



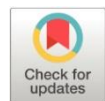


## Estimulación transcraneal en pacientes con Enfermedad de Parkinson: Una revisión sistemática

### *Transcranial stimulation in patients with Parkinson's disease: A systematic review*

- 1 Johannes Alejandro Hernández-Amaguaya.  <https://orcid.org/0000-0001-7016-8499>  
MsC. En Fisioterapia del sistema Musculo-esquelético. Especialidad en terapia manual ortopédica. Lic. en ciencias de la Salud en Terapia Física y Deportiva. Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador  
[johannes.hernandez@unach.edu.ec](mailto:johannes.hernandez@unach.edu.ec)
- 2 María Eugenia Dillon Cacuangó.  <https://orcid.org/0009-0008-1573-2120>  
Estudiante de la carrera de Fisioterapia, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[maria.dillon@unach.edu.ec](mailto:maria.dillon@unach.edu.ec)
- 3 Mayra Alejandra Pérez Paredes.  <https://orcid.org/0009-0006-0244-5531>  
Estudiante de la carrera de Fisioterapia, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[mayra.perez@unach.edu.ec](mailto:mayra.perez@unach.edu.ec)
- 4 Angelica Paulina Taco Sangucho.  <https://orcid.org/0009-0002-0129-6088>  
Estudiante de la carrera de Fisioterapia, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[angelica.taco@unach.edu.ec](mailto:angelica.taco@unach.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 27/10/2023

Revisado: 24/11/2023

Aceptado: 15/12/2023

Publicado: 28/12/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i4.3.2814>

Cítese:

Hernández-Amaguaya, J. A., Dillon Cacuangó, M. E., Pérez Paredes, M. A., & Taco Sangucho, A. P. (2023). Estimulación transcraneal en pacientes con Enfermedad de Parkinson: Una revisión sistemática. *Anatomía Digital*, 6(4.3), 425-442. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i4.3.2814>



**ANATOMÍA DIGITAL**, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

Enfermedad de Parkinson,  
Estimulación transcraneal de corriente continua,  
Función motora,  
Función cognitiva.

**Keywords:**

Parkinson's disease,  
Transcranial direct current stimulation,  
Motor function,  
Cognitive function.

**Resumen**

**Introducción.** La Enfermedad de Parkinson es neurodegenerativa, ya que afecta principalmente a personas mayores de 50 años, caracterizada por la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra, lo que provoca síntomas motores y cognitivos. **Objetivo.** Esta revisión se centró en analizar los efectos de la estimulación eléctrica transcraneal en pacientes con enfermedad de Parkinson. **Metodología.** La metodología del estudio fue de tipo descriptivo con un enfoque cualitativo y siguiendo la guía la guía The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis. Así se incluyeron seis investigaciones con pacientes en diversas etapas de la EP, utilizando protocolos variados de estimulación eléctrica transcraneal. Los pacientes recibieron estimulación eléctrica transcraneal en áreas específicas del cerebro, y en algunos casos, se combinó con ejercicios físicos y cognitivos. **Resultados.** Los resultados obtenidos en estos estudios demostraron mejoras significativas en la velocidad de la marcha, la longitud del paso y la función cognitiva en algunos casos. Estas mejoras fueron más prominentes cuando se aplicó la estimulación transcraneal con corriente directa en combinación con ejercicios físicos y cognitivos. **Conclusión.** Sin embargo, es importante destacar que la ubicación exacta de los electrodos y la intensidad de la estimulación variaron entre los diferentes estudios, lo que sugiere una cierta heterogeneidad en los enfoques utilizados. **Área de estudio general:** Fisioterapia. **Área de estudio específica:** Neurológica. **Tipo de estudio:** Revisión sistemática.

**Abstract**

**Introduction.** Parkinson's disease is a neurodegenerative condition that primarily affects individuals over 50 years of age. It is characterized by the loss of dopaminergic neurons in the substantia nigra, leading to motor and cognitive symptoms. **Objective.** This review focused on analyzing the effects of transcranial direct current stimulation in patients with Parkinson's disease. **Methodology.** The study employed a descriptive methodology with a qualitative approach, following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines. Six investigations involving patients at various stages of Parkinson's disease were included, and they utilized different

---

Transcranial electrical stimulation protocols. Patients received transcranial direct current stimulation in specific brain areas, sometimes combined with physical and cognitive exercises. **Results.** The results obtained in these studies demonstrated significant improvements in gait speed, step length, and cognitive function in some cases. These improvements were more pronounced when transcranial direct current stimulation was applied in combination with physical and cognitive exercises. **Conclusion.** However, it's worth noting that the exact electrode placement and stimulation intensity varied among the different studies, indicating some heterogeneity in the approaches used. **General study area:** Physiotherapy. **Specific area of study:** Neurological. **Type of study:** Systematic review.

