Universidad de Valladolid

Universidad de Valladolid
Facultad de Ciencias de la Salud de Soria

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Efectividad de la estimulación transcraneal por corriente directa combinada con ejercicio físico en pacientes con dolor crónico.

Revisión sistemática

Presentado por: Claudia Samitier Andrés

Tutor: Ignacio Hernando Garijo

Soria, a 6 de junio de 2025

RESUMEN

Introducción. El dolor crónico se define como aquel que perdura más allá del proceso de reparación del tejido y se prolonga por un periodo superior a 3 o 6 meses. El ejercicio terapéutico es una de las principales estrategias de tratamiento en el manejo del dolor crónico. La tDCS es una técnica de neuromodulación no invasiva cuya aplicación podría ser interesante como estrategia coadyuvante al ejercicio terapéutico en el abordaje del dolor crónico.

Objetivos. El objetivo de esta revisión fue analizar la efectividad de la tDCS cuando se aplica en combinación con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor crónico.

Metodología. Se realizó una revisión sistemática acorde a los criterios PRISMA. Se realizaron búsquedas en las bases de datos Medline (Pubmed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Cochrane Library y Web of Science (WoS). Se seleccionaron ensayos clínicos aleatorizados que analizaron los efectos de la tDCS junto al ejercicio en la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico, la discapacidad y la capacidad funcional en comparación con ejercicio aislado o combinado con tDCS placebo.

Resultados. Ocho estudios cumplieron los criterios de inclusión. Se observó una mejora en la discapacidad del cuello en pacientes con cefalea cervicogénica. Por otro lado, hubo evidencia contradictoria sobre los efectos adicionales de la tDCS en la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico y la capacidad funcional en pacientes con fibromialgia y dolor lumbar inespecífico crónico.

Conclusiones. La aplicación de tDCS como intervención complementaria al ejercicio terapéutico ha mostrado resultados inconsistentes en variables como la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico y la capacidad funcional en pacientes con dolor crónico. Sin embargo, en subgrupos específicos, como los pacientes con cefalea cervicogénica, se observa una disminución en la discapacidad cervical.

Palabras claves. Estimulación transcraneal por corriente directa, ejercicio terapéutico, dolor crónico, neuromodulación.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

2. JUSTIFICACIÓN 9

3. OBJETIVOS 10

3.1. Objetivo principal 10

3.2. Objetivos secundarios 10

4. METODOLOGÍA 11

4.1. Estrategias de búsqueda 11

4.2. Selección de los artículos 11

4.2.1. Criterios de inclusión 11

4.2.2. Criterios de exclusión 11

4.3. Proceso de selección de datos 11

4.4. Análisis y síntesis de los datos 12

5. RESULTADOS 13

5.1. Calidad metodológica de los estudios 13

5.2. Evaluación de riesgo de sesgo 15

5.3. Características de los estudios. 15

5.4. Efectos terapéuticos 16

5.4.1. Fibromialgia 16

5.4.2. Dolor lumbar inespecífico crónico 17

5.4.3. Cefalea cervicogénica 17

6. DISCUSIÓN 18

7. CONCLUSIONES 21

BIBLIOGRAFÍA 22

ANEXOS 25

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

DLIC: dolor lumbar inespecífico crónico

DLPFC: corteza prefrontal dorsolateral

FIQ: Cuestionario de Impacto de Fibromialgia

FM: fibromialgia

M1: corteza motora primaria

PEDro: *Physiotherapy Evidence Database*

PRISMA: *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

PPT: Umbral de Dolor a la Presión

RoB2: *Risk of bias 2*

SF – 36: Cuestionario de Calidad de Vida

tDCS: estimulación transcraneal por corriente directa

WOS: *Web of Science.*

1. INTRODUCCIÓN

El dolor fue definido por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor como una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada o similar a la asociada con daño tisular real o potencial. La percepción del dolor está condicionada por diversos factores, como psicológicos, sociales y biológicos (1).

El dolor puede clasificarse en base a diferentes criterios, siendo uno de ellos su duración en el tiempo. Puede catalogarse como agudo o crónico. El crónico se define como aquel que perdura más allá del proceso de reparación del tejido y se ha establecido de forma arbitraria los 3 o 6 meses de duración (2).

En España, el dolor crónico afecta a 26,1 millones de personas mayores a 15 años, siendo superior en las mujeres (59,1%) que en los hombres (49,3%). La prevalencia incrementa conforme aumenta la edad (3). Los porcentajes de prevalencia según sexo y edad se muestran en la Figura 1.

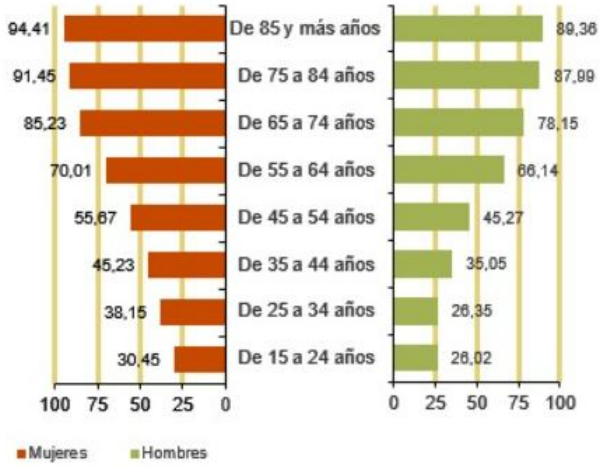


Figura 1. Porcentajes de prevalencia del dolor crónico en España según sexo y edad (3).

Además, las causas más frecuentes de dolor crónico en España son el dolor lumbar (19,7% de la población), seguida de la artrosis (18,2%), el dolor cervical (15,8% de la población) y la migraña (9,5%). Asimismo, la fibromialgia (FM) presenta una prevalencia de en torno a un 2,7% de la población (4).

