cerebelosos pueden influir a los ganglios basales a través de los núcleos talámicos (Ashida, Cerminara, Brooks, & Apps, 2018). Por tanto, es plausible que la modulación de estas redes neuronales influya a la hora de tratar patologías que vean involucradas alguna alteración de estas estructuras. El daño isquémico agudo de los núcleos cerebelosos provoca una disminución de la estimulación excitadora de M1 contralateral y las lesiones isquémicas cerebelosas crónicas se han asociado con aumento de la inhibición intracortical en la M1 contralesional, llevando a una asimetría interhemisférica que explicaría parte de la disfunción después de un accidente cerebrovascular (França et al., 2017). El cerebelo contribuye al control de conductas motoras y no motoras, incluidas el aprendizaje, la postura, el equilibrio, la coordinación, la cognición, la emoción y el lenguaje (Caligiore et al., 2017; Manto et al., 2012; Roostaei et al., 2014; Schmahmann, 1998). El cerebelo es necesario para realizar una tarea de alcance precisa. Aquellos pacientes con lesiones cerebelosas suelen mostrar alteraciones de la tarea de alcance y se ha observado que su eficacia depende, principalmente, de la fuerza de la conectividad entre el cerebelo y M1 (Caligiore et al., 2017), es decir, el aumento de la inhibición del cerebelo sobre M1 se correlaciona con la precisión del movimiento. También se ha observado en pacientes con lesión cerebelosa alteraciones motoras del control oculomotor, control cerebeloso del habla, control de las fuerzas de prensión, control de los movimientos voluntarios de las extremidades, sincronización sensoriomotora, control de la excitabilidad corticomotora, control del movimiento o interacción cerebro-cerebelosa en la percepción visuokinestésica del movimiento de la mano (Manto et al., 2012).

Además, nos encontramos con algunas afecciones como la ataxia cerebelosa o la enfermedad de Parkinson que no disponen de un tratamiento farmacológico o de rehabilitación exitosa (Ferrucci, Bocci, Cortese, Ruggiero, & Priori, 2018). Estos trastornos, aunque no solo, afectan gravemente a la calidad de vida de los pacientes, poniendo de relieve la necesidad de buscar otras alternativas terapéuticas que ayuden a controlar o

mejorar su sintomatología. Lo que se ha planteado en la literatura (França et al., 2017; Grimaldi et al., 2016) es que actuar sobre la vía dentado-tálamo-cortical (DTC) a nivel cerebeloso podría conseguir mejoras terapéuticas. El cerebelo es una fuente de entrada excitadora a M1 a través de esta vía, y cuando esta entrada disminuye, hay una reducción de la excitabilidad cortical. La lesión en la vía DTC reduce la excitabilidad en la corteza contralateral mientras que la estimulación del núcleo dentado aumenta la excitabilidad cortical y, por lo tanto, promueve la facilitación motora (França et al., 2017). Esto podría estar relacionado con la excitación de las células de Purkinje, que inhiben el núcleo dentado. En los 90 estudiaron (Ugawa, Uesaka, Terao, Hanajima, & Kanazawa, 1995) la estimulación del cerebelo con corriente directa o con TMS y observaron que inducía cambios en las amplitudes de los potenciales motores evocados (MEP), provocados por la corteza primaria. Vieron que al aplicar un pulso de TMS sobre el cerebelo de 5 a 7 ms antes de un estímulo de TMS sobre M1, se redujeron las amplitudes de los MEP con relación a los estímulos de TMS únicos sobre M1. Se interpretó que se debía a la activación de las células de Purkinje, que son la única salida de la corteza cerebelosa, por el pulso de acondicionamiento que lleva a la inhibición del núcleo dentado y que a la vez, tiene conexiones excitadoras con M1 a través del tálamo (Galea, Jayaram, Ajagbe, & Celnik, 2009). A este efecto se le llamó inhibición cerebelosa (CBI), se ha usado en la literatura para medir la conectividad entre el cerebelo y M1 y para evaluar si la Estimulación Transcraneal por Corriente Directa (tDCS) puede modular la excitabilidad cerebelosa (Grimaldi et al., 2016). Galea et al. (2009) demostraron que se puede aumentar o disminuir la conectividad entre cerebelo y M1 dependiendo de cómo se aplique la polaridad de la estimulación. Observaron que la estimulación anódica aumentaba la capacidad de la TMS para provocar la CBI y la catódica la disminuía. Por lo tanto, la tDCS puede modular de una manera focal y específica la polaridad de la excitabilidad cerebelosa a través de cambios en la actividad de las células de Purkinje.

La tDCS es una técnica que pertenece a las llamadas NIBS (Non Invasive Brain Stimulation) y se utilizan para modular la plasticidad sináptica neuronal y la adquisición de habilidades motoras (Bao, Khan, Song, & Kai-yu Tong, 2020; van Dun, Bodranghien, Manto, & Mariën, 2017). Es un método no invasivo que ha aumentado en popularidad para modular la función cerebelosa, tanto en sujetos sanos como en trastornos cerebelosos (Ferrucci et al., 2018; Grimaldi et al., 2016). La tDCS consiste en administrar una corriente de baja intensidad (entre 0,5 y 2,5mA) sobre el cuero cabelludo con electrodos de esponja con una solución salina. Se aplica un electrodo (ánodo o cátodo) sobre el cerebelo con un electrodo de referencia en el cráneo o sobre el hombro (Ferrucci, Cortese, & Priori, 2015; Thair, Holloway, Newport, & Smith, 2017). Como se ha visto antes y en términos

generales, la tDCS anódica excita la corteza cerebelosa, mientras que la tDCS catódica ejerce un efecto inhibitor. Además, esta técnica permite realizar una intervención simulada (sham) y sus efectos secundarios, picazón y ardor habitualmente, son leves. Debido a las conexiones que pueden verse influenciadas por la tDCS cerebelosa, es una herramienta prometedora para tratar diversas patologías que cursan con alteraciones motoras, aunque también cognitivas. Es una tecnología de fácil aplicación, bajo coste y con resultados prometedores iniciales, haciendo que pueda convertirse en una intervención de gran ayuda a las terapias en neurorrehabilitación ya que mejora la plasticidad, el aprendizaje motor y la formación de la memoria (Miterko et al., 2019). Los efectos de la tDCS cerebelosa dependerán del tipo de patología, estadio de la enfermedad, la especificidad y diferencias interindividuales, por lo tanto, los protocolos que se diseñen deberían también adaptarse teniendo en cuenta no solo el tipo de patología a tratar sino cómo llega la estimulación a las estructuras anatómicas diana (capas cerebelosas, tipos de células, núcleos cerebelosos, lóbulos cerebelosos...) (Rezaee & Dutta, 2020).

El objetivo de la presente revisión tiene como finalidad realizar una revisión sistemática de la literatura científica sobre estudios que involucren la estimulación del cerebelo en personas con afectación neurológica ya que es una estructura anatómica involucrada en multitud de circuitos y redes neuronales que participan del movimiento humano. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica siguiendo la metodología PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009).

2. OBJETIVOS

Este estudio tiene como objetivo principal realizar una revisión sistemática de la aplicación de la tDCS en el cerebelo en aquellos pacientes con cualquier afectación motora debido a cualquier alteración neurológica.

Se centrará en observar los efectos de las intervenciones aportadas en los estudios para poder valorar si la tDCS aplicada en el cerebelo puede ser una herramienta útil a la hora de diseñar los tratamientos de fisioterapia en el ámbito de la neurorrehabilitación.

Como objetivo secundario se estudiará si los efectos de la tDCS perduran en el tiempo.

3. METODOLOGÍA

3.1. Estrategia de búsqueda

La búsqueda de la literatura científica fue realizada desde el 18 de mayo del 2020 hasta el 21 de mayo de 2021.

Primero se realizó una búsqueda en la base de datos de Prospero para descartar que no hubiese una revisión sistemática publicada recientemente relacionada con el objetivo de la revisión. Se encontró una publicada por França et al. (2017). A continuación, se buscó en la base de datos PEDro donde se obtuvieron 12 resultados de los cuales ninguno cumplía criterios de inclusión.

Para seleccionar los artículos de interés se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos (Web of Science, Scopus, EBSCO). Se utilizó la misma estrategia de búsqueda para todas las bases de datos: [cerebell* AND ((transcranial direct current stimulation OR tDCS) OR (cerebellar transcranial direct current stimulation OR ctDCS))].

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión están relacionados con el año de publicación, lugar de aplicación de la tDCS, tipo de población, tipo de estudio, idioma y calidad metodológica.

Criterios de inclusión:

- a) Estudios publicados desde el año 2017 hasta el 2021 tomando como referencia la revisión (França et al., 2017) publicada en Prospero
- b) Estudios realizados en población con cualquier lesión cerebral y/o alteración motora
- c) Estudios donde al menos una de las intervenciones de tDCS se aplique en cualquier zona del cerebelo
- d) Estudios en inglés y castellano

Criterios de exclusión:

- a) Estudios anteriores a 2017
- b) Estudios en población sana
- c) Estudios en otro tipo de patologías no relacionadas con lesiones cerebrales y/o alteraciones motoras
- d) Estudios donde la aplicación de la tDCS se dé exclusivamente en otras zonas del cerebro o no comprendan alguna zona del cerebelo
- e) Estudios donde la intervención sea NIBS, pero no incluya ctDCS
- f) Estudios en animales
- g) Estudios en otros idiomas no mencionados en los criterios de inclusión
- h) Estudios de protocolo sin resultados

- i) Revisiones sistemáticas y metaanálisis
- j) Estudios de caso
- k) Conferencias
- l) Notas del editor y/o cartas al editor
- m) Corrigendum

3.3. Evaluación metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos se ha usado la escala PEDro (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley, & Elkins, 2003). Esta escala permite evaluar la validez interna de los artículos. Se basa en 11 criterios y se otorga un punto por cada criterio cumplido. Está formada por los siguientes ítems siguiendo este orden: criterios de selección especificados, asignación aleatoria de los sujetos, asignación oculta, grupos de intervención similares, cegamiento de los sujetos, cegamiento de los terapeutas, cegamiento de los evaluadores, seguimiento adecuado, análisis de intención de tratamiento, comparativas entre grupos, medias de puntuación y variabilidad de resultados (Physiotherapy Evidence Database, PEDro 2020) (*Escala PEDro*, n.d.). En el caso del primer criterio influye en la validez externa del estudio, pero no en la interna, por lo tanto, no se tiene en cuenta en la puntuación total. Los criterios del 2-9 hacen referencia a la validez interna, y los ítems 10 y 11 indican si la información estadística aportada permite interpretar los resultados adecuadamente. Moseley et al. (Moseley, Herbert, Sherrington, & Maher, 2002) determinaron que los ensayos clínicos con una puntuación de 5 o mayor en esta escala podrían ser catalogados como de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo. Esta escala está basada en la lista desarrollada por Verhagen et al. (Verhagen et al., 1998) utilizando la técnica de consenso Delphi.

4. Resultados

4.1. Selección de estudios

La búsqueda en las bases de datos proporcionó 758 registros. Después de eliminar los 405 duplicados detectados, se filtraron 353 títulos y resúmenes por relevancia, lo que resultó en la posterior exclusión de 270 referencias. Los 83 artículos restantes se evaluaron a texto completo y se excluyeron 67 artículos que no cumplían criterios de inclusión. Se excluyeron estudios realizados en población sana ($n = 54$), aquellos que tenían otros fines de estudio ($n = 2$), estudios que no evaluaban alteraciones motoras ($n = 5$), ensayos que estudiaban estimulación no invasiva pero no incluían la tDCS ($n = 5$) y un estudio que no se pudo encontrar para su lectura completa ($n = 1$). Finalmente, se seleccionaron e incluyeron un total de 16 estudios (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Bocci,

Baloscio, Ferrucci, Sartucci, & Priori, 2020; de Albuquerque et al., 2020; Grecco et al., 2017; Hulst et al., 2017; John, Küper, Hulst, Timmann, & Hermsdörfer, 2017; Málly, Stone, Sinkó, Geisz, & Dinya, 2018; Mohammadi, Mahmoudi, & Mahmoodian, 2021; Nguemeni et al., 2020; Picelli et al., 2019, 2018; Rezaee et al., 2020; Workman, Fietsam, Uc, & Rudroff, 2020; Zandvliet, Meskers, Kwakkel, & van Wegen, 2018) para la revisión sistemática (Fig.1).

4.2. Características de los estudios

Los estudios que se incluyeron en la revisión fueron bastante heterogéneos en sus diseños: se observaron cinco estudios pilotos, dos de ellos cruzados, uno de simple ciego (Grecco et al., 2017), otro de doble ciego (Bocci et al., 2020) y ambos con control simulado. El tercero también era de simple ciego pero de control aleatorizado y de centro único (Picelli et al., 2018). El cuarto estudio piloto era contrabalanceado de simple ciego, cruzado y de medidas repetidas (Rezaee et al., 2020) y el quinto se trata de otro estudio piloto, cruzado, doble ciego, aleatorizado y controlado de forma simulada (Workman et al., 2020). Se han encontrado tres estudios aleatorizados, dos de ellos con control simulado y de doble ciego (Benussi et al., 2021, 2017) y uno de control aleatorizado de simple ciego (Picelli et al., 2019). Hubo dos estudios cruzados, uno de ellos con estudio experimental inter-sujeto con control simulado (Hulst et al., 2017) y el otro aleatorizado, de doble ciego y control simulado (Benussi et al., 2018). Los seis estudios restantes tienen características propias: Zandvliet et al. (2017) realizaron un estudio de prueba de concepto, John et al. (2017) hicieron un estudio experimental intra-sujeto con control simulado mientras que Málly et al. (2018) realizaron un ensayo abierto con seguimiento a largo plazo, Mohammadi et al. (2020) diseñaron un estudio clínico pre/post test de un solo grupo, y por otra parte, dos estudios a doble ciego, aleatorizados y controlados de forma simulada, uno con diseño inter-sujeto (de Albuquerque et al., 2020) y otro con diseño unicéntrico y paralelo (Nguemeni et al., 2020).