---

## Introducción

La enfermedad de Parkinson (EP) es una patología neurodegenerativa, que afecta a las personas mayores de 50 años y en mayor proporción, al sexo masculino. La EP se caracteriza por la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra, dando lugar a la formación de cuerpos de Lewis responsables de las alteraciones cognitivas y motoras en el paciente (1,2). Por otro lado, las fluctuaciones rítmicas de los potenciales postsinápticos en el cerebro también están implicadas en la patogenia de la enfermedad. Estas fluctuaciones es lo que se conoce como oscilaciones u ondas cerebrales (3,4). Las oscilaciones Beta y Gamma toman vital importancia, por un lado, las primeras se relacionan con estados de alerta y las segundas con estados de vigilia. Así pues, en la EP las ondas Beta aumentan antes del movimiento y se mantienen elevadas durante la realización de la tarea, mientras que la actividad de las oscilaciones Gamma disminuye, dando lugar al deterioro del acoplamiento y la conmutación del movimiento (5,6).

La EP es idiopática, sin embargo, investigaciones previas mencionan que está relacionada a la edad, factores genéticos y ambientales como el uso de pesticidas, consumo de alcohol y tabaco (5). La tríada clínica que apoya el diagnóstico de la EP es la lentitud en el movimiento (bradiquinesia), temblor en reposo y rigidez, además de otros síntomas no motores. Las alteraciones motoras producen incapacidad en la realización de las actividades de la vida diaria, cambios en la postura y alteración progresiva de la marcha (7,8).

Epidemiológicamente la EP es considerada como la segunda enfermedad neurodegenerativa más común a nivel mundial, con una incidencia de más de 6 millones de personas y con una prevalencia del 2,5 veces en los últimos 30 años, convirtiéndola en una de las enfermedades que producen mayor discapacidad neurológica a nivel mundial (9,10). Sin embargo, en base a estudios realizados se ha demostrado que existe mayor incidencia de la enfermedad en personas que habitan el área rural, así mismo se observa mayor prevalencia en países desarrollados como Estados Unidos y algunos países de Europa a diferencia de países de Asia, Latinoamérica y África (11). En un estudio realizado en el Ecuador, en la provincia de Manabí, encuestaron a 116,938 habitantes mayores de 40 años de edad, dando como resultado una prevalencia de 243 casos de la enfermedad por cada 100.000 habitantes, siendo mayor en hombres que en mujeres (12).

Es importante señalar que hasta la actualidad, no existe un tratamiento disponible para retardar o detener el proceso neurodegenerativo de la enfermedad, sin embargo, se han desarrollado métodos y técnicas vanguardistas para abordar las alteraciones motoras producidas por la EP (13,14). Una de estas alternativas, es la estimulación eléctrica transcraneal (tDCS por sus siglas en inglés), que a través de la aplicación de corriente alterna, se induce un flujo eléctrico rítmico que se usa para controlar las oscilaciones neuronales, con la finalidad de producir cambios neuroplásticos, funcionales y duraderos, en la actividad motora del paciente (5,15). El objetivo de esta revisión es analizar los efectos de la estimulación transcraneal en pacientes con enfermedad de Parkinson.

## Metodología

### *Materiales y métodos*

Esta investigación es una revisión sistemática con características descriptivas y un enfoque cualitativo, además siguió los parámetros establecidos en la guía *The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)*.

### *Estrategias de búsqueda*

La búsqueda se realizó en las bases de datos: *Medline (PubMed)*, *Scopus*, *PEdro*, con las + palabras clave: “*transcranial stimulation*”, “*parkinson's*”, “*parkinson's disease*”, “*transcranial direct current stimulation*” and *parkinson's disease* y utilizando los conectores boléanos: “AND” y “OR”. Para todo esto se obtuvo la ecuación: “*transcranial stimulation*” AND “*parkinson's disease*” (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estrategias de Búsqueda por bases de datos.

Base de datos	Búsqueda	Resultados
Medline	“transcranial stimulation” AND “parkinson's disease”	22
Medline	“transcranial stimulation” AND parkinson's	25
Scopus	“transcranial stimulation” AND “parkinson's disease”	12
PEDro	“transcranial stimulation” AND “parkinson's disease”	15
	Total	74

*Criterios inclusión*

Los criterios de selección de los estudios fueron: ensayos clínicos aleatorizados (ECA), publicados en inglés o español a partir del año 2018 al año 2023, en los que utilizaron la estimulación transcraneal de corriente directa en personas con EP, con combinación de otras técnicas o tratamientos para la enfermedad.

*Criterios de exclusión*

Se utilizaron los siguientes criterios de exclusión: si los estudios no cumplían con una puntuación de 6 o mayor a 6 según la escala de PEDro, si las dos variables no se estudiaban juntas, estudios de años anteriores al año 2018.

*Evaluación de la calidad metodológica*

Para evaluación de la calidad del estudio, se utilizó la escala PEDro, que posee 11 preguntas dicotómicas (Si =1, y NO=0) relacionadas a criterios como asignación a grupos, cegamiento, medidas de evaluación, resultados, comparación entre grupos, que hace un ECA tenga mayor calidad metodológica. La puntuación final es de 10, ya que, el primer ítem hace alusión a una validación externa. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Resultados por estudios según la escala de PEDro.