Al tratarse de una condición crónica, tiene un impacto negativo en la calidad de vida del paciente y puede llegar a ser incapacitante. Provoca repercusiones en múltiples ámbitos, personal, social, laboral y familiar. Se ha observado una alta incidencia de trastornos psicológicos como la ansiedad (27%) y la depresión (22%) entre los pacientes con dolor crónico. También prevalecen los trastornos del sueño, como insomnio o apnea del sueño. Asimismo, la presencia de dolor crónico deriva en consecuencias laborales, ya que el 29% de los afectados requieren bajas laborales, con una media de duración de cinco meses y 32% han tenido que abandonar su puesto de trabajo (4).

El dolor crónico no solo afecta al sistema musculoesquelético, sino que coexiste con diversas alteraciones sistémicas, lo que intensifica su impacto en la salud del paciente. La cronicidad del

dolor se relaciona en ocasiones con procesos de sensibilización central, en el cual el sistema nervioso central amplifica las señales dolorosas. Como consecuencia, se presentan manifestaciones como hiperalgesia, alodinia generalizada y alteraciones en la sensibilidad (5,6). Debido al conjunto de síntomas que acompañan al dolor crónico y a la pérdida de su función protectora frente a estímulos potencialmente dañinos, algunos autores lo consideran una enfermedad en sí misma, a diferencia del dolor agudo (2).

El ejercicio terapéutico es considerado una de las principales estrategias de tratamiento en el manejo del dolor crónico. El principal objetivo de la intervención es interrumpir el círculo vicioso que se establece entre el dolor, los trastornos psicológicos y la inactividad física. Si bien factores como la fatiga persistente, el dolor crónico y el estado psicológico pueden favorecer un estilo de vida sedentario y una disminución de la condición física; la práctica regular de actividad física no solo contribuye a mejorar la capacidad funcional, sino que también reduce el dolor, la discapacidad y otros síntomas asociados al cuadro clínico que acompaña a las patologías crónicas (7,8). Estos beneficios se han observado tanto en enfermedades de etiología conocida, como es el caso de la artritis reumatoide, como en aquellas de causa aún desconocida, como la FM o el dolor axial inespecífico.

El entrenamiento de ejercicio aeróbico y de fortalecimiento ha demostrado ser beneficioso en pacientes con FM, mejorando su condición física a corto y largo plazo, incluso cuando interrumpen temporalmente la práctica del ejercicio (7,8). Asimismo, hay evidencia de que el ejercicio terapéutico (aeróbico, fuerza, flexibilidad o combinado) mejora el dolor y la funcionalidad en personas con dolor cervical o lumbar crónico. En particular, los ejercicios de control motor y fuerza alivian el dolor cervical (9,10), y el ejercicio general reduce el dolor lumbar, siendo más efectivo dentro de un programa multimodal (11).

Uno de los mecanismos por los que el ejercicio podría generar beneficios en pacientes con dolor crónico es la hipoalgesia inducida por el ejercicio, un fenómeno que consiste en una reducción temporal de la percepción del dolor tras la realización de actividad física. Esto se debe a la participación de varios sistemas en su modulación. El ejercicio fomentaría la liberación de endorfinas, que unidas a receptores específicos del sistema nervioso central, son capaces de reducir la percepción del dolor. Asimismo, el ejercicio puede reducir el dolor al aumentar la producción y liberación de los endocannabinoides (12) y activar mecanismos cerebrales inhibitorios, como las vías descendentes y la red dopaminérgica (13,14).

Considerando la evidencia actual, el tratamiento para pacientes con dolor crónico debería centrarse principalmente en un enfoque activo, fundamentado en el ejercicio terapéutico como componente esencial de la intervención. Sin embargo, en pacientes con dolor crónico, la hipoalgesia inducida por el ejercicio suele estar disminuida o incluso ausente. Esta alteración se atribuye a una disfunción persistente en los mecanismos de modulación del dolor, particularmente en las vías descendentes antinociceptivas (15). En contraste, en individuos sanos, este fenómeno sí produce efectos analgésicos significativos, evidenciando una respuesta moduladora del dolor más eficaz ante el ejercicio. Por esta razón, en el contexto del dolor crónico, y ante la limitada respuesta hipoalgésica al ejercicio, se requiere el uso de técnicas complementarias que contribuyen a facilitar o potenciar dicha respuesta (16,17,18).

Una de las terapias con un potencial terapéutico coadyuvante al ejercicio es la estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS). La tDCS es una técnica de neuromodulación no

invasiva que transmite una corriente eléctrica de baja intensidad a zonas concretas de la corteza cerebral a través de electrodos. Los efectos de la tDCS sobre la excitabilidad cortical son dependientes de la polaridad. Las áreas que son estimuladas por el ánodo presentan un aumento de la excitabilidad, mientras que las áreas estimuladas por el cátodo presentan efectos inhibitorios sobre la actividad neuronal. La tDCS tiene un efecto neuromodulador que no llega a desencadenar un potencial de acción neuronal, pero modifica el potencial de reposo de las vías neuronales ubicadas bajo los electrodos (19). La forma de aplicación de la tDCS se muestra en la Figura 2.

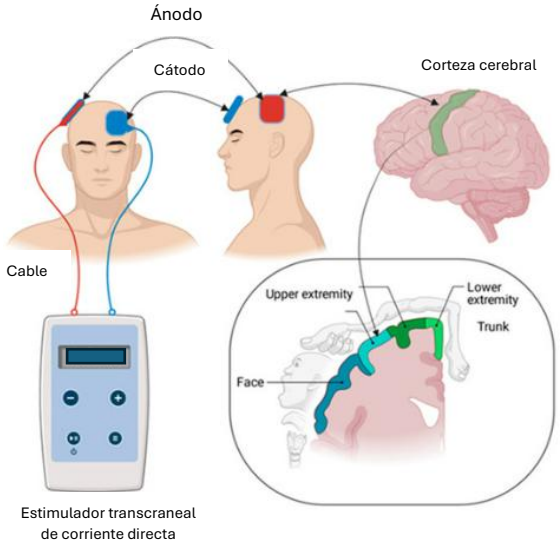


Figura 2. Representación del modo de aplicación de la tDCS (20).