Los criterios de inclusión variaron entre los estudios, pero todos los pacientes tenían un diagnóstico relacionado con alguna lesión neurológica que provocaba al menos alguna alteración motora: 6 estudios tuvieron un total de 142 pacientes con algún tipo de ataxia (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Grecco et al., 2017; Hulst et al., 2017; John et al., 2017), 5 estudios incluyeron a un total de 100 pacientes con ACV (Accidente Cerebro Vascular) crónico (Mohammadi et al., 2021; Picelli et al., 2019, 2018; Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018), 3 estudios incluyeron a un total de 59 pacientes con Enfermedad de Parkinson (EP) (de Albuquerque et al., 2020; Málly et al., 2018; Workman et al., 2020), 1

estudio evaluó a 4 pacientes con Enfermedad de Huntington (Bocci et al., 2020) y 1 estudio incluyó a 40 pacientes con Esclerosis Múltiple (EM) (Nguemeni et al., 2020).

En relación al tipo de intervención, todos los estudios excepto el de Picelli et al. (Picelli et al., 2019), estudiaron los efectos de la aplicación de la tDCS anódica en el cerebelo, mientras que en éste solo estudiaron la aplicación del cátodo. En cinco estudios (Mály et al., 2018; Mohammadi et al., 2021; Picelli et al., 2019, 2018; Rezaee et al., 2020) no usaron estimulación simulada en sus intervenciones. En el resto, aplicaron tDCS anódica en diferentes hemisferios cerebelosos de forma unilateral o bilateral, excepto en dos estudios (Hulst et al., 2017; John et al., 2017) que también aplicaron la tDCS en M1 (corteza motora primaria). En algunos estudios usaron, además de la tDCS, otras técnicas de estimulación cerebral no invasiva (NIBS): en cuatro estudios (Benussi et al., 2021, 2018; Picelli et al., 2019, 2018) combinaron la ctDCS con la tsDCS (transcutaneous spinal direct current stimulation), en seis estudios usaron la TMS (transcranial magnetic stimulation) con diferentes objetivos, tres estudios (Benussi et al., 2021, 2018, 2017) usaron la TMS para evaluar la CBI (cerebellar brain inhibition), dos estudios usaron la TMS para saber dónde colocar el electrodo en M1 (Hulst et al., 2017; John et al., 2017) y en uno (Mály et al., 2018) usaron la rTMS (repetitive Transcranial Magnetic Stimulation) con el objetivo de evaluar si disminuía la progresión de la EP.

Para evaluar la efectividad de la tDCS sobre la función motora diez estudios combinaron la estimulación con una tarea motora: cuatro estudios (Grecco et al., 2017; Nguemeni et al., 2020; Picelli et al., 2019, 2018) evaluaron el entrenamiento de la marcha en cinta rodante, dos de ellos con asistencia robótica (Picelli et al., 2019, 2018), dos estudios (Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018) evaluaron el equilibrio en bipedestación, tres estudios (de Albuquerque et al., 2020; Hulst et al., 2017; John et al., 2017) evaluaron tareas de agarre y alcance con el miembro superior y un estudio (Mohammadi et al., 2021) evaluó el TUG (Timed Up and Go) con diferentes posiciones de los pies. El resto de los estudios, evaluaron la eficacia con diferentes medidas de resultados.

Hubo una gran variabilidad con respecto al número de sesiones de tDCS. Siete estudios (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Grecco et al., 2017; Mály et al., 2018; Picelli et al., 2019, 2018) realizaron cinco sesiones durante dos semanas. En el resto de estudios, el número de sesiones fueron desde 3 sesiones (Hulst et al., 2017; John et al., 2017; Zandvliet et al., 2018), 2 sesiones (Rezaee et al., 2020), a 1 sola sesión (de Albuquerque et al., 2020; Mohammadi et al., 2021; Nguemeni et al., 2020; Workman et al., 2020). La intensidad de la tDCS utilizada en los estudios incluidos fue mayoritariamente de 2mA, excepto en dos estudios que usaron 1mA (Grecco et al., 2017; Mály et al., 2018), otros dos estudios que

usaron 1,5mA (Mohammadi et al., 2021; Zandvliet et al., 2018) y el estudio de Workman et al. (2020) que usaron, junto a la intervención de 2mA, otra con 4mA. La duración de la aplicación de la tDCS fue de 20 min en la mayoría de los estudios, pero en algunos (Nguemini et al., 2020; Rezaee et al., 2020) utilizaron tiempos de tratamiento de 15 min, 22 min (Hulst et al., 2017; John et al., 2017) y 25 min (de Albuquerque et al., 2020). Las características de los electrodos también fueron variables dentro de los estudios incluidos. Siete estudios utilizaron electrodos de tamaño 5 x 7 cm² (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Bocci et al., 2020; Grecco et al., 2017; Mohammadi et al., 2021; Workman et al., 2020), cuatro estudios utilizaron una medida de 5 x 5 cm² (de Albuquerque et al., 2020; Hulst et al., 2017; John et al., 2017; Nguemini et al., 2020), tres estudios usaron electrodos circulares de diferentes tamaños, 3,14 cm² (Zandvliet et al., 2018), 23,75 cm² (Picelli et al., 2018), 12,56 cm² (Picelli et al., 2019) y un estudio (Rezaee et al., 2020) que usó un montaje bilateral con un ánodo contralesional circular de 1 cm de radio.

No existe uniformidad en los datos, dentro de los estudios seleccionados, con relación a las medidas de resultados. Los autores han escogido escalas, valoraciones de tiempo, velocidades y trayectorias de movimiento, tests, parámetros y encuestas diversas en función de la patología observada y la tarea realizada.

Con relación a la duración de los efectos de la aplicación de la tDCS, de los seis estudios que evaluaron la eficacia a largo plazo, cinco (Benussi et al., 2018, 2017; Bocci et al., 2020; Grecco et al., 2017; Málly et al., 2018) encontraron beneficios que perduraron en el tiempo y uno (Picelli et al., 2019) no encontró que estos beneficios se vieran ni post intervención, ni a las 2 y a las 4 semanas. De los 9 estudios que evaluaron la eficacia a corto plazo, cuatro de ellos (Mohammadi et al., 2021; Picelli et al., 2018; Rezaee et al., 2020; Workman et al., 2020), sí encontraron beneficios post intervención pero los cinco restantes (de Albuquerque et al., 2020; Hulst et al., 2017; John et al., 2017; Nguemini et al., 2020; Zandvliet et al., 2018) no encontraron resultados significativos. Por último, en el estudio de Benussi et al. (2021), encontraron efectos significativos tanto en el corto como en el largo plazo.

Las características de cada estudio se resumen con más detalle en la Tabla 1 organizada en 5 apartados: 1) autores y año, 2) tipo de estudio, muestra y objetivo/s, 3) intervención, 4) medidas de resultado y 5) resultados y conclusiones.

4.3. Evaluación de calidad

Para evaluar la calidad de los estudios incluidos se utilizó la escala PEDro. La puntuación obtenida estuvo dentro del rango 5-10 para todos los estudios, lo que nos indica una buena calidad (Tabla 2). En todos los estudios, excepto en uno (Workman et al., 2020), se especificaron los criterios de selección. En seis estudios (Hulst et al., 2017; John et al.,

2017; Mályy et al., 2018; Mohammadi et al., 2021; Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018), no hubo ni asignación aleatoria ni se ocultó la asignación (junto a Bocci et al. (2020) que tampoco la ocultó). En los estudios de Mályy et al. (2018) y Mohammadi et al. (2021) no todos los sujetos fueron cegados, y tampoco lo fueron los terapeutas de 5 estudios (Grecco et al., 2017; Mályy et al., 2018; Mohammadi et al., 2021; Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018). Solo 8 artículos (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; de Albuquerque et al., 2020; Grecco et al., 2017; Hulst et al., 2017; John et al., 2017; Nguemeni et al., 2020) tuvieron, al menos, un evaluador cegado. En el resto de los ítems evaluados, todos los estudios cumplieron los criterios establecidos.

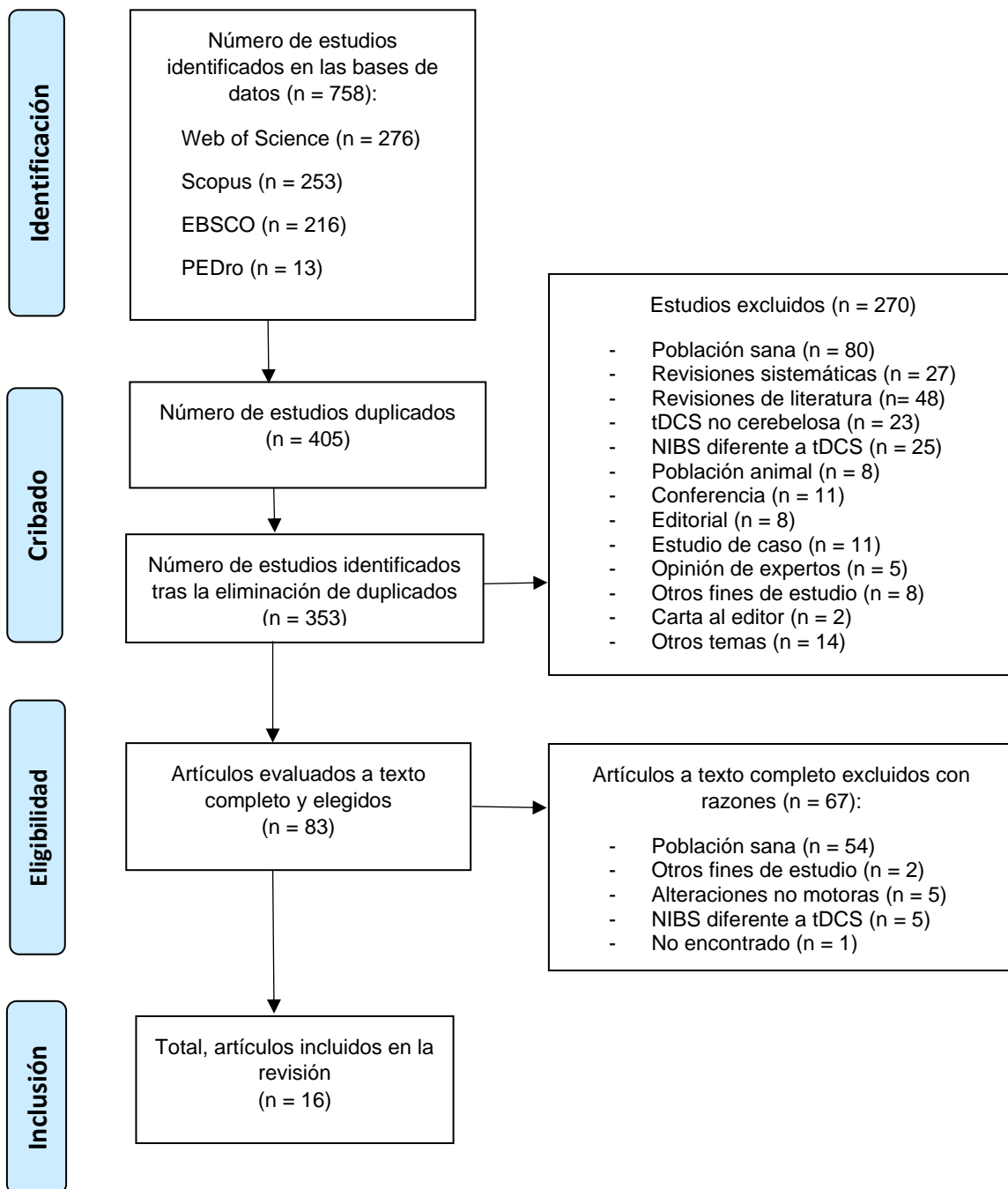


Figura 1. Diagrama de flujo según PRISMA (Moher et al., 2009). Esquema resumen de las etapas seguidas para la obtención de los artículos seleccionados.