Estudio	Criterios											Puntuación.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
(Yotnuengnit et al.,2018). (16).	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	9/10
(Wong et al., 2022). (17)	Si	Si	Si	Si	No	Si	si	Si	No	Si	Si	8/10
(Na et., 2022). (18)	Si	SI	SI	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	8/10
(Conceicao et al., 2021). (19)	Si	Si	Si	Si	no	No	Si	No	Si	No	Si	7/10
(Dagan et al.,2018). (20)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	7/10
(Del Felice et al., 2019).(21)	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	9/10

**Resultados.**

La búsqueda de los estudios en las bases de datos dio como resultado 74 artículos y después del proceso metodológico de acuerdo con el diagrama de flujo PRISMA (Fig. 1) y de descartar investigaciones de acuerdo con los criterios de exclusión planteados. Finalmente se seleccionaron 6 estudios para análisis en esta revisión. Para la extracción de datos se han considerado las siguientes variables: autores, fecha de publicación, número de participantes, edad, sexo, etapa de la enfermedad, discapacidad, uso de medicación, intervención y resultados (Tabla 3).

*Electroestimulación transcraneal combinada con fisioterapia o ejercicio.*

Yotnuengnit et al.(16). En una población de 60 pacientes, con una edad promedio de 65 años, en una etapa 2 o 3 de la EP, con alteración en la marcha, fueron asignados a tres grupos, el grupo 1 fue tratado con estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS), fue tratado con ánodo, el grupo 2 se combinó la corriente (tDCS) anódica seguido de 30 minutos de ejercicio y el tercer grupo fue grupo de control, las sesiones fueron de 30 minutos de duración con un total de 6 sesiones durante 2 semanas, se aplicó una corriente continua de 2mA para el grupo 1 y 2, para el grupo 3 la tDCS fue simulada se inició con 2mA y se disminuyó gradualmente hasta llegar a 0mA en un minuto, el electrodo anódico se colocó en la corteza motora de las extremidades inferiores y el electro catódico fue colocado en el área suborbital de la frente, al grupo 2 y 3 se aplicó ejercicios de flexibilidad, fortalecimiento de músculos, entrenamiento de equilibrio y marcha la sesión duraba 30 minutos. Después de la intervención no se observó una diferencia significativa entre los 3 grupos, pero si se observó una diferencia en el aumento en la longitud del paso y la velocidad de la marcha desde antes de iniciar el ensayo y posterior al mismo en mayor medida en el grupo 3 (16).

En un estudio realizado por Wong et al., 2022(17), con 36 pacientes, en una etapa de la EP de 1 a 3, se midió la actividad cortical y el rendimiento de la marcha; a los participantes se los dividió en 4 grupos, colocándoles tDCS con una intensidad de 2mA por 20 minutos. El grupo 1 el ánodo se colocó sobre la corteza primaria del hemisferio dominante, y el cátodo se colocó sobre el contralateral cresta supraorbitaria, el grupo 2 el ánodo se colocó sobre la corteza prefrontal lateral dorsal del hemisferio dominante y el cátodo sobre la cresta supraorbitaria contralateral, el grupo 3 el ánodo se colocó a 1cm debajo u 2 cm lateral al anión sobre el hemisferio dominante y el catión se colocó sobre la cresta supraorbitaria contralateral, en el grupo 4 los electrodos se colocaron de la misma manera que el grupo1 pero la corriente solo duró 60 segundos. En datos iniciales no se encontró diferencias significativas sin embargo al realizar las pruebas de marcha en doble tarea se observó una mejora significativa en el grupo 2 en donde se observó mejores beneficios sobre la marcha de doble tarea y modulación cortical (17).

Na et. (2022) en su estudio con 24 pacientes, dividió en dos grupo, uno real y uno simulado, en el grupo real se colocó 1 ánodo en la corteza motora primera y 4 cátodos sobre FZ(frontalmente en la línea media),C5 (central en el hemisferio izquierdo),C6 (central en el hemisferio derecho), ( región central del hemisferio derecho), y PZ (en la línea media zona parietal ), que son zonas específicas que se han determinado para colocar los electrodos, estas zonas son cercanas área de Brodmann, se aplicó una corriente continua con una intensidad de 2mA durante 20 minutos, 10 sesiones, 3 sesiones semanales durante 4 semanas. El grupo real mostró una mejora significativa en la prueba de caminata de 10 m, de la misma manera se observó una mejora en el equilibrio y la realización de las actividades de la vida diaria en el grupo real, mientras que en el grupo de simulación no se observaron cambios (18).

Conceicao et al.(2021) en su estudio cruzado aleatorizado de doble ciego, de 20 personas con EP en etapa 1 a 3, se les proporcionó dos sesiones de 30 minuto en las que se colocó el tDCS anódico sobre la corteza prefrontal, con una intensidad de 2mA durante 20 minutos acompañado de una sesión de ejercicio aeróbico, ejercicios de marcha, ejercicios de cognición, se realizó una sesión por semana, es decir los participantes que formaron parte del grupo uno o grupo real en la primera semana, en la segunda semana fueron parte del grupo simulado, dando como resultado efectos positivos la adición de tDCS en las sesiones de ejercicio aeróbico, mostrando mayor actividad de la corteza prefrontal y se disminuyó el tiempo de paso y tiempo de reacción (19).