La aplicación de la tDCS en el dolor crónico persigue una estimulación anódica sobre regiones como la corteza motora primaria (M1) o la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), áreas relacionadas con el origen de vías descendentes antinociceptivas, de forma que buscaría facilitar la activación de dichas vías.

Por lo tanto, sería necesario que la tDCS se combine con otras terapias activas, como el ejercicio terapéutico, que por sí mismo tiene la capacidad de activar las vías antinociceptivas descendentes. De esta manera, la tDCS combinada con el ejercicio puede tener un potencial coadyuvante a esta terapia para potenciar los efectos del ejercicio.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el dolor crónico presenta una elevada prevalencia en España, con una mayor afectación en mujeres, alcanzando un 59,1%, y mostrando una tendencia creciente con el aumento de la edad (3). Del mismo modo, repercute negativamente en la calidad de vida del paciente y puede llegar a ser incapacitante, interfiriendo en diversos aspectos de su vida personal, social, laboral y familiar (4).

Debido a sus consecuencias, tanto a corto como a largo plazo, resulta fundamental analizar las distintas opciones terapéuticas que puedan mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir las complicaciones asociadas. Asimismo, la identificación de tratamientos eficaces y sostenibles puede ayudar a reducir la carga asistencial y económica.

Actualmente, el ejercicio terapéutico se reconoce como una de las principales estrategias en el tratamiento del dolor crónico. La práctica de actividad física no solo mejora la capacidad funcional del paciente, sino que también contribuye a reducir el dolor, la discapacidad y otros síntomas asociados a enfermedades crónicas (7,8). No obstante, cuando se aplica de forma aislada, sus efectos pueden resultar limitados en este tipo de pacientes. Por otro lado, la tDCS es una técnica que modula la actividad cerebral, actuando sobre las neuronas de las vías antinociceptivas de manera subumbral. A pesar de su potencial, se ha observado que su efecto sobre el sistema opioide endógeno no es lo suficientemente significativo como para generar un alivio completo de los síntomas por sí sola.

Por todo ello, la combinación de tDCS con ejercicio terapéutico podría ofrecer beneficios adicionales, al potenciar los efectos de ambas intervenciones y compensar las limitaciones observadas cuando se aplican de forma independiente. Hoy en día, existen revisiones sistemáticas y metaanálisis que han evaluado la eficacia de la tDCS en el tratamiento de distintas patologías crónicas, aunque lo hacen de manera aislada (21,22,23). Por este motivo, una revisión centrada en el uso combinado de tDCS y ejercicio terapéutico sería original y relevante, ya que el papel modulador subumbral de la tDCS tiene mayor sentido como tratamiento coadyuvante que como intervención única.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

El objetivo principal de este estudio fue llevar a cabo una revisión sistemática para analizar la efectividad de la tDCS sobre las variables relacionadas con la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico, la discapacidad y la capacidad funcional cuando se aplica en combinación con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor crónico.

3.2. Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios fueron:

- Identificar las formas de estimulación mediante tDCS más empleadas en combinación con el ejercicio en pacientes con dolor crónico.
- Identificar el modo de aplicación de tDCS más efectivo cuando se combina con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor crónico.
- Identificar que subgrupos clínicos de pacientes con dolor crónico pueden beneficiarse del efecto coadyuvante de la tDCS.

4. METODOLOGÍA

4.1. Estrategias de búsqueda

La revisión sistemática se realizó siguiendo los criterios *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (24).

Se hizo una búsqueda bibliográfica durante el mes de febrero de 2025 en las siguientes bases de datos: Pubmed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), Cochrane y *Web of Science (*WoS). Las estrategias de búsqueda que se usaron incluyeron los términos MeSH "transcranial direct current stimulation", "exercise", "chronic pain", "fibromyalgia", "fatigue síndrome, chronic","low back pain", "back pain", "neck pain" unidos con los operadores booleanos AND y OR. La estrategia de búsqueda completa se puede consultar en el Anexo I.

4.2. Selección de los artículos

Para la selección de los artículos se establecieron los criterios de inclusión y exclusión siguiendo la pregunta PICOS (25).

4.2.1. Criterios de inclusión

- Población: pacientes que presenten dolor durante al menos 3 meses de duración.
- Intervención: tDCS combinada con ejercicio terapéutico.
- Comparación: ejercicio terapéutico similar al grupo de intervención aplicado de forma aislada o combinado con tDCS placebo.
- Resultados: estudios que analicen variables relacionadas con la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico, la discapacidad y la capacidad funcional.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados.

4.2.2. Criterios de exclusión

- Estudios que incluían pacientes con dolor en fase aguda o subaguda.
- Estudios en los que no se analizaron los efectos de la adición de tDCS al ejercicio terapéutico.
- Estudios en los que no se especificaban los criterios de selección.
- Estudios que incluían individuos sanos o asintomáticos.

4.3. Proceso de selección de datos

Tras realizar la búsqueda en las cuatro bases de datos mencionadas previamente, se hizo una selección inicial de los artículos por título y resumen. Posteriormente, se filtraron los artículos tras una lectura a texto completo.

Se utilizó la lista de verificación PRISMA para registrar los estudios y recopilar aspectos significativos de los mismos (24).

Se englobó información sobre autor, año, lugar de publicación, tamaño de la muestra, características de los participantes, características de la intervención, variables y herramientas de medición, resultados al finalizar la intervención, y en caso de que hubiera, resultados de seguimiento durante la intervención.

4.4. Análisis y síntesis de los datos

La calidad metodológica de los estudios se evaluó a través de la escala PEDro, la cual está basada en la lista Delphi, desarrollada por Verhagen et al. (26), del departamento de Epidemiologia de la Universidad de Maastricht.

Esta escala consta de 11 ítems, los cuales valoran diversos aspectos cualitativos de los artículos. El primer ítem valora la validez externa y por ello no se tiene en cuenta para la puntuación final. Por lo tanto, la puntuación obtenida es sobre 10 ítems. Una puntuación igual o superior a 9 se considera calidad metodológica "excelente", un resultado entre 6 – 8 es considerado calidad metodológica "buena", una puntuación entre 4 – 5 es considerada calidad metodológica "regular" y una puntuación menor de 3 significa calidad metodológica "mala" (27).