Tabla 1. Características de los estudios incluidos

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Grecco et al., 2017 (Grecco et al., 2017)	<p>Estudio piloto cruzado, aleatorizado, simple ciego, control simulado</p> <p>Muestra: n=6 con PCA. Entre 5 y 11 años con marcha independiente al menos durante 6 meses y caídas diarias reportadas.</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: ¿El uso de la tDCS anodal sobre la región cerebelosa puede optimizar los efectos del entrenamiento en cinta rodante sobre el equilibrio y el rendimiento funcional en seis niños con PCA?</p> <p>Método: Cada niño fue expuesto a dos intervenciones: 1) (anodal) ctDCS + entrenamiento cinta rodante (I1) 2) (sham) ctDCS + entrenamiento cinta rodante (I2)</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención (I1 y I2) constó de 5 sesiones de 20 min durante 2 semanas. En total 10 sesiones por cada intervención separadas por un período de 3 meses.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos con superficie de esponja (no metálicos) de 5 x 7 cm2 empapados en solución salina.</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 1 cm inferior al inion Cátodo: región supraorbitaria central</p> <p>Intensidad Durante la intervención activa se aumentó gradualmente a 1mA (0,28 A /m²). Durante la intervención simulada se realizó igual pero el estimulador solo se activó durante 30 sg.</p>	<p>Equilibrio estático (oscilación) anteroposterior y mediolateral con ojos abiertos y cerrados, con plataforma de fuerza estabilométrica a través del CoP</p> <p>Equilibrio funcional (PBS) Habilidad funcional (PEDI) Timed Up and Go Test (TUGT) Cuestionario de efectos adversos</p> <p>-----</p> <p>Midieron pre y post intervención: - 1 semana antes - 1 semana después Y seguimiento: - 1 mes después - 3 meses después</p>	<p>Reducción significativa en las oscilaciones del CoP con tDCS anodal en las direcciones anteroposterior y mediolateral ($p = 0.005$) y ($p=0,012$) en comparación con sham con los ojos cerrados.</p> <p>Ambas reducciones se mantuvieron un mes después de finalizar la intervención experimental (anteroposterior $p=0,006$ y mediolateral $p=0,011$) y también tres meses después para la oscilación anteroposterior ($p=0,001$).</p> <p>Ambas intervenciones redujeron las oscilaciones del CoP pre y post intervención (ojos abiertos y cerrados) cuando se compararon resultados.</p> <p>Los resultados de la PBS demostraron una diferencia significativa entre intervenciones ($p=0,02$) al mes de la intervención con una puntuación más alta de la escala para la I1. También encontraron una diferencia significativa en la postintervención ($p<0.05$).</p> <p>No encontraron diferencias significativas con respecto al TUGT.</p> <p>Sólo encontraron una mejora del desempeño funcional (PEDI) con la I1 al mes de la intervención ($p=0.04$).</p> <p>Conclusiones: la I1 demostró reducción de las oscilaciones anteroposterior y mediolateral con los ojos cerrados una semana y un mes después de finalizar la intervención. Las diez sesiones de entrenamiento dieron como resultado mejoras en el equilibrio y rendimiento funcional pero sólo se mantuvieron un mes después si el entrenamiento se hizo con ctDCS anódica.</p>

Páralisis Cerebral Atáxica (PCA), cerebellar transcranial direct current stimulation (ctDCS), center of pressure (CoP), Pediatric Balance Scale (PBS), Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Benussi et al., 2017 (Benussi et al., 2017)	<p>Ensayo de doble ciego, aleatorizado y control simulado.</p> <p>Muestra: n=20 con ACN; 5 con SCA2, 2 con SCA38, 1 con SCA14, 1 con Ataxia de Friedreich (FRDA), 1 con AOA tipo 2, 4 con MSA-C, 1 con FXTAS y 5 con SAOA. Todos los pacientes fueron sometidos a resonancia magnética para confirmar la atrofia cerebelosa. Evaluaron a los pacientes sin fármacos sedantes ni bloqueadores de los canales de sodio o calcio para evitar interacciones con la intervención de la tDCS. n=10 sujetos sanos de la misma edad para grupo control a la hora de evaluar con la TMS.</p> <p>Objetivos: Evaluar si los efectos de un tratamiento de dos semanas con ctDCS anódica podría mejorar los síntomas en pacientes con ataxia cerebelosa neurodegenerativa y pudiere modular la conectividad motora-cerebelosa a corto y largo plazo.</p> <p>Método: Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: 1) 12 a ctDCS anódica (5 días/semana durante 2 semanas) 2) 8 a ctDCS sham (5 días/semana durante 2 semanas)</p> <p>Se evaluó la CBI usando la TMS.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención constó de 5 sesiones de 20 min durante 2 semanas, 5 días a la semana.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos con superficie de esponja (7x5 cm²) empapados en solución salina.</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 2 cm inferior al inion Cátodo: músculo deltoides derecho</p> <p>Intensidad Durante la intervención activa se aplicó una corriente constante de 2mA (0,06 mA/cm²). Durante la intervención simulada se realizó igual, pero la corriente eléctrica se redujo 5sg después del comienzo de la estimulación.</p>	<p>Déficits cerebelosos: SARA ICARS Miembro Superior: 9HPT Velocidad de la marcha: 8MW Calidad de vida: SAQOL-39</p> <p>----- Al inicio del estudio cada paciente se sometió a una evaluación clínica y una evaluación del CBI por TMS pre y post intervención: - Antes de la estimulación (T0) - Después de la estimulación (T1) - 1 mes después (T2) - 3 meses después (T3)</p>	<p>SARA y ICARS: Interacción estadísticamente significativa ($p<0.01$) entre Tiempo y Tratamiento. El tiempo mostró una diferencia para el grupo anódico con puntuaciones significativamente reducidas en T1, T2 y T3 en comparación con T0.</p> <p>9HPT: Interacción significativa entre tiempo y tratamiento en la mano no dominante ($p=0.05$) pero no en la mano dominante.</p> <p>8MW: también encuentra interacción estadísticamente significativa entre tiempo y tratamiento ($p<0.01$)</p> <p>Encontraron una mayor mejora en los pacientes con un deterioro leve en las puntuaciones funcionales y en las AVDs al inicio del estudio (T0). No hubo una correlación significativa entre el porcentaje de mejora en el rendimiento motor y la edad, el sexo, la edad al inicio de la enfermedad, la duración de la enfermedad y el subtipo de la enfermedad.</p> <p>SAQOL-39: no encuentran interacción significativa entre tiempo y tratamiento ($p=0.39$) pero existe una mejor puntuación mayor en T1 en comparación con T0.</p> <p>TMS y CBI: encontraron una correlación significativa entre el porcentaje de mejora en las puntuaciones clínicas y la restauración del CBI ($p=0.039$) en aquellos que usaron ctDCS anódica.</p> <p>Conclusiones: Los pacientes que se sometieron a ctDCS anódica mostraron una mejora significativa en todas las puntuaciones de rendimiento y en la CBI en comparación con los pacientes que se sometieron a la estimulación simulada</p>

Ataxia Cerebelosa Neurodegenerativa (ACN), Ataxia espinocerebelosa de tipo 2 (SCA2), Ataxia espinocerebelosa de tipo 38 (SCA38), Ataxia espinocerebelosa de tipo 14(SCA14), Ataxia con Apraxia Oculomotora de tipo 2 (AOA), Atrofia multisistémica con ataxia cerebelosa predominante (MSA-C), Síndrome de Temblor y Ataxia asociado al síndrome del cromosoma X frágil (FXTAS), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Cerebellar Brain Inhibition (CBI), Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA), International Cooperative Ataxia Rating (ICARS), 9 Hole Peg Test (9HPT), 8-meter walking time (8MW), Stroke and Aphasia Quality of Life Scale-39 (SAQOL-39), Actividades de la Vida Diaria (AVDs)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Zandvliet et al, 2017 (Zandvliet et al., 2018)</p>	<p>Estudio de prueba de concepto</p> <p>Muestra: n=15 con ACV crónico n=10 controles sanos</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Estudiar los efectos a corto plazo de la ctDCS anódica aplicada tanto en hemisferio cerebeloso contralesional, ipsilesional o estimulación simulada sobre el rendimiento del equilibrio en bipedestación en pacientes con ACV crónico.</p> <p>Método: Cada paciente fue expuesto a tres intervenciones: a) (anodal) ctDCS hemisferio contralesional + tarea postural mediolateral b) (anodal) ctDCS hemisferio ipsilesional + tarea postural mediolateral c) (sham) ctDCS contralesional + tarea postural mediolateral</p> <p>Los controles sanos recibieron dos sesiones ambas ipsilaterales a su pierna dominante con estimulación real o simulada.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención constó de 3 sesiones en orden aleatorio de 20 min separadas por una semana mínimo cada una y máximo dos.</p> <p>Características de los electrodos Electrodos de 3,14 cm².</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 3 cm lateral al inion Cátodos: músculos buccinadores ipsilaterales</p> <p>Intensidad Durante la intervención activa se aumentó gradualmente a 1,5 mA Durante la intervención simulada se realizó igual pero el estimulador solo se activó durante 30 s y luego se apagó. Se volvió a encender durante los últimos 30 s.</p>	<p>BBS FRT TUG FES Historia de caídas EmNSA-LE FMA-LE MI NEADL LCT</p> <p>Los resultados fueron la amplitud del centro de presión (CoP) y su desviación estándar y su desviación estándar y rango, posteriormente combinados en una puntuación compuesta de CoP como un parámetro de resultado cualitativo.</p> <p>-----</p> <p>Antes y después de la estimulación, se evaluó el rendimiento del equilibrio en bipedestación durante varias posiciones de bipedestación estática en una plataforma de fuerza</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ojos abiertos 2) Ojos cerrados 3) (Semi) Tandem 	<p>No se encontraron efectos de ctDCS sobre el rendimiento del equilibrio de pie en las dos primeras posiciones para los pacientes ni en los sujetos de control.</p> <p>No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de CoP entre los pacientes con accidente cerebrovascular y los controles para la posición de apoyo en tandem en la línea de base.</p> <p>En la posición de tandem, se encontró una disminución significativa en cuatro parámetros de CoP separados y en la puntuación compuesta de CoP, lo que sugiere una mejora en el rendimiento del equilibrio en bipedestación en los pacientes con ACV después de la estimulación anódica contralesional.</p> <p>En controles sanos, no se encontró ningún efecto de ctDCS en la posición de tandem.</p> <p>Conclusiones: Dado que las diferencias entre los pacientes son mucho mayores que el efecto que se puede esperar de una sola sesión de entrenamiento, se necesita un diseño intra-sujeto con una tarea desafiante, adaptada a la capacidad específica de cada paciente ya que la explicación más evidente de la falta de mejora en los controles sanos es que la tarea era demasiado fácil.</p>

Accidente cerebrovascular (ACV), Estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS), Berg Balance Scale (BBS), Functional Reach Task (FRT), Timed Up and Go (TUG), Fall Efficacy Scale (FES), Erasmus modification of the Nottingham Sensory Assessment of the Lower Extremity (EmNSA-LE), Fugl-Meyer Motor Assessment of the Lower Extremity (FMA-LE), Motricity Index (MI), Nottingham Extended Activities of Daily Living index (NEADL), O-Letter Cancellation Test (LCT)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>John et al., 2017 (John et al., 2017)</p>	<p>Estudio experimental intra-sujeto con control simulado.</p> <p>Muestra: n=14 con degeneración cerebelosa pura (5 con SCA6 y SCA14, 5 con ADCA tipo III, 3 con SAOA y 1 con cerebelitis). Todos los sujetos eran diestros según la evaluación del Edinburgh Handedness Inventory.</p> <p>n=14 sujetos sanos sin enfermedad neurológica conocida.</p> <p>Objetivos: Evaluar el efecto de la tDCS aplicada al cerebelo o a M1 sobre la modulación de la fuerza de agarre durante movimientos sinusoidales autogenerados de arriba abajo con un objeto en la mano en sujetos sanos y pacientes con degeneración cerebelosa.</p> <p>Evaluar si la tDCS anódica en M1 o cerebelo mejora el control de la fuerza de agarre en pacientes cerebelosos.</p> <p>Método: Los sujetos participaron en tres sesiones experimentales separadas por una semana. 1) 2 sesiones tDCS 2) 1 sesión sham tDCS El orden de las tres sesiones se contrabalanceó entre los participantes.</p> <p>La tarea de agarre se realizó antes de la tDCS y después de la tarea de adaptación del alcance.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención constó de 3 sesiones de 22 min con un descanso de 1 semana entre las tres sesiones experimentales.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de goma (5x5 cm²) cubiertos con pasta conductora.</p> <p>Ubicación de electrodos CEREBELO Ánodo: 3 cm lateral al inion Cátodo: músculo bucinador derecho M1 Ánodo: área de la corteza motora primaria izquierda (respuesta del 1er músculo interóseo dorsal después de pulsos únicos de TMS) Cátodo: zona de la piel que recubre la región supraorbitaria contralateral</p> <p>Intensidad Tanto en la estimulación anódica del cerebelo como la de M1 la intensidad fue de 2mA (0,08 mA/cm²). La corriente aumentó de 0mA a 2mA en un periodo de 30s. Al final de la estimulación se redujo de 2mA a 0mA también 30s. Para la estimulación simulada, la corriente aumentó en 30s, permaneció en 2mA durante 60s, después de lo cual la corriente se redujo nuevamente.</p>	<p>Los sujetos usaron un objeto instrumentado hecho a medida con sensores para registrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuerza de agarre en cada lado y fuerza de carga - Precisión - Aceleraciones lineales verticales y horizontales tangenciales <p>Descartaron los dos primeros segundos de cada ensayo y los 20s restantes se dividieron en dos intervalos de 10s resultando en 10 intervalos por condición.</p> <p>Determinaron las siguientes medidas para cada intervalo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de movimiento y aceleración vertical - Variación de la aceleración máx/mín durante movimientos arriba/abajo como medida de la variabilidad del movimiento del brazo - Niveles máximos de fuerza de agarre - Acoplamiento de las fuerzas de agarre y carga <p>Los sujetos fueron evaluados antes y después de la aplicación de la tDCS</p>	<p>Las pruebas post-hoc por pares no pudieron demostrar la diferencia entre los valores pre y post estimulación en cualquiera de las 3 condiciones (cerebelo, M1, simulado). No hubo interacciones en grupo y tiempo ni fue significativa la interacción de todos los factores.</p> <p>No observaron beneficio en el control de la fuerza de agarre ni en los pacientes cerebelosos ni en los controles después de aplicar la tDCS sobre cerebelo o M1.</p> <p>Conclusiones: No se han observado mejoras de los déficits en el control de la fuerza de agarre ni con tDCS aplicada en el cerebelo ni aplicada en M1 para pacientes con degeneración cerebelosa</p>