Dagan et al.(2018) en su estudio de veinte pacientes con EP y congelación de la marcha se sometió a un estudio, dividiéndolos aleatoriamente en tres grupos el grupo 1, se sometió a Electroestimulación transcraneal con corriente directa multiobjetivo (estimulación de la corteza motora primaria y la corteza prefrontal dorsolateral izquierda), el grupo 2 la corriente fue dirigida a la corteza primaria y el grupo 3 fue un grupo

simulado, para la evaluación de resultados se aplicaron 2 test la prueba de (TUG) y la prueba (FOG), tras la aplicación en el grupo uno hubieron mejores resultados en el rendimiento de TUG  $P < 0.006$ , mientras que en el grupo dos y tres no se observaron cambios significativos. De la misma manera la velocidad de la marcha mejoro con un resultado de  $P < 0.0019$  en el grupo número 1 a diferencia del grupo 2 y 3 en la cual no se observaron cambios en la marcha, en el test de tarea de interferencia de Stroop, de la misma manera se encontró cambios en el número correcto de palabras en la interferencia de Stroop con  $P < 0.016$  a diferencia del grupo 2 con  $P < 0,190$  y grupo 3  $P < 0.759$  Dagan et al., (2018) (20).

Del Felice et al., en el año 2019, en su ensayo cruzado aleatorizado en el cual participaron 20 personas mayores de 69 años, de la misma manera se asignaron dos grupos el de control y el grupo de estudio a los participantes de este grupo se les colocó electroestimulación transcraneal con corriente transversa, con una intensidad de 30Hz, 5 días por semana, durante 2 semanas seguidas de fisioterapia. Se observó mejora el rendimiento cognitivo y motor, mejora en la bradicinesia, así como en la evaluación cognitiva se evidencio cambios según la evolución de Moca, relacionad a la memoria, el lenguaje (21).

**Tabla 3.** Resumen de los resultados.

Estudio	n:	Etapas	Discapacidad.	Medicación	Intervención	Resultados.
(Yotnuengnit et al.,2018). (16)	n:60. F: 33 M: 20 Edad: prom. 65 años. GE: 25 GC: 18.	Hoehn y Yahr Escala: II o III	Marcha: <b>GRUPO 1</b> Pre: LP: 42.28 V: 0.73 Post: LP: 48.41 V: 0.87 P: < 0.001 P: 0.001 <b>GRUPO 2</b> Pre: LP: 42.36 V: 0.67 Post: LP: 46.86 V: 0.78 P: 0.030 P:0.021. <b>GRUPO 3.</b> Pre: LP: 43.83 V: 0.69 Post: LP: 49.21 V: 0.83 P: <0.001 P:<0.001	Consume	G 1: DCS:CC a 2mAx 30 min, en 6 sesiones. G2: TDCS+FT: CC a 2mAx 30 min, en 6 sesiones y ejercicios de F en MMII, marcha x30 min. G 3: TDCS (simulada+ fisio) ejercicios de F en MMII, marcha x30 min.	se observó una diferencia en el aumento en la longitud del paso y la velocidad de la marcha desde antes de iniciar el ensayo y posterior al mismo en mayor medida en el grupo 3.



**Tabla 3.** Resumen de los resultados. (continuación)

Estudio	n:	Etapas	Discapacidad.	Medicación	Intervención	Resultados.
(Wong et al., 2022). (17)	n: 36. F: M: Edad: GE: GC:	Hoehn y Yahr Escala: I a III.	V: G1: pre: 97.48 ± 29.2 post: 107.94 ± 29.6 G2: pre: 78.99 ± 26.3 Post: 98.49 ± 24.9 G3: pre: 70.74 ± 23.2 Post: 87.54 ± 24.6 G4: Pre: 90.01 ± 22.4. Post: 92.77 ± 24.4 P: <0.001 CD: G1: pre: 108.60 ± 12.9 post: 113.32 ± 14.2 G2: pre: 104.87 ± 20.1 Post: 119.18 ± 16.8 G3: pre: 87.24 ± 27.9 Post: 93.33 ± 19.2 G4: Pre 108.41 ± 19.2 Post: 111.20 ± 20.5 P: 0.182 T: p: <0.001	Consue	I: 2 mA. t: 20 min. G1: A+ sobre el M1 del hemisferio dominante el C- sobre el contralateral CS. G2: A+ en DLPFC del hemisferio dominante y el C- se colocó sobre la CS contralateral G3: A+1 cm debajo y 2 cm lateral al inión, C- se colocó sobre el cresta supraorbitaria contralateral G4: igual que G1 pero la corriente duró solo 60 s.	Los grupos 1,2,3 demostraron mejoras significativas en la velocidad de la marcha de doble tarea en comparación con una prueba previa. La prueba post hoc de Tukey mostró que las diferencias en la velocidad de la marcha fueron entre el grupo 2 y 4.