A continuación, se evaluó el riesgo de sesgo de cada estudio por medio de la herramienta Risk of bias 2 (RoB2), desarrollada por el grupo de colaboración de Cochrane, para evaluar la calidad metodológica de los estudios teniendo en cuenta el riesgo de sesgo (28). Se evaluaron cinco criterios:

- D1: Sesgo surgido del proceso de aleatorización.
- D2: Sesgo debido a desviaciones de la intervención prevista.
- D3: Sesgo debido a la falta de datos de resultados.
- D4: Sesgo en la medición del resultado.
- D5: Sesgo en la selección del resultado informado.

Se generaron un gráfico de barras ponderadas y otro gráfico de semáforo a través de la herramienta robvis (*visualization tool*) (29).

5. RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 193 estudios entre todas las bases de datos analizadas (47 en Pubmed, 69 en Cochrane Library, 5 en PEDro, y por último, 72 en Web of Science). Tras aplicar filtros y eliminar los duplicados, se seleccionaron los artículos a través del título y del resumen de cada uno y se obtuvieron 25 artículos aptos para su revisión a texto completo. Finalmente, tras descartar 9 por ser protocolos o estudios piloto y 8 por no cumplir los criterios de inclusión, se seleccionaron un total de 8 estudios para la revisión bibliográfica. El proceso de selección de los estudios se muestra en la Figura 3.

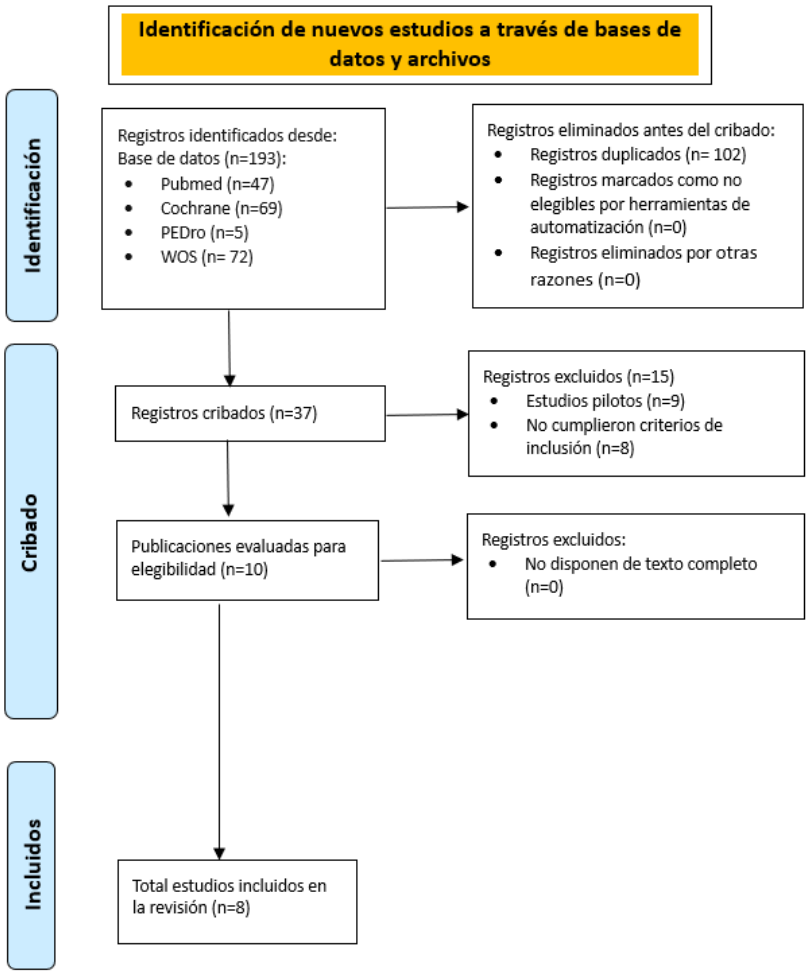


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA 2023 para nuevas revisiones sistemáticas.

5.1. Calidad metodológica de los estudios

Tras pasar la escala PEDro a todos los estudios, cuatro de ellos obtuvieron una calidad metodológica excelente (30,31,36,37) tres calidad metodológica buena (32,33,35) y uno calidad metodológica regular (34).

Todos ellos hicieron una asignación oculta y aleatorizada de los sujetos, presentaron comparaciones estadísticas entre grupos y proporcionaron medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado. Todos los estudios, excepto el que llevaron a cabo Matias et al. (32),

presentaron grupos similares al inicio. Los sujetos y/o los evaluadores fueron cegados en seis de estos artículos, dos estudios no realizaron un cegamiento de sujetos (33,34) y otros dos no realizaron un cegamiento de evaluadores (34,35). La mayoría de los estudios no realizó un adecuado cegamiento de los terapeutas, con excepción de dos estudios (30,31). La calidad metodológica de los estudios incluidos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Puntuación de la escala PEDro de los estudios incluidos.

Referencia	Ítems											Puntuación	Calidad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Arroyo et al.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	10/10	Excelente
Luedtke et al.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	10/10	Excelente
Matias et al.	S	S	S	N	S	N	S	N	N	S	S	6/10	Buena
Mendonca et al.	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	8/10	Buena
Park et al.	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	5/10	Regular
Qanbari et al.	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	S	7/10	Buena
Riberto et al.	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	9/10	Excelente
Sornkaew et al.	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	9/10	Excelente

S= Sí se cumple el criterio; N= No se cumple el criterio.

1. Los criterios de elección fueron específicos.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronostico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron resultados de todos lo sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar".
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

5.2. Evaluación de riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo de cada uno de los estudios se llevó a cabo a través de la herramienta RoB2 (28). El riesgo de sesgo más alto fue debido a desviaciones de la intervención prevista y los más bajos fueron los surgidos por el proceso de aleatorización, por la medición de resultados y por la selección del resultado informado. La Figura 4 muestra el gráfico de barras respecto al riesgo de sesgo dentro de cada dominio. El gráfico de semáforo se puede consultar en el Anexo II.