Ataxia espinocerebelosa de tipo 14 (SCA14), Ataxia espinocerebelosa de tipo 6 (SCA6), Ataxia Cerebelosa Autosómica Dominante (ADCA), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Estimulación Magnética Transcranial (TMS)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Hulst et al., 2017 (Hulst et al., 2017) Estudio I</p>	<p>Estudio cruzado con estudio experimental inter-sujeto con control simulado.</p> <p>Muestra: n=20 con degeneración cerebelosa (8 con SCA, 4 con ADCA tipo III, 7 con SAOA y 1 con cerebelitis) n=20 controles de la misma edad sin ninguna enfermedad neurológica conocida</p> <p>Todos los sujetos participaron en una tarea de alcance estándar con perturbaciones del campo de fuerza. Cada participante realizó cinco sets de movimientos.</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Comparar la adaptación motora en pacientes cerebelosos con controles de la misma edad y evaluar si los efectos positivos de la tDCS atribuidos en el envejecimiento saludable podrían, también, observarse en pacientes cerebelosos. Realizar un segundo experimento inter-sujeto en un grupo de controles sanos para controlar el posible efecto de arrastre.</p> <p>Método: Los sujetos participaron en tres sesiones experimentales separadas por una semana. 3) 2 sesiones tDCS 4) 1 sesión sham tDCS El orden de las tres sesiones se contrabalanceó entre los participantes.</p> <p>Durante cada sesión realizaron la misma tarea de adaptación motora, pero con diferentes tipos de estimulación. En dos de ellas recibieron tDCS anódica sobre M1 y otra sobre el cerebelo. En la tercera se aplicó sham o sobre el cerebelo o sobre M1.</p> <p>La tarea de agarre se realizó antes de la tDCS y después de la tarea de adaptación del alcance.</p>	<p>Tiempo de exposición De promedio, 22 minutos.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de goma (5x5 cm²).</p> <p>Ubicación de electrodos <u>Cerebelo</u> Ánodo: 3 cm lateral al inion Cátodo: músculo bucinador derecho</p> <p><u>M1</u> Ánodo: área de la corteza motora primaria izquierda (respuesta del 1er músculo interóseo dorsal después de pulsos únicos de TMS) Cátodo: zona de la piel que recubre la región supraorbitaria contralateral</p> <p>Intensidad 2mA (0,08 mA/cm²) La corriente aumentó de 0mA a 2mA en un periodo de 30s. Al final de la estimulación se redujo de 2mA a 0mA también 30s. Para la estimulación simulada, la corriente aumentó en 30s, permaneció en 2mA durante 60s, después de lo cual la corriente se redujo nuevamente.</p>	<p>Tiempos y velocidades promedio de movimiento.</p> <p>Trayectorias de movimiento y velocidades perpendiculares.</p> <p>Errores de puntería (AE)</p> <p>Índice de aprendizaje.</p> <p>Morfometría basada en vóxeles</p>	<p>Como era de esperar, los individuos con degeneración cerebelosa tenían una capacidad disminuida para adaptarse a las perturbaciones motoras.</p> <p>Los sujetos cerebelosos no se beneficiaron de la tDCS, no se adaptaron más rápidamente a las perturbaciones del campo de fuerza durante la estimulación del cerebelo o de M1 en comparación la estimulación simulada.</p> <p>La retención durante la fase de lavado tampoco mejoró después de la estimulación cerebelosa o de M1 en comparación con sham.</p> <p>No se observaron efectos de la tDCS en los controles de edad avanzada de la misma edad, así como en los controles jóvenes.</p> <p>No detectaron tasas de aprendizaje más rápidas y tampoco una mayor retención después de la estimulación anódica.</p>

Ataxia Espinocerebelosa (SCA), Ataxia Cerebelosa Autosómica Dominante (ADCA), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), Estimulación Transcraneal de Corriente Directa (tDCS).

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Hulst et al., 2017 (Hulst et al., 2017) Estudio II</p>	<p>Estudio cruzado con estudio experimental inter-sujeto con control simulado (similar al primer estudio, pero con algunas diferencias descritas a continuación)</p> <p>Muestra: Experimento II: n=20 con degeneración cerebelosa (8 con SCA, 4 con ADCA tipo III, 7 con SAOA y 1 con cerebelitis) n=30 controles jóvenes y sanos</p> <p>No se recopilaron datos de resonancia magnética de estos sujetos.</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Realizar un segundo experimento inter-sujeto en un grupo de controles sanos para controlar el posible efecto de arrastre.</p> <p>Método: Todos los sujetos se midieron durante una sesión de la tarea descrita en el experimento 1. a) 10 sujetos recibieron estimulación sham del cerebelo b) 10 sujetos recibieron estimulación anódica del cerebelo c) 10 sujetos recibieron estimulación catódica del cerebelo</p> <p>Ninguno recibió estimulación en M1.</p>	<p>Tiempo de exposición De promedio, 22 minutos.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de goma (5x5 cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos <u>Cerebelo</u> Ánodo: 3 cm lateral al inion, hemisferio cerebeloso derecho Cátodo: músculo bucinador derecho</p> <p>Intensidad 2mA (0,08 mA/cm²). La corriente aumentó de 0mA a 2mA en un periodo de 30s. Al final de la estimulación se redujo de 2mA a 0mA también 30s. Para la estimulación simulada, la corriente aumentó en 30s, permaneció en 2mA durante 60s, después de lo cual la corriente se redujo nuevamente.</p>	<p>Tiempos y velocidades promedio de movimiento.</p> <p>Trayectorias de movimiento y velocidades perpendiculares.</p> <p>Errores de puntería (AE)</p> <p>Índice de aprendizaje.</p>	<p>Los efectos de arrastre estuvieron presentes en controles sanos de edad avanzada y podrían tener efectos de estimulación enmascarados, pero los efectos de arrastre no estuvieron presentes en el grupo de pacientes cerebelosos.</p> <p>No se pudo establecer una relación significativa entre la tDCS y el comportamiento.</p> <p>Conclusiones: Actualmente, este estudio no proporciona evidencia de que la tDCS cambie las tasas de aprendizaje o retención en pacientes cerebelosos.</p>

Ataxia Espinocerebelosa (SCA), Ataxia Cerebelosa Autosómica Dominante (ADCA), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), Estimulación Transcraneal de Corriente Directa (tDCS).

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Picelli et al., 2018 (Picelli et al., 2018)</p>	<p>Ensayo piloto, simple ciego, controlado aleatorizado y de centro único.</p> <p>Muestra: n=20 con ictus cerebral crónico de entre 36 pacientes ambulatorios. Se asignaron diez pacientes a cada grupo de tratamiento.</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Comparar los efectos de la ctDCS catódica + tsDCS catódica versus tDCS anódica + tsDCS catódica en RAGT combinada con el entrenamiento de la marcha asistido por robot (RAGT) en pacientes con ACV crónico. El objetivo secundario fue comparar los efectos de otros protocolos de estimulación en RAGT. (Picelli, 2015) medidos por las mejoras en la capacidad de locomoción, parámetros espacio-temporales de la marcha, motricidad de las extremidades inferiores afectadas y la espasticidad de los pacientes.</p> <p>Método: Cada paciente recibió 10 sesiones de entrenamiento de la marcha (asistida por robot) de 20 minutos (5 días/semana durante dos semanas consecutivas) combinadas con: a) Grupo 1: ctDCS catódica en hemisferio cerebeloso contralesional + tsDCS catódica b) Grupo 2: tDCS anódica en hemisferio cerebral lesionado + tsDCS catódica</p>	<p>Tiempo de exposición Se aplicó durante 20 minutos durante la RAGT</p> <p>Características de los electrodos Grupo 1 y 2: Dos electrodos circulares idénticos de 4cm² (12,56 cm²) empapados en solución salina. tsDCS: dos electrodos circulares autoadhesivos empapados en solución salina (23,75cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos Grupo 1: Ánodo: músculo buccinador del mismo lado Cátodo: hemisferio cerebeloso contralesional (posición O1 u O2 según EEG internacional 10-20) Grupo 2: Ánodo: corteza motora primaria lesionada (M1) en el área de representación de la pierna siguiendo el EEG internacional 10-20 (Cz) Cátodo: por encima de la órbita en el otro lado tsDCS: Ánodo: por encima del hombro del hemicuerpo no afectado Cátodo: apófisis espinosa de la décima vértebra torácica (de la 9^a a la 11^a)</p> <p>Intensidad Grupo 1 y 2 La intensidad de la estimulación se fijó en 2mA (estimulación en línea) tsDCS: Se estableció en 2,5mA</p>	<p>Resultado primario: 6MWT como una medida de la capacidad para caminar Resultados secundarios: FAC para clasificar la capacidad de locomoción MI para evaluar la fuerza de la extremidad inferior afectada AS para evaluar el tono muscular del miembro inferior afectado (flexores plantares del tobillo) Parámetros espacio-temporales de la marcha se evaluaron con el sistema GAITRite (pasillo de marcha electrónico portátil)</p> <p>-----</p> <p>Los pacientes fueron evaluados: - Antes del tratamiento (T0) - Inmediatamente después del tratamiento (T1) - A las 2 semanas (T2) - A las 4 semanas (T3)</p>	<p>Encontraron diferencias significativas en la 6MWT entre los grupos T1-T0 ($p=0.041$) pero no entre T2-T0 y T3-T0. No encontraron diferencias significativas para ningún grupo en referencia a la FAC y la AS. Encontraron diferencias significativas en MI entre los grupos T1-T0 ($p=0.017$), T2-T0 ($p=0.045$) y T3-T0 ($p=0.008$). Encontraron diferencias significativas en la cadencia entre los grupos T1-T0 ($p=0.019$) pero no entre T2-T0 y T3-T0. No se encontraron diferencias significativas en la relación entre la duración del apoyo simple y doble entre ningún grupo. Las diferencias significativas en la 6MWT observadas entre los grupos en la primera evaluación posterior al tratamiento no se mantuvieron ni en las 2 semanas ni en las 4 semanas de seguimiento.</p> <p>Encontraron una mejora significativamente mayor en la capacidad para caminar en los pacientes del Grupo 1 que en los del Grupo 2 en la primera evaluación postratamiento (T1-T0), sin embargo, estas mejoras no se mantuvieron en T2-T0 y T3-T0. En consecuencia, observaron una mejora significativamente mayor en la cadencia de la marcha en la evaluación de postratamiento que no se mantuvo en evaluaciones de seguimiento posteriores para el Grupo 1. También encontraron mejoras significativas en cuanto a la motricidad de la extremidad inferior afectada en todos los seguimientos.</p> <p>Conclusiones: Los resultados apoyan la hipótesis de que la ctDCS catódica sobre el hemisferio cerebeloso contralesional en combinación con la tsDCS catódica podría ser útil para aumentar los efectos del entrenamiento de la marcha asistido por robot en pacientes con accidente cerebrovascular crónico con discapacidad para caminar.</p>

Estimulación transcraneal de corriente continua cerebelosa (ctDCS), Estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS), Estimulación de corriente continua espinal transcutánea (tsDCS), Robot-assisted gait training (RAGT), Accidente Cerebro Vascular (ACV), 6-minute walk test (6MWT), Functional Ambulation Category (FAC), Motricity Index (MI), Ashworth Scale (AS)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Málly et al, 2018 (Málly et al., 2018)	<p>Estudio abierto de seguimiento a largo plazo</p> <p>Muestra: n=30 con EP</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Comparar la estimulación de la rTMS con rTMS + tDCS en un estudio de seguimiento a largo plazo en pacientes con EP durante 3,5 años.</p> <p>Método: Cada paciente fue estimulado con rTMS a 1 Hz cada medio año durante 1,5 años. Después, en el punto cero, se añadió la tDCS en ambos lados del cerebelo durante los siguientes dos años.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención constó de 1 sesión de 20 minutos al día durante cinco días en cada período de tratamiento (cada 6 meses) durante 2 años.</p> <p>Características de los electrodos No descrito</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: ambos ánodos sobre el hemisferio del cerebelo Cátodo: parte media del área frontal</p> <p>Intensidad 1 mA</p>	<p>UPDRS TMT</p> <p>Test dual en tres partes: tiempo en recorrer distancia de 25m, se repitió contando hacia atrás desde 100 con 3 y con 7, distancia que un paciente podía caminar en 6 minutos y el tiempo para hacer 10 metros.</p> <p>-----</p> <p>Fueron evaluados antes del estudio, al final de la estimulación y después de un mes de estimulación cerebral no invasiva.</p>	<p>La NBS afecta a la progresión de la EP de una manera dependiente de la edad. Ésta fue más lenta y se detuvo durante la rTMS + tDCS durante dos años. Esta combinación produce mejores efectos en el grupo de ≤65 años que en el de mayor edad. Sin embargo, no se puede excluir el efecto de la NBS sobre la progresión de las puntuaciones motoras en el grupo de > 65 años.</p> <p>Demonstraron que existe un efecto favorable de la rTMS y la rTMS + tDCS sobre la progresión de la EP y que la rTMS fue menos efectiva en el grupo de >65años que en el grupo de pacientes más jóvenes.</p> <p>Conclusiones: La capacidad motora en la EP se mantuvo al mismo nivel en pacientes ≤65 años con NBS durante los 3,5 años en contraste con los pacientes > 65 años. La función cognitiva de los pacientes > 65 años fue influenciada favorablemente por rTMS y tDCS. La edad es el principal predictor del efecto de la NBS. La rTMS y la tDCS pueden ralentizar la progresión de la EP sin efectos secundarios, pero de forma dependiente de la edad.</p> <p>Se observó una progresión casi nula en la discapacidad motora durante las estimulaciones de rTMS más tDCS en pacientes ≤65 años, en contraste con los pacientes > 65 años. La NBS no solo puede influir en los síntomas de la EP, sino que también reduce la progresión de la EP.</p>