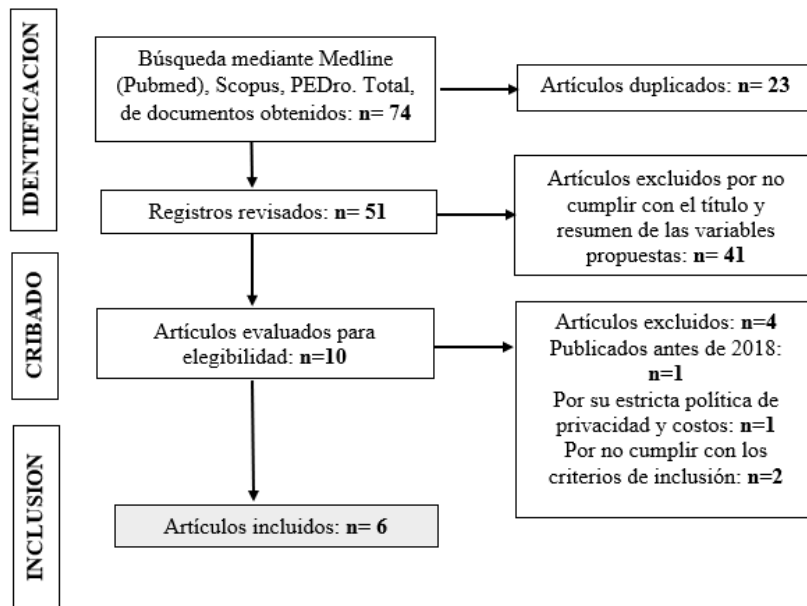
**Tabla 3.** Resumen de los resultados. (continuación)

Estudio	n:	Etapa	Discapacidad.	Medicación	Intervención	Resultados.
(Na et., 2022).(18)	n: 24. Edad: 50-70 GE: 12 F: 8 M: GC:12 F: 7	I a IV Escala de Hoehn y Yahr	GE: V: 10MWT: <b>Pre:</b> 0.14 ± 0.16 <b>Post:</b> 0.24 ± 0.19 RC: TUG: <b>Pre:</b> -1.51 ± 1.90 <b>Post:</b> -2.03 ± 1.86 T0 and T1 (p = 0.017) T0 and T2 (p = 0.002) <b>GC:</b> V: 10MWT: Pre: 0.06 ± 0.30: Post: 0.07 ± 0.26 RC: TUG: Pre: -0.52 ± 2.33 Post: -0.88 ± 1.93 T1 (p = 0,014) y T2 (p = 0,005)	Consume	I:(2 mA) t: 20 min. Ánodos Ubicados alrededor de la CZ. Con un periodo de cinta rodante de 30 minutos.	En el grupo experimental el incremento de 10MWT, fue significativo, mientras que en el grupo de control no hubo cambios significativos. En el grupo experimental se mostró un TUG, disminuido en comparación con el grupo de control.
(Conceicao et al., 2021). (19).	n: 20. Edad: 70 M: 10 F: 10	Etapa I y III en escala de Hoehn y Yahr	Marcha: GE: <b>t:</b> pre (F1,19 = 6,080; P = 0,023) post: (P = 0,044, MER = -0,4) TB: Pre: (F1,19 = 5,105; P = 0,036) Post: (P = 0,063;	Consume	I: 2mA T: 20 min. 2 sesiones.  TDCS anódico sobre la mayoría hemisferio afectado, Se combinaron los grupos 1:1	La TDCS sobre el PFC en una sesión de ejercicio aeróbico produjo efectos positivos inmediatos en la variabilidad de la marcha y el procesamiento. velocidad y control ejecutivo de la marcha en personas con EP.

**Tabla 3.** Resumen de los resultados. (continuación)

Estudio	n:	Etapa	Discapacidad.	Medicación	Intervención	Resultados.
(Dagan et al.,2018). (20)	n: 51 Edad: prom. 62 años. F: 25 M:27		FOG: G1: P=(0.010) G2: P=(0,576) G3: P=(0,858) TUG: G1:p= (0.006) G2: P=(0.227) G3: P=(0,260) V: G1:P=(0,0019) G2: P=(0.804) G3: P=(0,110) STROOP. G1: p=(0,016) G2: P(0,188) G3: p=( 0,190).		3 sesiones de 20 minutos.	Se observaron cambios significativos en las tres pruebas aplicadas en el estudio en el grupo 1 de multiobjetivo.
(Del Felice et al., 2019).(21)	n: 20 Edad:±69 F: 6 M:9	Etapa I y III en escala de Hoehn y Yahr	<b>GE:TACS.</b> BC. Pre: 3 Post: 2,58 p = 0,047) (MoCA): P: 0.0049 <b>GC:RNS</b> BC: Pre: 2,97 Post: 2,24 T2 (p = 0,047) MoCa:p: 0.0046	Consumo	30Hz. t: 5 días x 2 semanas, seguidas de fisioterapia.	El tratamiento en personas con EP puede corregir el exceso. oscilaciones cerebrales rápidas y mejorar la bradicinesia, marcha y funciones cognitivas.