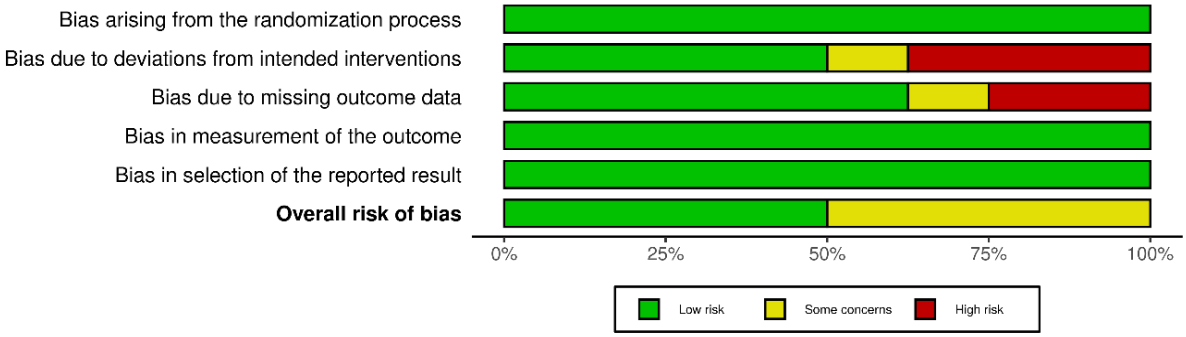


Figura 4. Riesgo de sesgo de los estudios incluidos (28).

5.3. Características de los estudios.

Un total de 456 participantes fueron analizados entre los 8 estudios incluidos en la revisión. Fueron realizados en Europa (30,31,36), América del Sur (32,33) y Asia (34,35,37). Las muestras utilizadas fueron desde los 22 participantes (37) hasta los 135 sujetos (31). No obstante, la mayoría de los estudios manejaron muestras entre los 30 y 50 participantes (32,33,34,35,36,37).

La selección de los sujetos se llevó a cabo principalmente a través de centros de salud, hospitales (30,32,33) o clínicas privadas (31). Cuatro de los estudios incluyeron pacientes diagnosticados con FM (30,32,33,36), tres estudios implicaron sujetos con dolor lumbar inespecífico crónico (DLIC) (31,35,37) y el estudio restante analizó sujetos con cefalea cervicogénica crónica (34).

Todos los estudios analizaron el efecto de la tDCS combinada con el ejercicio terapéutico. La mayoría de los estudios emplearon electrodos de esponja, situaron el ánodo en la M1 izquierda y el cátodo en la zona supraorbitaria contralateral (30,31,32,33,35,36,37), excepto un estudio que utilizó un dispositivo formado por un casco con electrodos integrados y lo colocó también en la M1 (34).

Respecto al tipo de ejercicio terapéutico aplicado, la mayoría realizó un entrenamiento aeróbico (30,31,32,33,36). Además, algunos de ellos incluyeron ejercicios de fortalecimiento muscular (30,31,32,36). Sin embargo, dos estudios llevaron a cabo ejercicios de control motor (34,37) y otro realizó ejercicios sensoriomotores (35).

La duración del tratamiento varió entre estudios, siendo de 2 a 4 semanas en la mayoría (30,31,33,34,35), entre 6 a 8 semanas (32,37) y hasta 4 meses el de mayor duración (36). La mayoría aplicaron las técnicas entre tres y cinco días a la semana (30,31,32,33,35,36) y entorno

a una hora por sesión (30,32,33,34,35,37). Las características de las muestras se pueden observar en el Anexo III.

En relación a las variables de medición, la mayoría de los estudios midieron la intensidad del dolor percibida (30,31,32,33,35,36). Además, cinco midieron la calidad de vida a través de diferentes cuestionarios (30,32,33,36,37). Por otro lado, cuatro estudios evaluaron la discapacidad (31,34,35,37). La capacidad funcional fue valorada únicamente por un estudio (32). Todas las mediciones se hicieron inmediatamente después de finalizar la intervención. Las variables y las herramientas de medición se pueden consultar en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables y herramientas de medición.

VARIABLE	HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN
Dolor	• Escala Visual Analógica (30,31,32,35,36) • Umbral de Dolor a la Presión (32,33,36) • Escala Visual Numérica (33)
Calidad de vida	• Cuestionario de Calidad de Vida SF – 36 (33,36,37) • Cuestionario de Impacto de Fibromialgia (30,32,36) • Cuestionario de Evaluación de la Salud (36)
Estado psicológico	• Cuestionario de Ansiedad (30,33) • Escala de Catastrofismo del Dolor (30) • Cuestionario de Depresión de Beck (30,32,33,36)
Discapacidad	• Índice de Discapacidad de Oswestry (31,35) • Índice de Discapacidad del Cuello (34) • Cuestionario Modificado de Discapacidad de Oswestry (37)
Capacidad funcional	• Prueba de 6’ marcha (32) • Sit and Stand Test (32) • Fuerza muscular con dinamometría isocinética (32)

5.4. Efectos terapéuticos

5.4.1. Fibromialgia

En cuanto a la intensidad del dolor hubo evidencia contradictoria. Mientras que dos estudios mostraron mejoras (33,36), tres estudios no observaron mejoras tras la aplicación de tDCS combinada con ejercicio terapéutico (30,32,36). Asimismo, hubo resultados contradictorios sobre los efectos obtenidos en el umbral de dolor a la presión (PPT). Mientras que un estudio reportó mejoras significativas en comparación con la estimulación placebo (33), otros dos no encontraron diferencias entre los grupos (32, 36).