Enfermedad de Parkinson (EP), repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS), Estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS), Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS), Trail Making Test (TMT), Non Invasive Brain Stimulation (NBS), Actividades de la Vida Diaria (ADL)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Benussi et al., 2018 (Benussi et al., 2018)	<p>Ensayo cruzado, aleatorizado, de doble ciego, y controlado de forma simulada.</p> <p>Muestra: n=21 con ACN; de los cuales 7 con SCA2, 6 con MSA-C, 1 con SCA 38, 1 con SCA14, 1 con ataxia de Friedreich, 1 con AOA, y 4 con SAOA. 1 paciente abandonó por razones personales. Evaluaron a los pacientes sin fármacos sedantes ni bloqueadores de los canales de sodio o calcio para evitar interacciones con la intervención de la tDCS.</p> <p>n=10 sujetos sanos de la misma edad para grupo control a la hora de evaluar con la TMS.</p> <p>Objetivos: Investigar si un tratamiento de 2 semanas con tDCS anódica cerebelosa y tsDCS catódica espinal podría reducir los síntomas en pacientes con ataxia neurodegenerativa y podría modular la conectividad motora-cerebelosa a corto y largo plazo</p> <p>Método: Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: a) 10 a ctDCS anódica + tsDCS espinal catódica (5 días/semana durante 2 semanas) b) 10 a ctDCS anódica + tsDCS sham (5 días/semana durante 2 semanas)</p> <p>Se evaluó la CBI usando la TMS al inicio del estudio y en cada seguimiento.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención constó de 5 sesiones de 20 min durante 2 semanas, 5 días a la semana.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos con superficie de esponja empapados en solución salina, (7x5 cm² para el electrodo cerebeloso anódico y 8x6 cm² para el electrodo espinal catódico). Se aseguraron con gasas elásticas y se aplicó gel electroconductor para reducir la impedancia.</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 2 cm inferior al inion Cátodo: agrandamiento lumbar espinal (2cm por debajo de T11)</p> <p>Intensidad Durante la intervención anódica se aplicó una corriente constante de 2mA (0,057 mA/cm²) y catódica 2mA (0,042mA/cm²). Durante la intervención simulada se realizó igual, pero la corriente eléctrica se redujo 5sg después del comienzo de la estimulación.</p>	<p>Déficits cerebelosos: SARA ICARS Miembro Superior: 9HPT Velocidad de la marcha: 8MW Calidad de vida: SF-36</p> <p>-----</p> <p>Al inicio del estudio cada paciente se sometió a una evaluación clínica y una evaluación del CBI por TMS pre y post intervención: - Antes de la estimulación (T0) - Después de la estimulación (T1) - 1 mes después (T2) - 3 meses después (T3)</p> <p>Después de un período de lavado de 3 meses después de la última intervención (T3), cada paciente recibió el tratamiento opuesto (fase cruzada) y se sometió a la misma evaluación estandarizada que en la primera fase.</p>	<p>SARA e ICARS: Interacción estadísticamente significativa ($p<0.001$) entre Tiempo y Tratamiento. Para el efecto del tratamiento entre la estimulación real y simulada en T1, T2 y T3, pero no en T0. Para el efecto del tiempo se encontró diferencia significativa en el grupo real ($p<0,001$) para T1, T2 y T3 en comparación con T0, pero no el otro grupo.</p> <p>9HPT: Interacción significativa entre tiempo y tratamiento tanto en la mano dominante ($p<0.001$) como en la no dominante ($p=0.014$). El efecto principal del tratamiento mostró una diferencia significativa ($p<0.010$) entre tDCS real y simulada para T1, T2 y T3, pero no T0 en ambas manos. El efecto principal del tiempo se encontró diferencia significativa en el grupo real ($p<0.05$) para T1, T2 y T3 en comparación con T0, pero no en el grupo simulado.</p> <p>8MW y SF-36: también encuentra interacción estadísticamente significativa entre tiempo y tratamiento ($p=0.006$). El efecto principal del tratamiento mostró una diferencia significativa ($p<0.050$) entre tDCS real y simulada para T1, T2 y T3, pero no en T0. El efecto principal del tiempo se encontró diferencia significativa en el grupo real ($p<0.050$) para T1, T2 y T3 en comparación con T0, pero no en el grupo simulado.</p> <p>Se observó una correlación significativa entre el porcentaje de mejora en las puntuaciones SARA e ICARS y la restauración del CBI ($p=0.039$) en aquellos que usaron ctDCS anódica.</p> <p>Se observó una correlación significativa entre el porcentaje de mejora en las puntuaciones SARA ($p=0.009$) e ICARS ($p=0.036$) y la restauración del CBI</p> <p>Conclusiones: Los pacientes con ataxia que se sometieron a tDCS cerebeloso-espinal redujeron los síntomas y se restauró la inhibición de la corteza motora ejercida por las estructuras cerebelosas.</p>

Ataxia Cerebelosa Neurodegenerativa (ACN), Ataxia espinocerebelosa de tipo 2 (SCA2), Atrofia multisistémica con ataxia cerebelosa predominante (MSA-C), Ataxia espinocerebelosa de tipo 38 (SCA38), , Ataxia espinocerebelosa de tipo 14 (SCA14), Ataxia con Apraxia Oculomotora de tipo 2 (AOA), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Estimulación transcraneal de corriente continua cerebelosa (ctDCS), Estimulación de corriente continua espinal transcutánea (tsDCS), Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), Cerebellar Brain Inhibition (CBI), Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA), International Cooperative Ataxia Rating (ICARS), 9 Hole Peg Test (9HPT), 8-meter walking time (8MW), Short-Form Health Survey 36 (SF-36)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Picelli et al., 2019 (Picelli et al., 2019)</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado de simple ciego.</p> <p>Muestra: n=40 con ACV supratentorial crónico.</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Comparar los efectos de dos protocolos diferentes de ctDCS combinada con tsDCS en el entrenamiento de la marcha asistida por robot (RAGT) en pacientes con ACV supratentorial crónico.</p> <p>Método: Cada paciente recibió 10 sesiones de entrenamiento de la marcha (asistida por robot) de 20 minutos (5 días/semana durante dos semanas consecutivas) combinadas con: a) Grupo 1: ctDCS catódica en hemisferio cerebeloso contralesional + tsDCS catódica b) Grupo 2: ctDCS catódica en hemisferio cerebeloso ipsilesional + tsDCS catódica</p>	<p>Tiempo de exposición Se aplicó durante 20 minutos durante la RAGT</p> <p>Características de los electrodos Grupo 1 y 2: Dos electrodos circulares idénticos de 4cm² (12,56 cm²) empapados en solución salina. tsDCS: dos electrodos circulares autoadhesivos empapados en solución salina (23,75cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos Grupo 1: Ánodo: músculo buccinador del mismo lado Cátodo: hemisferio cerebeloso contralesional (posición O1 u O2 según EEG internacional 10-20) Grupo 2: Ánodo: músculo buccinador del mismo lado Cátodo: hemisferio cerebeloso ipsilesional tsDCS: Ánodo: por encima del hombro del hemicuerpo no afectado Cátodo: apófisis espinosa de la décima vértebra torácica (de la 9^a a la 11^a)</p> <p>Intensidad Grupo 1 y 2 La intensidad de la estimulación se fijó en 2mA (estimulación en línea) tsDCS: Se estableció en 2,5mA</p>	<p>Resultado primario: 6MWT como una medida de la capacidad para caminar</p> <p>Resultados secundarios: FAC para clasificar la capacidad de locomoción MI para evaluar la fuerza de la extremidad inferior afectada AS para evaluar el tono muscular del miembro inferior afectado (flexores plantares del tobillo)</p> <p>Parámetros espacio-temporales de la marcha se evaluaron con el sistema GAITRite (pasillo de marcha electrónico portátil). Se evaluó la cadencia y la relación entre la duración del apoyo simple y doble.</p> <p>-----</p> <p>Los pacientes fueron evaluados: - Antes del tratamiento (T0) - Inmediatamente después del tratamiento (T1) - A las 2 semanas (T2) - A las 4 semanas (T3)</p>	<p>No encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna medida de resultado entre los dos grupos para T1, T2 y T3.</p> <p>Ambos grupos mostraron mejoras significativas dentro del grupo en los resultados de 6MWT, en la cadencia y la relación entre la duración del apoyo simple y doble para todos los puntos temporales.</p> <p>Conclusiones: El estudio demostró que la ctDCS catódica sobre el hemisferio cerebeloso contralesional o ipsilesional en combinación con la tsDCS catódica puede dar lugar a efectos similares sobre la RAGT en pacientes con ACV supratentorial crónico.</p>

Accidente Cerebro Vascular (ACV), Estimulación transcraneal de corriente continua cerebelosa (ctDCS), Estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS), Estimulación de corriente continua espinal transcutánea (tsDCS), Robot-assisted gait training (RAGT), 6-minute walk test (6MWT), Functional Ambulation Category (FAC), Motricity Index (MI), Ashworth Scale (AS)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
<p>Rezaee et al., 2020 (Rezaee et al., 2020)</p>	<p>Ensayo piloto contrabalanceado de simple ciego, cruzado, de medidas repetidas.</p> <p>Muestra: n=10 para el modelado computacional basado en resonancia magnética n=5 con ACV crónico (> 6 meses) para intervención con ctDCS</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Investigar si la ctDCS en los núcleos dentados y en las representaciones de las extremidades inferiores del cerebelo puede mejorar el alcance funcional durante el equilibrio en bipedestación en pacientes con ACV crónico (> de 6 meses).</p> <p>Método: El campo eléctrico se calculó basado en imágenes de resonancia magnética de 10 pacientes y una plantilla de un sujeto sano para encontrar el montaje de ctDCS bilateral bipolar óptimo que apunte a los núcleos dentados y miembros inferiores representados en los lóbulos VII-IX.</p> <p>Comparar 15 min de 2mA de ctDCS según los efectos sobre el alcance funcional (% de éxito) durante la tarea de equilibrio en bipedestación usando una plataforma de realidad virtual (Wii) después y antes (pre/post) de medir la línea de base del rendimiento del alcance del objetivo de CoP usando cualquiera de los dos montajes bipolares.</p>	<p>Tiempo de exposición Se aplicó durante 15 minutos antes y después de la tarea de alcance funcional.</p> <p>Características de los electrodos Montajes bipolares con un ánodo contralesional circular de 1cm de radio.</p> <p>Ubicación de electrodos Núcleos dentados: PO9h – PO10h Lóbulos VII-IX: Exx7 – Exx8 (según el Sistema 10/5 ilustrado sin ambigüedades (UI))</p> <p>Intensidad 2mA</p>	<p>Montajes de electrodos óptimos Medidas de CoP durante los cambios de peso en la tarea funcional.</p>	<p>Encontraron que el montaje de ctDCS bipolar de “talla única” para el estudio clínico era PO9h – PO10h para núcleos dentados y Exx7 – Exx8 para los lóbulos VII – IX con el ánodo contralesional.</p> <p>La ctDCS de PO9h – PO10h se desempeñó significativamente mejor para facilitar el alcance funcional exitoso (%) en comparación con la ctDCS de Exx7 – Exx8. Además, se encontró una relación lineal entre el alcance funcional exitoso (%) y la intensidad del campo eléctrico donde el montaje de PO9h-PO10h resultó en una intensidad de campo eléctrico significativamente mayor en comparación con el montaje Exx7-Exx8 para la misma corriente de 2 mA.</p> <p>Conclusiones: La ctDCS de los núcleos dentados facilitó mayores alcances de diana durante la tarea funcional de alcance en comparación con las representaciones bilaterales de las extremidades inferiores del cerebelo ctDCS</p>

Accidente Cerebro Vascular (ACV), Estimulación transcraneal de corriente continua cerebelosa (ctDCS), Estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS), Centro de Presión (CoP)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Workman et al., 2020 (Workman et al., 2020)	<p>Estudio piloto cruzado, de doble ciego, aleatorizado y controlado de forma simulada.</p> <p>Muestra: n=7 con EP</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Determinar los efectos de la ctDCS a diferentes intensidades (2mA y 4 mA utilizando diferentes configuraciones (montaje unilateral y bilateral) sobre la marcha y el equilibrio en la EP.</p> <p>Método: Los sujetos participaron en 5 sesiones de ctDCS ordenadas al azar y separadas por al menos 5 días.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1 sesión simulada 2) 1 sesión unilateral de 2mA 3) 1 sesión unilateral de 4 mA 4) 1 sesión bilateral de 2mA 5) 1 sesión bilateral de 4mA <p>Las tareas motoras empezaron 10 min después de la aplicación de la estimulación.</p>	<p>Tiempo de exposición 20 min</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de carbono (5x7 cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 1 cm por debajo y 2 cm lateral al inion sobre el hemisferio cerebeloso contralateral al lado más afecto por la EP Cátodo (montaje unilateral): parte superior del brazo contralateral Cátodo (montaje bilateral): borde medial 1 cm por debajo y 2 cm lateral al inion sobre hemisferio cerebeloso ipsilateral al lado más afecto por la EP</p> <p>Intensidad 2mA (0,06 mA/cm²) 4mA (0,11 mA/cm²)</p> <p>La estimulación activa incluyó un aumento de 30s hasta los 2mA o 4mA, luego se mantuvo durante 20 min y se redujo a 0 mA durante 30s</p> <p>En la estimulación simulada se aceleró en 30 s e inmediatamente se desaceleró en 30 s tanto al inicio como al final de los 20 min. La intensidad se mantuvo en ese intervalo en 0mA.</p>	<p>25FWT TUG 6MWT BBS Posturografía estática</p>	<p>Los resultados indicaron una mejora significativa en el rendimiento del equilibrio (puntuaciones en la BBS) con el montaje bilateral de 4 mA en comparación con la simulación, pero sin cambios significativos en la marcha u otras medidas de equilibrio.</p> <p>Conclusiones: El estudio proporciona evidencia preliminar de que una sola sesión de tDCS sobre el cerebelo, utilizando una configuración bilateral a una intensidad de 4 mA, mejoró significativamente el rendimiento del equilibrio en comparación con el simulado.</p>