**n:** número de participantes, **F:** femenino; **M:** masculino; prom: promedio; **TDCS:** Estimulación transcraneal de corriente directa; **FT:** fisioterapia; **CC:** corriente continua; **VM:** velocidad de la marcha; **LP:** longitud del paso; **I:** intensidad; **DLPFC:** corteza prefrontal lateral dorsal; **CD:** cadencia. **10MWT:** The 10-m walk test; **TUG:** timed up and go test; **RC:** riesgo de caída, **TB:** tiempo de balanceo. **DLPFC:** Corteza prefrontal dorsolateral oscilante. **FOG:** on freezing of gait (congelación de la marcha). **M1-LL:** la corteza motora primaria de la parte inferior; **SMA:** la corteza motora suplementaria área motora, **RNS:** estimulación de ruido aleatorio; **DGI:** Dynamic Gait Index (índice de marcha dinámica), **BC:** Bradikynesia score. **rTMS:** repetitive transcranial magnetic stimulation; **CS:** Cresta supraorbitaria; **A+:** ánodo; **C-:** cátodo, **CM:** corteza motora y **CPDI:** corteza prefrontal dorsolateral izquierda.



**Figura. 1.** Diagrama de flujo PRISMA para la selección de los artículos.

## Discusión.

El análisis de los estudios sugiere que la aplicación de la estimulación eléctrica transcraneal puede mejorar los signos motores de la enfermedad, pero son resultados heterogéneos por las características de la investigación. Todos los pacientes se sometieron al tratamiento, entre la etapa 1 y 4 de la enfermedad, además de seguir un tratamiento farmacológico al momento de la intervención.

Yotnuengnit et al., 2018 con base en un estudio que incluyó a 60 participantes mayores de 60 años, se empleó la técnica de electroestimulación transcraneal con corriente directa, dividiéndolos en tres grupos. En el primer grupo, se aplicó solo corriente directa; en el segundo, se combinó con fisioterapia, mientras que el tercer grupo recibió únicamente fisioterapia. Los resultados mostraron mejoras en la velocidad de la marcha y la longitud del paso en los tres grupos, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, el grupo tres destacó por tener cambios más notables en los resultados (16).

En un tercer estudio Wong et al., 2022, donde se aplicó corriente directa a dos grupos para evaluar la influencia de la ubicación de la estimulación, no se encontraron diferencias significativas en general entre los grupos. Sin embargo, al examinar la calidad de la marcha, el segundo grupo mostró mejoras notables, especialmente en la prueba de marcha de doble tarea, y se observó un aumento en la modulación cortical (17). En una investigación posterior, realizado por Na et al., 2022. los pacientes se dividieron en dos grupos: uno experimental y otro de control. Se procedió a aplicar corrientes en diversas áreas cercanas al área de Brodmann en el cráneo durante un total de 12 sesiones. En el

grupo experimental, se observaron cambios significativos en la prueba de caminata de 10 minutos, así como mejoras en el equilibrio y la capacidad para llevar a cabo las actividades cotidianas (18).

Mediante un estudio cruzado doble ciego por Conceicao et al., 2021, se llevó a cabo la aplicación de corriente directa junto con la realización de ejercicio aeróbico, ejercicios para mejorar la marcha y ejercicios cognitivos. Los resultados revelaron efectos positivos, que se tradujeron en una mayor actividad en la corteza prefrontal, una reducción en el tiempo de reacción y un aumento en la velocidad de la marcha. Estos hallazgos resaltan la importancia de esta combinación de intervenciones en la mejora de la función cognitiva y motora en el contexto de este estudio (19).

La ubicación precisa de los electrodos se ha destacado como un factor crucial, especialmente cuando se pretende estimular áreas profundas, como aquellas relacionadas con la mejora de la marcha. En los cuatro estudios analizados, se observa que los electrodos se colocaron de manera específica en diferentes regiones del cráneo, aunque existe una coincidencia en puntos clave como la corteza motora primaria y la corteza prefrontal (15–18). En cuanto a la intensidad de la aplicación, la mayoría de los autores concuerdan en utilizar una intensidad de 2mA, y el período de estimulación varía en un rango de 20 a 30 minutos. Sin embargo, no se ha establecido un consenso en cuanto al número de sesiones, ya que este varía en cada estudio, oscilando desde una sola sesión hasta un máximo de 12 sesiones. Este diverso enfoque en la duración de la intervención sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para determinar el protocolo óptimo de estimulación en futuros estudios.

Además de los estudios centrados en los beneficios de la estimulación transcraneal en el rendimiento motor, se han observado cambios significativos a nivel cognitivo en pacientes, según dos investigaciones distintas que involucraron a un total de 20 participantes cada una.