Respecto a la calidad de vida, los resultados fueron contradictorios cuando se comparó la tDCS real con la tDCS placebo en combinación con ejercicio. Un estudio mostró resultados positivos a favor de la tDCS en el Cuestionario de Impacto de Fibromialgia (FIQ) (36). Sin embargo, otros dos estudios no encontraron diferencias significativas entre los grupos (30,32).

En lo relativo al estado psicológico se observaron discrepancias en los resultados. Un estudio mostró mejoras en la ansiedad (33), mientras que otro no obtuvo diferencias entre el grupo experimental y el grupo placebo (30). Por otro lado, solo un estudio reportó mejoras en los niveles de depresión cuando se aplicó tDCS, en comparación con el grupo que realizó únicamente ejercicio (33), sin embargo, en los otros tres estudios no hubo diferencias entre grupos (30,32,36). No se demostraron mejoras en la escala del catastrofismo (36).

Por último, la capacidad funcional fue evaluada solo en un estudio, el cual no encontró diferencias significativas entre el grupo que recibió tDCS y el grupo que realizó únicamente ejercicio (32).

5.4.2. Dolor lumbar inespecífico crónico

Tres estudios evaluaron los efectos adicionales de la tDCS al ejercicio en pacientes con DLIC. Los resultados no mostraron diferencias entre la tDCS activa y la estimulación placebo en la intensidad del dolor (31, 35, 37), en la calidad de vida (37) ni en la discapacidad (31,35,37).

5.4.3. Cefalea cervicogénica

Se observó una reducción en el nivel de discapacidad del cuello en los pacientes que habían recibido tDCS real respecto a los que habían recibido tDCS placebo en combinación con ejercicio (34).

6. DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática se analizaron los efectos de la tDCS combinada con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor crónico. Los hallazgos obtenidos fueron heterogéneos en relación con variables como a la intensidad del dolor, la calidad de vida, el estado psicológico y la capacidad funcional. No obstante, se observaron mejoras en la discapacidad cervical en pacientes con cefalea cervicogénica tratados con tDCS real en comparación con el tratamiento placebo.

En cuanto al análisis de la calidad metodológica, todos los estudios realizaron una asignación oculta y aleatoria de los sujetos, comparaciones estadísticas entre grupos y reportaron medidas puntuales y de variabilidad. En seis de los ocho estudios hubo cegamiento de los participantes y/o evaluadores, aunque algunos estudios no cumplieron con ambos criterios. Varios estudios aplicaron la tDCS simulada, en la cual, tras un breve incremento inicial de la intensidad, similar al de la tDCS real, se incorporó un período de desvanecimiento gradual de 5-10 segundos y, posteriormente, no se administró corriente durante los 20 minutos restantes de la sesión. No obstante, la efectividad de este cegamiento únicamente se comprobó en un estudio, en el cual preguntaron a los participantes después de cada sesión de estimulación qué tipo de estimulación creían haber recibido (31). A pesar de llevar a cabo el cegamiento de los participantes y los evaluadores, resulta complicado garantizar su éxito debido a que los pacientes que reciben tDCS real pueden sentir hormigueo, picazón en el cuero cabelludo o incluso leve sensación de calor (38). Por otro lado, solo dos estudios realizaron un adecuado cegamiento de terapeutas. En particular, Luedtke et al. (31) utilizaron un sistema de programación mediante códigos de estimulación de cinco dígitos, los cuales estaban previamente asociados al tipo de estimulación (real o placebo). Esta codificación permitía activar la tDCS correspondiente sin revelar al terapeuta cuál era la modalidad aplicada, garantizando así el mantenimiento del cegamiento durante las intervenciones.

En la literatura científica actual, se han publicado múltiples revisiones que han abordado los efectos de la tDCS en sujetos con dolor crónico, tanto como intervención aislada como en combinación con otras modalidades terapéuticas. Algunas de estas revisiones se han centrado específicamente en analizar los efectos de la tDCS como intervención única (39,40), evaluando principalmente la intensidad del dolor, junto con variables secundarias como la funcionalidad, la calidad de vida y el estado psicológico, similares a las analizadas en la presente revisión. El objetivo de dichas revisiones, al igual que en este trabajo, ha sido valorar la eficacia de la tDCS en la reducción de los síntomas asociados al dolor crónico. En cuanto a la localización de la estimulación, la región más frecuentemente utilizada ha sido la M1, coincidiendo con todos los estudios incluidos en esta revisión. No obstante, las revisiones mencionadas también incorporaron estudios que estimularon la DLPFC, área que no fue analizada en ninguno de los estudios incluidos en esta revisión. Cabe destacar que, a diferencia de las revisiones anteriores, el presente trabajo se centró en examinar los efectos de la tDCS combinada con ejercicio terapéutico, considerando esta modalidad como un posible coadyuvante que podría potenciar los beneficios de la estimulación en el tratamiento del dolor crónico.

A diferencia de esas otras propuestas, este trabajo ofrece un enfoque diferente al centrarse en la combinación de la tDCS con el ejercicio terapéutico. Esta opción, apoyada en estudios

recientes, permite no solo ver el efecto neuromodulador que puede tener la tDCS, sino también comprobar cómo puede potenciar los beneficios del ejercicio.