Enfermedad de Parkinson (EP), Estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS), 25 Foot Walk Test (25FWT), Timed Up and Go (TUG), 6-minute walk test (6MWT), Berg Balance Scale (BBS)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Lima de Albuquerque et al., 2020 (de Albuquerque et al., 2020)	<p>Ensayo inter-sujeto, aleatorizado, doble ciego, controlado de forma simulada.</p> <p>Muestra: n=22 con EP</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: El objetivo fue determinar los efectos de la ctDCS sobre el rendimiento motor en la EP mientras los participantes tomaban medicamentos.</p> <p>Método: Los sujetos participaron en 1 sesión de estimulación durante una tarea motora con la mano más afectada: a) n=11 en una 1 sesión ctDCS activa b) n=11 en una 1 sesión ctDCS sham</p> <p>Las tareas motoras seleccionadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarea de agarre de precisión isométrica visuomotora (PGT) - Tarea de movimiento rápido del brazo (AMT) 	<p>Tiempo de exposición Una única sesión de 25 minutos</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de goma (5x5 cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 3 cm lateral al inion sobre el cerebelo ipsilateral a la mano más afecta Cátodo: músculo buccinador ipsilateral</p> <p>Intensidad 2mA</p> <p>El estimulador se encendió durante 3 min mientras los participantes se sentaron en silencio antes de realizar la primera prueba de PGT.</p> <p>En la estimulación simulada se aceleró en 30 s e inmediatamente se desaceleró en 30 s tanto al inicio como al final de los 25 min.</p>	<p>UPDRS LEDD Escala de Hoehn y Yahr</p>	<p>La ctDCS no redujo significativamente el error de fuerza en una PGT compleja comparado con la estimulación sham.</p> <p>La ctDCS no mejoró significativamente la precisión del punto final de una tarea de AMT dirigida a un objetivo en pacientes con EP.</p> <p>Conclusiones:</p> <p>Estos resultados indican que una sola sesión de c-tDCS no mejora el rendimiento motor en tareas de manos y brazos en la EP. Es posible que se necesite una aplicación de ctDCS a más largo plazo durante varios días para mejorar la función motora en la EP.</p>

Enfermedad de Parkinson (EP), Estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS), Precision Grip Task (PGT), Arm Movement Task (AMT), Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS), Levopoda Equivalent Daily Dose (LEDD)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Nguemeni et al., 2020 (Nguemeni et al., 2020)	<p>Estudio unicéntrico, doble ciego, paralelo, aleatorizado y controlado de forma simulada.</p> <p>Muestra: n=40 pacientes con EM n=30 controles sanos</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Examinar el efecto de la estimulación ctDCS sobre la adaptación y consolidación motora en personas con EM utilizando el paradigma de SBT.</p> <p>Método: Realizaron dos experimentos independientes en el que cada sujeto participó en solo un experimento (I sin tDCS y II con tDCS). Participaron en una tarea de adaptación locomotora en un SBT, se hizo que la pierna menos afecta o dominante se moviera más rápido durante la fase de adaptación, con cintas que se movían juntas o a diferentes velocidades. En el experimento I evaluaron la adaptación motora en personas con EM. En el experimento II se aplicó la ctDCS (anódica o sham) justo después de completar el entrenamiento el primer día (T0) en lado ipsilateral a la pierna rápida tanto para los pacientes con EM como los controles.</p>	<p>Tiempo de exposición Una única sesión de 15 minutos</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos de esponja (5x5 cm²)</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 3 cm lateral al inion sobre el hemisferio cerebeloso ipsilateral a la pierna rápida Cátodo: músculo buccinador ipsilateral</p> <p>Intensidad 2mA (0,08 A/cm²)</p> <p>Al inicio de la estimulación, la corriente aumentó en forma de rampa durante un periodo de 10 s.</p> <p>En la estimulación simulada comenzó de manera idéntica con una breve fase de desvanecimiento lineal, seguida de 2 mA de corriente continua durante 30 segundos y una breve fase de desvanecimiento lineal. Durante el tiempo principal de estimulación, solo se produjeron pequeños pulsos de corriente cada 550 ms (110 mA durante 15 ms).</p>	<p>EDSS SARA WEIMuS BDI Edinburgh Handedness Inventory 25FWT</p> <p>Para evaluar el aprendizaje motor y la consolidación, los participantes fueron reexaminados a las 24h (T1) y 72h (T2) después del inicio de la sesión de entrenamiento.</p>	<p>La dinámica de la marcha y la adaptación, bajo el paradigma de SBT, tanto los pacientes como los controles fueron igualmente capaces de cambiar de forma rápida su patrón de caminar para adaptarse a diferentes velocidades en T0. Esta capacidad se mantuvo, pero no mejoró, mediante la repetición de tareas en T1 y T2.</p> <p>No se encontraron efectos (diferencias significativas entre grupos) de la ctDCS sobre la adaptación y consolidación locomotoras.</p> <p>Conclusiones: La tDCS anódica cerebelosa no moduló el comportamiento de la marcha en T1 y T2 en pacientes con EM y controles, en comparación con la estimulación simulada.</p>

Esclerosis Múltiple (EM), Estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS), Split-Belt Treadmill (SBT), Expanded Disability Status Scale (EDSS), Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA), Würzburg Fatigue Inventory for Multiple Sclerosis (WEIMuS), Beck Depression Inventory (BDI), 25 Foot Walk Test (25FWT)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Mohammadi et al., 2020 (Mohammadi et al., 2021)	<p>En este ensayo clínico se utilizó un diseño de pre-post test de un solo grupo.</p> <p>Muestra: n=20 con ACV crónico</p> <p>-----</p> <p>Objetivos: Evaluar el efecto de una sola sesión de (ctDCS) en el Timed Up and Go Test (TUG) con diferentes posiciones del pie en pacientes con ACV crónico.</p> <p>Debido a la posición del pie durante la transición de sentarse a pararse, se ha informado que colocar el pie afectado detrás del pie no afectado aumenta la duración de la prueba TUG.</p> <p>Método: Los pacientes realizaron el TUG con 4 posiciones diferentes del pie antes y después de usar la tDCS: a) Posición espontánea (SP) b) Posición simétrica (SYP) c) Posición asimétrica, pie parético detrás del pie no parético (PBNP) d) Posición asimétrica, pie no parético detrás del pie parético (NPBP) La secuencia de las diferentes posiciones de los pies fue seleccionada al azar y cada prueba se repitió tres veces. Los participantes descansaron de 5 a 10 min entre pruebas.</p>	<p>Tiempo de exposición Cada intervención con ctDCS constó de 20 min.</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos rectangulares con superficie de esponja de 5 x 7 cm.</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: longitudinalmente a 2cm del inion y 1 cm en el lado medial del hueso mastoideo (lado ipsilesional) Cátodo: brazo ipsilateral</p> <p>Intensidad 1,5 mA</p>	TUG	<p>El tiempo de la prueba TUG fue significativamente menor después de usar tDCS en todas las posiciones del pie: SP ($p = 0.012$), SYP ($p = 0.010$), PBNP ($p = 0.047$) y NPBP ($p = 0.037$).</p> <p>Conclusiones: El uso de la cTDCS en el cerebelo es eficaz para reducir el tiempo de la prueba TUG independientemente de la posición del pie.</p>

Estimulación cerebelosa de corriente directa transcraneal (ctDCS), Accidente CerebroVascular (ACV), Timed Up and Go test (TUG).

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Bocci et al., 2020 (Bocci et al., 2020)	Estudio piloto cruzado, de doble ciego, controlado de forma simulada.	Tiempo de exposición 20 min.	UHDRS-I	La ctDCS mejoró las puntuaciones motoras en pacientes con EH, especialmente en la distonía, y los efectos duraron 1 mes después de finalizar la estimulación.
	Muestra: n=4 con EH	Características de los electrodos Dos electrodos de esponja (5x7 cm ²)	Los resultados clínicos se evaluaron al inicio del estudio (T0), inmediatamente al final de la semana de estimulación (tratamiento de 5 días) (T1) y 4 semanas (T2) más tarde.	La ctDCS anódica mejoró las puntuaciones motoras en comparación con la línea de base ($p = 0,0046$), mientras que la estimulación simulada las dejó sin cambios ($p = 0,33$)
	Objetivos: Evaluar los efectos de la ctDCS sobre las respuestas motoras en pacientes afectados por la EH, abarcando la literatura actual sobre el uso de la NIBS cerebelosa para el tratamiento de la EH.	Ubicación de electrodos Ánodo: en la línea media, 2 cm por debajo del inion con los bordes laterales alrededor de 1 cm mediales a la apófisis mastoides. Cátodo: hombro derechol		Conclusiones: La ctDCS mejoró las puntuaciones motoras en EH, con efectos que duraron aproximadamente 4 semanas después de la finalización de tDCS.
	Método: Los pacientes se sometieron a ctDCS (anódica o sham) 20 minutos por día durante 5 días por semana. Todos los pacientes se sometieron a las dos condiciones experimentales mantenidas con al menos 3 meses de diferencia para evitar los efectos de arrastre.	Intensidad 2mA (0,08 mA/cm ²) En la condición simulado, la corriente se encendió durante 5 s y luego se apagó en forma de rampa.		

Enfermedad de Huntington (EH), Estimulación cerebelosa transcraneal de corriente directa (ctDCS), Non Invasive Brain Stimulation (NIBS), Escala Unificada de la Clasificación de la Enfermedad de Huntington parte I (UHDRS-I)

Autores/año	Tipo de estudio, muestra y objetivos	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Benussi et al., 2021 (Benussi et al., 2021)	<p>Ensayo aleatorizado, de doble ciego, controlado de forma simulada (5 días/semana x 2 semanas) y seguido, después de un periodo de lavado de 3 meses, por una fase abierta (5 días/semana x 2 semanas).</p> <p>Muestra: n=61 con ACN; de los cuales 24 con ataxia espinocerebelosa (5 con SCA1, 12 con SCA2, una con SCA14, una con SCA28 y cinco con SCA38), 10 con MSA-C, 7 con ataxia de Friedreich, 17 con SAOA, y 3 tenían ataxia cerebelosa con neuropatía y síndrome de arreflexia vestibular (CANVAS).</p> <p>Objetivos: Investigar si un tratamiento de 2 semanas con tDCS anódica cerebelosa y tsDCS catódica espinal podría mejorar los síntomas motores y cognitivos en pacientes con ataxia neurodegenerativa a corto y largo plazo</p> <p>Método: Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos para la primera fase controlada, al inicio: Grupo 1: tDCS simulada (T0) Grupo 2: tDCS cerebelosa anódica (real) (ctDCS) y tDCS espinal catódica (TsDCS) 5 días a la semana durante 2 semanas (T1). Hubo un seguimiento de 12 semanas (T2), en este seguimiento los dos grupos recibieron un segundo tratamiento de tDCS cerebelosa anódica y tDCS espinal catódica durante 5 días a la semana durante 2 semanas, con 14 semanas (T3), 24 semanas (T4), 36 semanas (T5) y 52 semanas (T6) de seguimiento (fase abierta).</p> <p>En resumen, el Grupo 1 se sometió a una estimulación simulada seguida de una estimulación real (tDCS simulada / real), mientras que el Grupo 2 se sometió a una estimulación real en ambas ocasiones (tDCS real / real).</p>	<p>Tiempo de exposición 20 min</p> <p>Características de los electrodos Dos electrodos con superficie de esponja, (7x5 cm² para el electrodo cerebeloso anódico y 8x6 cm² para el electrodo espinal catódico).</p> <p>Ubicación de electrodos Ánodo: 2 cm inferior al inion Cátodo: agrandamiento lumbar espinal (2cm por debajo de T11)</p> <p>Intensidad Durante la intervención anódica se aplicó una corriente constante de 2mA (0,057 mA/cm²) y catódica 2mA (0,042mA/cm²). Durante la intervención simulada se realizó igual, pero la corriente eléctrica se redujo 10 s después del comienzo de la estimulación.</p>	<p>Déficits motores: SARA ICARS Déficits cognitivos: CCASS Calidad de vida: SF-36</p> <p>Evaluaron la CBI con la TMS.</p>	<p>Observaron una mejora significativa en los síntomas motores y cognitivos después del tratamiento con tDCS cerebelo-espinal, independientemente del subtipo de patología.</p> <p>Encontraron una mejora en las puntuaciones de SARA e ICARS, sobre todo en postura y marcha, que se correlacionaron inversamente con la duración de la enfermedad y el deterioro en las actividades de la vida diaria.</p> <p>También encontraron mejoras significativas en la CCASS después de la tDCS espino-cerebelosa.</p> <p>Observaron que la mejoría en las medidas clínicas y neurofisiológicas persistió en un promedio de entre 3 y 6 meses, lo que sugiere que el tratamiento con tDCS podría repetirse cada 3 meses para mantener el beneficio clínico.</p> <p>Conclusiones: Múltiples sesiones de tDCS cerebelo-espinal repetidas cada 3 meses son capaces de mejorar tanto las funciones motoras como cognitivas con efectos duraderos a largo plazo en pacientes con ataxias neurodegenerativas.</p>

Ataxia Cerebelosa Neurodegenerativa (ACN), Ataxia espinocerebelosa de tipo 1 (SCA1), Ataxia espinocerebelosa de tipo 2 (SCA2), Ataxia espinocerebelosa de tipo 14 (SCA14),), Ataxia espinocerebelosa de tipo 28 (SCA28), Ataxia espinocerebelosa de tipo 38 (SCA38), Atrofia multisistémica con ataxia cerebelosa predominante (MSA-C), Ataxia Esporádica de Inicio en el Adulto (SAOA), Estimulación transcraneal de corriente continua cerebelosa (ctDCS), Estimulación de corriente continua espinal transcutánea (tsDCS), Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), Cerebellar Brain Inhibition (CBI), Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA), International Cooperative Ataxia Rating (ICARS), Cerebellar Cognitive Affective Syndrome Scale (CCASS), Short-Form Health Survey 36 (SF-36)

Tabla 2. Evaluación de la calidad metodológica según la escala PEDro (Maher et al., 2003).

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Grecco 2017	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Benussi 2017	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	10
John 2017	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Hulst 2017	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8
Picelli 2018	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Benussi 2018	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	10
Málly 2018	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	5
Zandvliet 2018	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Picelli 2019	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Workman 2020	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9
Rezaee 2020	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Lima de Albuquerque 2020	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	10
Nguemeni 2020	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	10
Mohammadi 2020	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	5
Bocci 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8
Benussi 2021	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	10

5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión fue investigar los efectos de la ctDCS en pacientes con lesión neurológica y alteración motora, teniendo en cuenta diferentes protocolos de estimulación y su efectividad a corto y largo plazo. Para ello, se seleccionaron e incluyeron dieciséis estudios en la revisión sistemática. Debido a la gran heterogeneidad tanto en los diseños de los estudios como en las medidas de resultado, el metaanálisis no se pudo realizar. La discusión sobre la efectividad de la ctDCS se llevará a cabo teniendo en cuenta la patología, los tipos de estimulación y sus efectos a corto y largo plazo.