En el estudio realizado por Dagan et al., 2018, se aplicó electroestimulación con corriente directa en la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza motora primaria, lo que resultó en mejoras tanto en la función motora como en la realización exitosa del test psicológico de Stroop (20). En el estudio de Del Felice et al., 2019, se utilizó corriente alterna y se registró una disminución en la bradicinesia, además de mejoras en el lenguaje y la memoria (21). Estos hallazgos subrayan los efectos positivos de la estimulación cerebral en las áreas cognitivas y motoras, aunque es importante destacar que difieren en el tipo de corriente aplicada, lo que sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor estos efectos.

En el análisis sistemático de los efectos de la estimulación transcraneal, se destaca que cinco de los seis estudios incluidos en la revisión utilizaron corriente continua, mientras

que un estudio aplicó corriente alterna. Estos estudios investigaron tanto los cambios motores como los cognitivos experimentados por los pacientes. Esta variabilidad en los tipos de corriente aplicada resalta la diversidad de enfoques utilizados en la investigación de los efectos de la estimulación cerebral y subraya la importancia de considerar los resultados en el contexto de la modalidad de corriente empleada en cada estudio.

### Conclusiones

- A través de nuestra revisión sistemática, hemos identificado un patrón común en los estudios analizados, que revela mejoras significativas después de la aplicación de tratamiento. De los seis artículos examinados, todos destacan mejoras en los síntomas motores de los pacientes, pero no especifican si estas mejoras son a corto o largo plazo. Además, aunque cuatro de ellos coinciden en una intensidad de 2 mA en la corriente aplicada, no existe un consenso en el número de sesiones, lo que resalta la necesidad de realizar más investigaciones para analizar la duración de los efectos a corto, mediano y largo plazo, así como para determinar parámetros precisos en términos de número de sesiones, tiempo de aplicación y la intensidad óptima para hacer que el tratamiento sea clínicamente viable. Estos resultados se complementan con estudios previos que también han encontrado mejoras prometedoras en la marcha y la bradicinesia, aunque con una duración limitada en el tiempo. Sin embargo, las evaluaciones del estado mental, la condición física y la movilidad autoevaluada no mostraron diferencias notables entre el grupo de control y el grupo experimental. A partir de estas observaciones, podemos concluir que la estimulación transcraneal con corriente directa tiene un potencial terapéutico, pero es imperativo establecer parámetros precisos para su aplicación.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses ya que es una revisión sistemática sin necesidad de consentimientos informados

### Declaración de contribución de los autores

Autor 1: Ha contribuido con una búsqueda y revisión exhaustiva de la literatura científica relevante, fundamentos en los criterios de búsqueda aplicados a la investigación, tomando en cuenta estudios clínicos de años recientes. Redacción final del artículo.

Autor 2: Selección y análisis de la bibliografía recopilada mediante la aplicación de escalas que permitan filtrar documentos de alto impacto relacionados con la investigación.

Autor 3: Análisis de resultados, redacción del artículo.

Autor 4: Análisis de resultados, elaboración de tablas de resultados.

En conclusión, la contribución de Johannes Hernández, Maria Eugenia Dillon, Alejandra Pérez y Angélica Taco en este artículo de revisión sistemática ha sido fundamental para el desarrollo y finalización del estudio, permitiéndonos conocer información relevante relacionada al tema y brindar información notable para futuras investigación.

### Referencias Bibliográficas

1. Reichmann H, Csoti I, Koschel J, Lorenzl S, Schrader C, Winkler J, et al. Life style and Parkinson's disease. J Neural Transm Vienna Austria. [Internet]. 29 de agosto de 2015 [ citado 30 de julio del 2023]; septiembre de 2022;129(9):1235-45. Doi: 10.1007/s00702-022-02509-1.
2. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. Lancet Lond Engl [Internet]. 29 de agosto de 2015 [ citado 30 de julio del 2023];386(9996):896-912. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
3. Hurtado F, Cárdenas MAN, Cardenas F, León LA. La Enfermedad de Parkinson: Etiología, Tratamientos y Factores Preventivos. Univ Psychol [Internet]. 18 de mayo de 2017 [citado 7 de julio del 2023];15(5). Disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/18009>
4. Latorre-Barragán F, Alfonso González I, Guzmán-Chango MJ, Chasi-Benavides J. Enfermedad de Parkinson: estrategias terapéuticas disponibles. 10 de enero de 2023 [citado 16 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://zenodo.org/record/7522142>
5. Teo WP, Hendy AM, Goodwill AM, Loftus AM. Transcranial Alternating Current Stimulation: A Potential Modulator for Pathological Oscillations in Parkinson's Disease? Front Neurol [Internet]. 8 de mayo de 2017 [citado 7 de julio del 2023];8:185. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00185>
6. Reich SG, Savitt JM. Parkinson's Disease. Med Clin North Am[Internet]. marzo de 2019[citado 30 del julio de 2023];103(2):337-50. Doi: <https://doi.org/10.31434/rms.v7i2.758>
7. Pullas SLA, Balarezo CXM, Recalde EXD, Sánchez CMJ. Enfermedad de Parkinson. Diagnóstico y tratamiento. L[Internet]. 2022[citado 15 de agosto del 2023];6(2). abr.2022.250-266. DOI: <https://doi.org/10.26820/recimundo/>
8. Martínez-Fernández. R, Gasca-Salas C. C, Sánchez-Ferro Á, Ángel Obeso J. ACTUALIZACIÓN EN LA ENFERMEDAD DE PARKINSON. Rev Médica