Los estudios que han analizado la tDCS combinada con ejercicio terapéutico en pacientes con FM y DLIC han reportado resultados inconsistentes, especialmente en lo referente a los niveles de intensidad del dolor, la discapacidad y la capacidad funcional, que solo fue abordada por un estudio (32), lo cual limita la posibilidad de establecer conclusiones firmes. Esta falta de efectividad podría estar relacionada con la heterogeneidad de estas patologías, las cuales se caracterizan por la ausencia de una causa anatómica o fisiopatológica claramente identificable, lo que complica tanto su diagnóstico como su tratamiento eficaz (41). En relación con la calidad de vida, los hallazgos también han sido poco concluyentes. Solo un estudio reportó mejoras significativas en el FIQ (36), mientras que ninguno de los estudios analizados mostró cambios relevantes en el Cuestionario de Calidad de Vida SF – 36. De forma similar, los resultados respecto al estado psicológico fueron dispares. Únicamente un estudio evidenció mejoras en los niveles de ansiedad y depresión (33), y ninguno registró cambios significativos en los niveles de catastrofismo. Estos datos plantean dudas sobre la capacidad de la tDCS para mejorar los síntomas psicológicos en pacientes con FM, y sugieren la posible necesidad de integrar intervenciones complementarias, como apoyo psicológico o terapias específicas, para abordar los factores emocionales que influyen en la experiencia del dolor. Por otro lado, es fundamental considerar la diversidad de características individuales entre los participantes, incluso cuando presentan un mismo diagnóstico. Factores como la duración de la enfermedad, el nivel basal de dolor, el grado de actividad física previa, el estado psicológico y la motivación personal pueden influir significativamente en la respuesta al tratamiento (42,43). Estas patologías, al ser complejas, crónicas y de naturaleza multifactorial, implican la interacción de componentes físicos, psicológicos y sociales que afectan tanto la percepción como la cronificación del dolor (44). En este sentido, se hace evidente la necesidad de implementar enfoques terapéuticos más personalizados, que tengan en cuenta las particularidades de cada paciente.

Los estudios que analizaron pacientes con cefalea cervicogénica evidenciaron una mejora significativa en el Índice de Discapacidad del Cuello, lo que sugiere una posible reducción en la intensidad y frecuencia del dolor cefálico. Además, la tDCS ha demostrado ser capaz de modificar la excitabilidad cortical, lo que favorece una mejor modulación del dolor (19). Esta técnica también puede inducir procesos de plasticidad neuronal, promoviendo la reorganización de las redes cerebrales implicadas en la percepción del dolor (45).

En todos los estudios analizados, la técnica empleada consistió en la aplicación de tDCS durante 20 minutos, con estimulación anódica sobre M1. Esta elección responde a la intención de activar mecanismos centrales antinociceptivos. Respecto al tipo de ejercicio terapéutico empleado, la mayoría de los estudios optaron por entrenamiento aeróbico, debido a su capacidad para modular el sistema nervioso central, activando mecanismos de inhibición del dolor (30,31,32,33,36). En cuanto a la duración de las intervenciones, la mayoría de los protocolos se extendieron entre 2 y 4 semanas (30,31,33,34,35). No obstante, existe una considerable variabilidad en el número de sesiones, el intervalo entre ellas, su duración y el tipo de ejercicio terapéutico aplicado. Por tanto, actualmente no existe evidencia concluyente que permita establecer la mejor forma de combinar la tDCS con el ejercicio terapéutico.

Esta revisión presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el número de estudios que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión fue reducido, lo que limita la cantidad de evidencia disponible. Asimismo, las muestras incluidas en los estudios eran heterogéneas, con diferencias relevantes en cuanto a las características clínicas y rangos de edad de los participantes, lo que dificulta la comparación entre los resultados. Además, la mayoría de los estudios contaba con un tamaño muestral reducido, generalmente inferior a 60 participantes, lo cual reduce la fiabilidad de los resultados obtenidos. Otro aspecto a tener en cuenta es la utilización de distintas herramientas de medición para evaluar una misma variable, lo que puede introducir sesgos en la interpretación de los datos.

Desde una perspectiva clínica, la combinación de tDCS anódica aplicada sobre M1 con ejercicio terapéutico ha mostrado resultados contradictorios en el dolor, la calidad de vida, el estado psicológico y la capacidad funcional en pacientes con FM y DLIC. En contraste, los pacientes con cefalea cervicogénica parecen mostrar una disminución en los niveles de discapacidad asociada al cuello. Esta disparidad en los resultados plantea dudas sobre la utilidad de incorporar esta modalidad de tDCS como complemento a otros tratamientos, especialmente si sus beneficios no se reproducen de manera uniforme entre los distintos pacientes.

En cuanto a futuras líneas de investigación, sería de gran interés continuar investigando los efectos de la tDCS en combinación con distintos tipos de ejercicio y niveles de intensidad, con el objetivo de identificar cuáles de estas modalidades resultan más beneficiosas. Asimismo, se considera necesario la realización de estudios con períodos de seguimiento más prolongados, que permitan analizar el mantenimiento de los efectos terapéuticos obtenidos a largo plazo. Por otro lado, también sería relevante investigar la estimulación de otras áreas corticales, como la DLPFC, así como la posibilidad de aplicar estimulación dual (sobre M1 y DLPFC de manera simultánea) en combinación con ejercicio, para valorar su impacto potencial en los resultados clínicos.

7. CONCLUSIONES

Los resultados de esta revisión sistemática evidencian que la combinación de tDCS anódica aplicada sobre M1 como intervención complementaria al ejercicio terapéutico han sido inconsistentes en variables como la intensidad del dolor, la calidad de vida y el estado psicológico y la capacidad funcional en pacientes con dolor crónico. Por otro lado, el subgrupo de pacientes con cefalea cervicogénica parecen experimentar mejoras en la discapacidad cervical. Estos resultados apuntan a que los efectos de la tDCS podrían estar condicionados por el tipo de trastorno doloroso, pero es necesaria mayor investigación en los distintos subgrupos de pacientes con dolor crónico.

No obstante, hasta la fecha no se han identificado estudios que hayan investigado los efectos de la tDCS aplicada sobre otras áreas corticales, como la DLPFC. Asimismo, tampoco se ha explorado la posibilidad de emplear una estimulación dual simultáneamente sobre la M1 y la DLPFC en combinación con ejercicio terapéutico.

En cuanto a los parámetros de aplicación de la tDCS, la técnica empleada por todos los estudios consistió en sesiones de 20 minutos de duración, colocando el ánodo sobre M1, combinadas con programas de ejercicio aeróbico o ejercicios de fortalecimiento muscular. Sin embargo, aún no se ha determinado el número óptimo de sesiones, la duración más efectiva del tratamiento ni el tipo de ejercicio terapéutico más adecuado para maximizar los beneficios de la intervención.