5.1. ctDCS en Ataxia

6 estudios evaluaron los efectos de la ctDCS en diferentes tipos de ataxia (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Grecco et al., 2017; Hulst et al., 2017; John et al., 2017). Todos los estudios usaron la ctDCS anódica, pero en los estudios de John et al. (2017) y Hulst et al. (2017) también probaron una sesión de tDCS anódica en M1. En los estudios de Benussi et al. (2021, 2018) combinaron el uso de la ctDCS anódica con la tsDCS catódica.

De los seis estudios incluidos, 4 (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Grecco et al., 2017) encontraron mejoras significativas en sus medidas de resultado mientras que el resto (Hulst et al., 2017; John et al., 2017) no encontraron resultados significativos. Los efectos que se encontraron se observaron a corto plazo (post intervención) para los 4 estudios mencionados y en el largo plazo: durante 1 mes (Benussi et al., 2018, 2017; Grecco et al., 2017), 3 meses (Benussi et al., 2021, 2018, 2017) y 6 meses (Benussi et al., 2021).

Aquellos estudios que presentaron beneficios en aspectos motores son aquellos que usaron un tiempo de exposición de 5 días a la semana durante 2 semanas y durante 20 min (Benussi et al., 2021, 2018, 2017; Grecco et al., 2017) mientras que los que usaron solo una sesión no obtuvieron resultados relevantes. Además, la calidad metodológica de los estudios con efectos positivos (doble ciego aleatorizado y simple ciego) es mejor que la que aportan (estudios experimentales inter e intra sujeto) los estudios con resultados negativos.

Aunque la calidad de los estudios es óptima, se necesitarían realizar más, con más muestra poblacional y con más homogeneidad en las medidas de resultado, por lo tanto, los resultados deberían interpretarse teniendo en cuenta estas limitaciones.

5.2. ctDCS en Accidente CerebroVascular

5 estudios evaluaron los efectos de la ctDCS en el ACV (Mohammadi et al., 2021; Picelli et al., 2019, 2018; Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018). En este caso encontramos

varios montajes diferentes a la hora de realizar la intervención. En el caso de Zandvliet et al. (2018) y Mohammadi et al. (2021) usaron la ctDCS anódica en el hemisferio ipsilesional, aunque en el primer estudio también evaluaron la ctDCS anódica en el hemisferio contralesional. En el caso del estudio de Picelli et al. (2019), utilizaron la ctDCS catódica en el hemisferio tanto contralesional como ipsilesional junto a la tsDCS catódica, mientras que en el estudio de Picelli et al. (2018) se evaluó la ctDCS catódica contralesional y la tDCS anódica en M1 lesionado. Por último, Rezaee et al. (2020) usaron un montaje bilateral catódico con un ánodo contralesional.

De los 5 estudios incluidos, 3 encontraron efectos significativos a corto plazo (Mohammadi et al., 2021; Picelli et al., 2018; Rezaee et al., 2020) y en los otros dos estudios (Picelli et al., 2019; Zandvliet et al., 2018) a pesar de que no encontraron resultados estadísticamente significativos si que observaron mejorías en sus medidas de resultados para aquellos pacientes que se sometieron a la ctDCS catódica contralesional (Picelli et al., 2019) y ctDCS anódica contralesional (Zandvliet et al., 2018), siendo estos resultados contradictorios. No hay ningún parámetro que pudiera explicar la coincidencia de los efectos positivos a corto plazo ya que usaron electrodos diferentes, tiempos de intervención diferentes y cantidad de sesiones diferentes. Lo mismo sucede con los estudios que no obtuvieron significancia estadística relevante, lo que nos lleva a pensar que se necesitan más estudios que arrojen luz sobre la disparidad de estos resultados.

En relación a la calidad de los estudios evaluados, observamos un 6 en la Escala PEDro para (Rezaee et al., 2020; Zandvliet et al., 2018), un 5 para (Mohammadi et al., 2021) y un 9 para (Picelli et al., 2019, 2018). A pesar de la intermedia calidad metodológica, nos volvemos a encontrar con estudios con muestras pequeñas y medidas de resultado heterogéneas.

5.3. ctDCS en Enfermedad de Parkinson

3 estudios evaluaron los efectos de la ctDCS en la EP (de Albuquerque et al., 2020; Mályy et al., 2018; Workman et al., 2020). Cada estudio realizó un montaje diferente en su intervención. En el caso de Mályy et al. (2018), usaron ambos ánodos en el cerebelo, pero a una intensidad menor de lo habitual (1mA) durante 20 min al día, 5 días a la semana cada 6 meses durante dos años. En el estudio de Workman et al. (2020), evaluaron 4 tipos de montajes diferentes: unilateral con el ánodo sobre el hemisferio cerebeloso contralateral al lado más afecto por la EP a 2mA y 4mA, y bilateral, con el cátodo en el hemisferio ipsilateral al lado más afecto por la EP a 2mA y 4mA durante 20 min en una única sesión por cada intervención. El último estudio (de Albuquerque et al., 2020), usaron

un montaje unilateral con el ánodo sobre el cerebelo ipsilateral a la mano más afectada a 2mA y durante una única sesión de 25 min.

Con referencia a los efectos significativos de la intervención, en el artículo de Málly et al. (2018), añadieron la ctDCS después de un año y medio recibiendo solo rTMS. Esto podría significar que, a pesar de ser el único estudio de toda la revisión que evaluó el efecto a largo plazo durante tres años y medio (en vez de uno o tres meses), no pueden atribuirse los resultados positivos solo al efecto de la ctDCS por sí sola, pero sí que podríamos presumir que la NIBS en el cerebelo de forma continuada tuvo efectos en la progresión de la EP en pacientes ≤ 65 años tal y como observaron los autores. En el resto de estudios, uno encontró efectos positivos a corto plazo (Workman et al., 2020) y el otro no (de Albuquerque et al., 2020). A pesar de que los montajes que usaron fueron similares en cuanto a uso de electrodos, $5 \times 7 \text{ cm}^2$ y 20 min, $5 \times 5 \text{ cm}^2$ y 25 min respectivamente, y fueron controlados de forma simulada, la intensidad en la que se observaron efectos significativos en el ensayo de Workman et al. (2020) fue de 4mA con respecto al segundo estudio que fue de 2mA. Esto podría explicar por qué en el corto plazo sí encontraron resultados positivos en comparación con de Albuquerque et al. (2020). Aunque en la mayoría de la literatura consultada (Ferrucci et al., 2015; Grimaldi et al., 2016; Sánchez-Kuhn, Pérez-Fernández, Cánovas, Flores, & Sánchez-Santed, 2017; van Dun, Bodranghien, Mariën, & Manto, 2016), la intensidad recomendada y/o estudiada para el uso de la tDCS fue de entre 0,5 mA y 2,5 mA, Workman et al. (2020) tenían como objetivo evaluar intensidades más altas y ver si encontraban resultados significativos. Cabe puntualizar que la muestra de este estudio fue de $n=7$ y que los resultados significativos solo los encontraron en referencia a la Berg Balance Scale (BBS) pero en el resto de las medidas de resultado como la marcha, el equilibrio estático u otras medidas de equilibrio no obtuvieron cambios significativos. También señalar que un estudio evaluaba los efectos sobre miembros inferiores (Workman et al., 2020) y el otro sobre el uso del miembro superior (de Albuquerque et al., 2020), por lo tanto, es difícil hacer generalizaciones del uso de la ctDCS en la EP para el corto plazo teniendo en cuenta solo dos estudios.

En lo que respecta a la calidad metodológica, excepto el estudio de Málly et al. (2020) que tiene una puntuación de 5 en la escala PEDro debido a que es un estudio abierto de seguimiento a largo plazo sin control simulado, en general los estudios incluidos tienen buena calidad metodológica, pero muestras pequeñas y variabilidad en objetivar resultados.

5.4. ctDCS en Enfermedad de Huntington

En el estudio de Bocci et al. (2020) encontraron una mejora de las puntuaciones motoras en pacientes con EH, sobre todo en distonía, y estos efectos duraron 1 mes después de finalizar la estimulación. Aplicaron el ánodo de 5 x 7 cm² en la línea media y 2 cm por debajo del inion, que abarcaba ambos hemisferios cerebelosos, y usaron una intensidad de 2mA durante 20 min. El estudio tiene una puntuación de 8 en la escala PEDro pero una muestra de n=4. Así, nos encontramos ante una enfermedad que se ha estudiado poco con relación al uso de la ctDCS y se necesitarían más estudios que comprobasen estos resultados.

5.5. ctDCS en Esclerosis Múltiple

En el estudio de Nguemeni et al. (2020) no encontraron efectos significativos entre el grupo intervención y el grupo control sobre la modulación del comportamiento de la marcha (dinámica y adaptación) a las 24h y 72h de haber recibido la ctDCS durante 15 min, a 2mA, con un electrodo de 5 x 5 cm² colocado en el hemisferio cerebeloso ipsilateral a la pierna más rápida. Ambos grupos fueron capaces de cambiar de forma rápida su patrón de marcha en una cinta rodante justo después del entrenamiento del primer día, pero no fueron capaces de mantener estos resultados en las siguientes evaluaciones. En este caso, estamos ante un estudio que ha usado una sola sesión de 15 min para valorar efectos motores en la locomoción. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Picelli et al. (2019, 2018), que obtuvieron algunos resultados significativos post intervención pero que no se mantuvieron ni a las 2 ni a las 4 semanas. En este estudio observamos una puntuación para la escala PEDro de 10, y aunque la muestra es más grande n=40 siguen siendo necesarios más estudios que incorporen la tDCS en el cerebelo, en vez de en M1 (Oveisgharan, Karimi, Abdi, & Sikaroodi, 2019; Workman, Kamholz, & Rudroff, 2019), para valorar sus posibles efectos en la esclerosis múltiple y poder usarlos en neurorehabilitación.

5.6. Limitaciones

A pesar de que la literatura publicada sobre la tDCS tiene tendencia a demostrar que se obtienen, cada vez, mejores resultados a nivel motor tanto en población sana como en pacientes con afectaciones neurológicas (Baharlouei, Saba, Shaterzadeh Yazdi, & Jaberzadeh, 2020; Behrangrad, 2021; de Moura et al., 2019; Orrù, Cesari, Conversano, & Gemignani, 2021; Yosefi, Yagedi, Ahmadizadeh, & Ehsani, 2017), en el caso de su aplicación en el cerebelo, se necesitan más estudios que demuestren sus posibles

beneficios a la hora de incorporarlos como estrategia de elección para aquellas patologías huérfanas de tratamientos eficaces, o como tratamiento complementario al ámbito de la neurorehabilitación.

En esta revisión se ha podido observar, en términos generales, que la calidad de los estudios obtiene altas puntuaciones en la escala PEDro, pero los artículos incluidos presentan varias limitaciones. El número de estudios presentados es limitado, debido a que existe poca investigación de calidad publicada, con tamaños muestrales relativamente pequeños y con seguimientos de los efectos de las intervenciones a corto o medio plazo. La inclusión en la revisión de diagnósticos diferentes con mecanismos lesionales subyacentes diferentes hace que no se haya focalizado en una única estructura o vía cerebral y, por lo tanto, no se puedan generalizar los resultados. También se ha observado que existe una amplia heterogeneidad a la hora de evaluar los resultados, tanto dentro de las mismas patologías estudiadas como de las tareas motoras evaluadas, haciendo que sea difícil poder comparar y escoger qué tipo de intervención es mejor según la alteración motora y/o neurológica que presenten los pacientes. Existe un cierto consenso sobre el efecto de los montajes de los electrodos; la aplicación del ánodo en el cerebelo aumenta la CBI (Galea et al., 2009) y en el cátodo la disminuye, indicando que la tDCS cerebelosa puede modular la excitabilidad del cerebelo de una manera específica, cambiando la polaridad de la membrana y, por lo tanto, su umbral de activación (van Dun et al., 2017). Aún así, la literatura ha observado otros efectos diferentes cuando se ha aplicado la ctDCS dado que la orientación de las neuronas en diferentes áreas varía con relación al campo eléctrico aplicado (Grimaldi et al., 2016). Además, la amplia variedad de montajes de estimulación, tiempo de intervención, tamaño de electrodos y parámetros aplicados hace que estos efectos puedan variar todavía más y reafirmar la inconsistencia de los resultados.

Otros factores limitantes de este estudio han sido que la revisión de todos los artículos hasta llegar a los 16 incluidos, ha sido realizada por una única evaluadora, arrojando sesgo de selección en todo el proceso sistematizado ya que no se han incorporado dos revisores independientes que ayuden a la evaluación de los resultados encontrados y a resolver cualquier desacuerdo que hubiera ante la exclusión de algún estudio. Tampoco se ha incluido literatura gris haciendo posible que aumente el sesgo de publicación (Ganann, Ciliska, & Thomas, 2010). Limitar la búsqueda por años, bases de datos, idioma y acelerar el proceso de extracción de datos puede llevar a perder información relevante (Ganann et al., 2010) así como también introducir diferentes sesgos debido a la reducción

de los plazos para la búsqueda de literatura, la recuperación de los artículos y su posterior evaluación.

Estos aspectos limitan la validez y la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos en esta revisión.

6. Conclusiones

La ctDCS es una técnica interesante para modular la excitabilidad cerebelosa y que puede influir en los cambios neuroplásticos que se pueden observar en otras partes del sistema nervioso central debido a su conectividad funcional y anatómica (Ashida et al., 2018; Buckner, 2013; Roostaei et al., 2014). La estimulación del cerebelo nos puede servir como ayuda terapéutica en el ámbito de la neurorrehabilitación (Miterko et al., 2019). Sin embargo, sigue siendo necesario realizar más investigaciones que aclaren los mecanismos fisiológicos subyacentes, el impacto específico de los diferentes montajes y parámetros sobre la actividad cerebelosa y su conectividad con el cerebro.