- Clínica Las Condes [Internet]. mayo de 2016[citado 15 de agosto del 2023];27(3):363-79. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.06.010>
9. Tysnes OB, Storstein A. Epidemiology of Parkinson's disease. J Neural Transm Vienna Austria 1996 [Internet]. agosto de 2017 [citado 15 de agosto del 2023];124(8):901-5. doi: 10.1007/s00702-017-1686-y.
  10. Cofreces P, Ofman SD, Estay JA, Hermida PD. Enfermedad de Parkinson: una actualización bibliográfica de los aspectos psicosociales. Rev Fac Cienc Médicas Córdoba [Internet]. 6 de junio de 2022[citado 30 de julio del 2023];79(2):181-7. doi: 10.31053/1853.0605.v79.n2.33610
  11. Tolosa E, Garrido A, Scholz SW, Poewe W. Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease. Lancet Neurol [Internet]. mayo de 2021[citado 07 de julio del 2023];20(5):385-97. DOI: 10.1016/S1474-4422(21)00030-2
  12. Lee HJ, Jung DH, Jung YJ, Shin HK, Choi BT. Transcranial alternating current stimulation rescues motor deficits in a mouse model of Parkinson's disease via the production of glial cell line-derived neurotrophic factor. Brain Stimulat [Internet]. mayo de 2022 [citado 15 de agosto del 2023];15(3):645-53. DOI: 10.1016/j.brs.2022.04.002
  13. Beretta VS, Conceição NR, Nóbrega-Sousa P, Orcioli-Silva D, Dantas LKBF, Gobbi LTB, et al. Transcranial direct current stimulation combined with physical or cognitive training in people with Parkinson's disease: a systematic review. J Neuroengineering Rehabil [Internet]. 15 de junio de 2020 [citado 30 de julio del 2023];17(1):74. doi: 10.1186/s12984-020-00701-6.
  14. Elsner B, Kugler J, Pohl M, Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for idiopathic Parkinson's disease. Cochrane Movement Disorders Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 18 de julio de 2016 [citado 12 de septiembre de 2023];2016(7). Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010916.pub2>
  15. Yotnuengnit P, Bhidayasiri R, Donkhan R, Chaluaysrimuang J, Piravej K. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation Plus Physical Therapy on Gait in Patients With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. Am J Phys Med Rehabil [Internet]. enero de 2018;97[citado el 8 de septiembre del 2023](1):7-15. doi: 10.1097/PHM.0000000000000783.
  16. Wong PL, Yang YR, Huang SF, Fuh JL, Chiang HL, Wang RY. Transcranial Direct Current Stimulation on Different Targets to Modulate Cortical Activity and Dual-Task Walking in Individuals With Parkinson's Disease: A Double Blinded



- Randomized Controlled Trial. *Front Aging Neurosci* [Internet]. 7 de febrero de 2022 [citado 30 de agosto del 2023];14:807151. doi: 10.3389/fnagi.2022.807151
17. Na Y, Kim J, Lee SH, Kim J, Lee J, Shin SY, et al. Multichannel Transcranial Direct Current Stimulation Combined With Treadmill Gait Training in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Front Neurol* [Internet]. 16 de marzo de 2022 [citado 01 de septiembre del 2023];13:804206. doi: 10.3389/fneur.2022.804206.
  18. Conceição NR, Gobbi LTB, Nóbrega-Sousa P, Orcioli-Silva D, Beretta VS, Lirani-Silva E, et al. Aerobic Exercise Combined With Transcranial Direct Current Stimulation Over the Prefrontal Cortex in Parkinson Disease: Effects on Cortical Activity, Gait, and Cognition. *Neurorehabil Neural Repair*[Internet]. agosto de 2021[citado el 12 de septiembre del 2023];35(8):717-28. doi: 10.1177/15459683211019344.
  19. Dagan M, Herman T, Harrison R, Zhou J, Giladi N, Ruffini G, et al. Multitarget transcranial direct current stimulation for freezing of gait in Parkinson's disease: Multitarget tDCS for freezing of gait in PD. *Mov Disord*[internet]. abril de 2018[citado el 8 de septiembre del 2023];33(4):642-6. DOI: 10.1002/mds.27300
  20. Del Felice A, Castiglia L, Formaggio E, Cattelan M, Scarpa B, Manganotti P, et al. Personalized transcranial alternating current stimulation (tACS) and physical therapy to treat motor and cognitive symptoms in Parkinson's disease: A randomized cross-over trial. *NeuroImage Clin*[internet]. 2019[citado el 12 de septiembre del 2023];22:101768. doi: 10.1016/j.nicl.2019.101768.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



#### Indexaciones