Se necesitarían estudios futuros que incluyeran tamaños de muestra más grandes que evalúen los posibles beneficios de la ctDCS para poder determinar si podría constituirse como una herramienta de tratamiento válida en el ámbito de las alteraciones motoras en el campo de la neurorrehabilitación.

Debido al número limitado de estudios disponibles hasta ahora, las conclusiones sobre su efectividad son prematuras.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ashida, R., Cerminara, N. L., Brooks, J., & Apps, R. (2018). Principles of organization of the human cerebellum: macro- and microanatomy. In *Handbook of Clinical Neurology* (1st ed., Vol. 154). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00003-5>
- Baharlouei, H., Saba, M. A., Shaterzadeh Yazdi, M. J., & Jaberzadeh, S. (2020). The effect of transcranial direct current stimulation on balance in healthy young and older adults: A systematic review of the literature. *Neurophysiologie Clinique*, *50*(2), 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.01.006>
- Bao, S., Khan, A., Song, R., & Kai-yu Tong, R. (2020). Rewiring the Lesioned Brain: Electrical Stimulation for Post-Stroke Motor Restoration. *Journal of Stroke*, *22*(1), 47–63. <https://doi.org/10.5853/jos.2019.03027>
- Behrangrad, S. (2021). The effect of a single-session of non-invasive brain stimulation on balance in healthy individuals: A systematic review and best evidence synthesis. *Brain Connectivity*, brain.2020.0872. <https://doi.org/10.1089/brain.2020.0872>
- Benussi, A., Cantoni, V., Manes, M., Libri, I., Dell’Era, V., Datta, A., ... Borroni, B. (2021). Motor and cognitive outcomes of cerebello-spinal stimulation in neurodegenerative ataxia. *Brain*, (2021). <https://doi.org/10.1093/brain/awab157>
- Benussi, A., Dell’Era, V., Cantoni, V., Bonetta, E., Grasso, R., Manenti, R., ... Borroni, B. (2018). Cerebello-spinal tDCS in ataxia A randomized, double-blind, sham-controlled, crossover trial. *Neurology*, *91*(12), E1090–E1101. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000006210>
- Benussi, A., Dell’Era, V., Cotelli, M. S., Turla, M., Casali, C., Padovani, A., & Borroni, B. (2017). Long term clinical and neurophysiological effects of cerebellar transcranial direct current stimulation in patients with neurodegenerative ataxia. *Brain Stimulation*, *10*(2), 242–250. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.11.001>
- Bocci, T., Baloscio, D., Ferrucci, R., Sartucci, F., & Priori, A. (2020). Cerebellar Direct Current Stimulation (ctDCS) in the Treatment of Huntington’s Disease: A Pilot Study and a Short Review of the Literature. *Frontiers in Neurology*, *11*(December), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.614717>
- Buckner, R. L. (2013). The cerebellum and cognitive function: 25 years of insight from anatomy and neuroimaging. *Neuron*, *80*(3), 807–815. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.044>

- Caligiore, D., Pezzulo, G., Baldassarre, G., Bostan, A. C., Strick, P. L., Doya, K., ...
Herreros, I. (2017). Consensus Paper: Towards a Systems-Level View of Cerebellar
Function: the Interplay Between Cerebellum, Basal Ganglia, and Cortex. *Cerebellum*,
16(1), 203–229. <https://doi.org/10.1007/s12311-016-0763-3>
- de Albuquerque, L. L., Pantovic, M., Clingo, M., Fischer, K., Jalene, S., Landers, M., ...
Poston, B. (2020). An acute application of cerebellar transcranial direct current
stimulation does not improve motor performance in Parkinson's disease. *Brain
Sciences*, 10(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/brainsci10100735>
- de Moura, M. C. D. S., Hazime, F. A., Marotti Aparicio, L. V., Grecco, L. A. C., Brunoni, A. R.,
& Hasue, R. H. (2019). Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on
balance improvement: a systematic review and meta-analysis. *Somatosensory & Motor
Research*, 36(2), 122–135. <https://doi.org/10.1080/08990220.2019.1624517>
- Escala PEDro*. (n.d.). Retrieved from <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
- Ferrucci, R., Bocci, T., Cortese, F., Ruggiero, F., & Priori, A. (2018). Noninvasive Cerebellar
Stimulation as a Complement Tool to Pharmacotherapy. *Current Neuropharmacology*,
17(1), 14–20. <https://doi.org/10.2174/1570159X15666171114142422>
- Ferrucci, R., Cortese, F., & Priori, A. (2015, February 1). Cerebellar tDCS: How to Do It.
Cerebellum, Vol. 14, pp. 27–30. <https://doi.org/10.1007/s12311-014-0599-7>
- França, C., de Andrade, D. C., Teixeira, M. J., Galhardoni, R., Silva, V., Barbosa, E. R., &
Cury, R. G. (2017). Effects of cerebellar neuromodulation in movement disorders: A
systematic review. *Brain Stimulation*, 11(2), 249–260.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.11.015>
- Galea, J. M., Jayaram, G., Ajagbe, L., & Celnik, P. (2009). Modulation of Cerebellar
Excitability by Polarity-Specific Noninvasive Direct Current Stimulation. *Journal of
Neuroscience*, 29(28), 9115–9122. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2184-09.2009>
- Ganann, R., Ciliska, D., & Thomas, H. (2010). Expediting systematic reviews: Methods and
implications of rapid reviews. *Implementation Science*, 5(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-56>
- Grecco, L. A. C., Oliveira, C. S., Duarte, N. de A. C., Lima, V. L. C. C., Zanon, N., & Fregni,
F. (2017). Cerebellar transcranial direct current stimulation in children with ataxic
cerebral palsy: A sham-controlled, crossover, pilot study. *Developmental
Neurorehabilitation*, 20(3), 142–148. <https://doi.org/10.3109/17518423.2016.1139639>
- Grimaldi, G., Argyropoulos, G. P., Bastian, A., Cortes, M., Davis, N. J., Edwards, D. J., ...

- Celnik, P. (2016). Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation (ctDCS): A Novel Approach to Understanding Cerebellar Function in Health and Disease. *Neuroscientist*, 22(1), 83–97. <https://doi.org/10.1177/1073858414559409>
- Hulst, T., John, L., Küper, M., Van Der Geest, J. N., Göricke, S. L., Donchin, O., & Timmann, D. (2017). Cerebellar patients do not benefit from cerebellar or M1 transcranial direct current stimulation during force-field reaching adaptation. *Journal of Neurophysiology*, 118(2), 732–748. <https://doi.org/10.1152/jn.00808.2016>
- John, L., Küper, M., Hulst, T., Timmann, D., & Hermsdörfer, J. (2017). Effects of transcranial direct current stimulation on grip force control in patients with cerebellar degeneration. *Cerebellum and Ataxias*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40673-017-0072-8>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>
- Mállly, J., Stone, T. W., Sinkó, G., Geisz, N., & Dinya, E. (2018). Long term follow-up study of non-invasive brain stimulation (NBS) (rTMS and tDCS) in Parkinson's disease (PD). Strong age-dependency in the effect of NBS. *Brain Research Bulletin*, 142(March), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2018.06.014>
- Manto, M., Bower, J. M., Conforto, A. B., Delgado-García, J. M., da Guarda, S. N. F., Gerwig, M., ... Timmann, D. (2012). Consensus Paper: Roles of the Cerebellum in Motor Control—The Diversity of Ideas on Cerebellar Involvement in Movement. *The Cerebellum*, 11(2), 457–487. <https://doi.org/10.1007/s12311-011-0331-9>
- Miterko, L. N., Baker, K. B., Beckinghausen, J., Bradnam, L. V., Cheng, M. Y., Cooperrider, J., ... Sillitoe, R. V. (2019). Consensus Paper: Experimental Neurostimulation of the Cerebellum. *Cerebellum*, 18(6), 1064–1097. <https://doi.org/10.1007/s12311-019-01041-5>
- Mohammadi, R., Mahmoudi, Z., & Mahmoodian, N. (2021). Effects of cerebellar transcranial direct current stimulation (TdcS) on timed up and go test with foot placement in chronic stroke patients. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.5812/mejrh.106180>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moseley, A. M., Herbert, R. D., Sherrington, C., & Maher, C. G. (2002). Evidence for

physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Australian Journal of Physiotherapy*, 48(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60281-6)

Nguemeni, C., Homola, G. A., Nakchbandi, L., Pham, M., Volkmann, J., & Zeller, D. (2020). A Single Session of Anodal Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation Does Not Induce Facilitation of Locomotor Consolidation in Patients With Multiple Sclerosis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14(October), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.588671>

Orrù, G., Cesari, V., Conversano, C., & Gemignani, A. (2021). The clinical application of transcranial direct current stimulation in patients with cerebellar ataxia: a systematic review. *International Journal of Neuroscience*, 131(7), 681–688. <https://doi.org/10.1080/00207454.2020.1750399>

Oveisgharan, S., Karimi, Z., Abdi, S., & Sikaroodi, H. (2019). The use of brain stimulation in the rehabilitation of walking disability in patients with multiple sclerosis: A randomized double-blind clinical trial study. *Iranian Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.18502/ijnl.v18i2.1289>

Picelli, A., Brugnera, A., Filippetti, M., Mattiuz, N., Chemello, E., Modenese, A., ... Smania, N. (2019). Effects of two different protocols of cerebellar transcranial direct current stimulation combined with transcutaneous spinal direct current stimulation on robot-assisted gait training in patients with chronic supratentorial stroke: A single blind, randomi. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 37(2), 97–107. <https://doi.org/10.3233/RNN-180895>

Picelli, A., Chemello, E., Castellazzi, P., Filippetti, M., Brugnera, A., Gandolfi, M., ... Smania, N. (2018). Combined effects of cerebellar transcranial direct current stimulation and transcutaneous spinal direct current stimulation on robot-assisted gait training in patients with chronic brain stroke: A pilot, single blind, randomized controlled trial. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 36(2), 161–171. <https://doi.org/10.3233/RNN-170784>

Rezaee, Z., & Dutta, A. (2020). Lobule-Specific Dosage Considerations for Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation During Healthy Aging: A Computational Modeling Study Using Age-Specific Magnetic Resonance Imaging Templates. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 23(3), 341–365. <https://doi.org/10.1111/ner.13098>

Rezaee, Z., Kaura, S., Solanki, D., Dash, A., Padma Srivastava, M. V., Lahiri, U., & Dutta, A.

- (2020). Deep cerebellar transcranial direct current stimulation of the dentate nucleus to facilitate standing balance in chronic stroke survivors—a pilot study. *Brain Sciences*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/brainsci10020094>
- Roostaei, T., Nazeri, A., Sahraian, M. A., & Minagar, A. (2014). The human cerebellum: A review of physiologic neuroanatomy. *Neurologic Clinics*, *32*(4), 859–869. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2014.07.013>
- Sánchez-Kuhn, A., Pérez-Fernández, C., Cánovas, R., Flores, P., & Sánchez-Santed, F. (2017). Transcranial direct current stimulation as a motor neurorehabilitation tool: An empirical review. *BioMedical Engineering Online*, *16*(Suppl 1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0361-8>
- Schmahmann, J. (1998). The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*, *121*(4), 561–579. <https://doi.org/10.1093/brain/121.4.561>
- Thair, H., Holloway, A. L., Newport, R., & Smith, A. D. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner’s Guide for Design and Implementation. *Frontiers in Neuroscience*, *11*(NOV), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00641>
- Ugawa, Y., Uesaka, Y., Terao, Y., Hanajima, R., & Kanazawa, I. (1995). Magnetic stimulation over the cerebellum in humans. *Annals of Neurology*, *37*(6), 703–713. <https://doi.org/10.1002/ana.410370603>
- van Dun, K., Bodranghien, F. C. A. A., Mariën, P., & Manto, M. U. (2016). TDCS of the cerebellum: Where do we stand in 2016? Technical issues and critical review of the literature. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*(MAY2016). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00199>
- van Dun, K., Bodranghien, F., Manto, M., & Mariën, P. (2017). Targeting the Cerebellum by Noninvasive Neurostimulation: a Review. *Cerebellum*, *16*(3), 695–741. <https://doi.org/10.1007/s12311-016-0840-7>
- Verhagen, A. P., de Vet, H. C. W., de Bie, R. A., Kessels, A. G. H., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi List. *Journal of Clinical Epidemiology*, *51*(12), 1235–1241. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00131-0](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00131-0)
- Voogd, J., & Glickstein, M. (1998). The anatomy of the cerebellum. *Trends in Cognitive Sciences*, *2*(9), 307–313. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01210-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01210-8)
- Workman, C. D., Fietsam, A. C., Uc, E. Y., & Rudroff, T. (2020). Cerebellar transcranial direct current stimulation in people with parkinson’s disease: A pilot study. *Brain Sciences*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/brainsci10020096>

- Workman, C. D., Kamholz, J., & Rudroff, T. (2019). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) to Improve Gait in Multiple Sclerosis: A Timing Window Comparison. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00420>
- Yosefi, M. H., Yagedi, Z., Ahmadizadeh, Z., & Ehsani, F. (2017). Effect of transcranial direct current stimulation on learning and motor skill in healthy older adults: A systematic review. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, Vol. 26, pp. 229–239. Retrieved from <http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-9667-en.html>
- Zandvliet, S. B., Meskers, C. G. M., Kwakkel, G., & van Wegen, E. E. H. (2018). Short-Term Effects of Cerebellar tDCS on Standing Balance Performance in Patients with Chronic Stroke and Healthy Age-Matched Elderly. *Cerebellum*, 17(5), 575–589. <https://doi.org/10.1007/s12311-018-0939-0>