BIBLIOGRAFÍA

1. Terminology. International Association for the Study of Pain (IASP). International Association for the Study of Pain; 2021 [citado el 2 de junio de 2025].
2. Definitions of chronic pain syndromes [Internet]. International Association for the Study of Pain (IASP). International Association for the Study of Pain; 2021.
3. Instituto Nacional de Estadística (INE). Estado de salud (estado de salud percibido, enfermedades crónicas, dependencia funcional). Madrid: INE; 2020.
4. Fundación Grünenthal, Observatorio del Dolor de la Universidad de Cádiz. Barómetro del dolor crónico en España 2022. Madrid: Fundación Grünenthal; 2022.
5. Volcheck MM, Graham SM, Fleming KC, Mohabbat AB, Luedtke CA. Central sensitization, chronic pain, and other symptoms: Better understanding, better management. Cleve Clin J Med. 2023;90(4):245–54.
6. Shigetoh H, Abiko T, Ohyama M, Sakata E, Murata S. Associations of Central Sensitization-Related Symptoms with Low Back Pain-Related Factors and Work Status in Caregivers. Int J Environ Res Public Health. 2022 Aug 1;19(16):10135.
7. Sañudo B, Galiano D, Carrasco L, Hoyo M. Evidencias para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con fibromialgia. Rev Andal Med Deporte. 2010;3(3):109–117.
8. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scand J Med Sci Sports. 2006 Feb 1;16(S1):3–63.
9. Price J, Rushton A, Tyros I, Tyros V, Heneghan NR. Effectiveness and optimal dosage of exercise training for chronic non-specific neck pain: A systematic review with a narrative synthesis. PLoS One. 2020 Jun 1;15(6):e0234511.
10. Cox LGW, Savur KT, De Nardis RJ, Iles RA. Progressive resistance exercise for improving pain and disability in chronic neck pain: A case series. Physiotherapy Research International. 2020 Oct 1;25(4).
11. Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Malmivaara A, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic low back pain. Cochrane Database Syst Rev. 2021 Sep 28;2021(9):CD009790.
12. Rice D, Nijs J, Kosek E, Wideman T, Hasenbring MI, Koltyn K, et al. Exercise-Induced Hypoalgesia in Pain-Free and Chronic Pain Populations: State of the Art and Future Directions. J Pain. 2019 Nov 1;20(11):1249–66.
13. Wu BAO, Zhou L, Chen C, Wang J, Hu LI, Wang X. Effects of Exercise-induced Hypoalgesia and Its Neural Mechanisms. Med Sci Sports Exerc. 2022 Feb 1;54(2):220–31.
14. Tanaka K, Kuzumaki N, Hamada Y, Suda Y, Mori T, Nagumo Y, et al. Elucidation of the mechanisms of exercise-induced hypoalgesia and pain prolongation due to physical stress and the restriction of movement. Neurobiology of Pain. 2023 Aug 1;14:100133.
15. Löfgren M, Sandström A, Bileviciute-Ljungar I, Mannerkorpi K, Gerdle B, Ernberg M, et al. The effects of a 15-week physical exercise intervention on pain modulation in fibromyalgia: Increased pain-related processing within the cortico-striatal- occipital networks, but no improvement of exercise-induced hypoalgesia. Neurobiology of Pain. 2023 Jan 1;13:100114.
16. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation. J Appl Physiol. 2020 Apr 1;128(4):914–24.

17. Wilson AT, Pinette J, Lyons K, Hanney WJ. Exercise induced hypoalgesia during different intensities of a dynamic resistance exercise: A randomized controlled trial. PLoS One. 2024 Apr 1;19(4):e0299481.
18. de La Educación Específica Sobre Los Mecanismos Analgésicos del Ejercicio En La Respuesta de Hipoalgesia Inducida Por El Ejercicio En E. TRABAJO DE FIN DE GRADO. Uah.es.
19. DosSantos MF, Martikainen IK, Nascimento TD, Love TM, DeBoer MD, Schambra HM, et al. Building up Analgesia in Humans via the Endogenous μ-Opioid System by Combining Placebo and Active tDCS: A Preliminary Report. PLoS One. 2014 Jul 16;9(7):e102350.
20. Kashoo FZ, Al-Baradie RS, Alzahrani M, Alanazi A, Manzar MD, Gugnani A, et al. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Augmented with Motor Imagery and Upper-Limb Functional Training for Upper-Limb Stroke Rehabilitation: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Figure 2.* Int J Environ Res Public Health. 2022 Nov 1;19(22):15199.
21. Deus-Yela J, Dolors Soler M, Pelayo-Vergara R, Vidal-Samsó J. Estimulación transcraneal por corriente directa en la fibromialgia: revisión sistemática. Brain-focused.com.
22. Luedtke K, Rushton A, Wright C, Geiss B, Juergens TP, May A. Transcranial direct current stimulation for the reduction of clinical and experimentally induced pain: A systematic review and meta-analysis. Clinical Journal of Pain. 2012 Jun;28(5):452–61.
23. Short B, Borckardt JJ, George M, Beam W, Reeves ST. Non-invasive brain stimulation approaches to fibromyalgia pain. J Pain Manag. 2009 Jan;2(3):259.
24. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
25. Carrión-Pérez JM, Correa-Romero A, Alvarado-Gómez F. El MeSH y la pregunta PICO: una herramienta clave para la búsqueda de información. *SANUM Rev Cient Sanit*. 2020;4(1):46–58.
26. Verhagen AP, de Vet HCW, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(12):1235–41.
27. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. J Physiother. 2020 Jan 1;66(1):59.
28. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2019 Aug 28;366.
29. McGuinness LA, Higgins JPT. Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. Res Synth Methods. 2021 Jan 1;12(1):55–61.
30. Arroyo-Fernández R, Avendaño-Coy J, Velasco-Velasco R, Palomo-Carrión R, Bravo-Esteban E, Ferri-Morales A. Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation Combined With Exercising in People With Fibromyalgia: A Randomized Sham-Controlled Clinical Trial. Arch Phys Med Rehabil. 2022 Aug 1;103(8):1524–32.
31. Luedtke K, Rushton A, Wright C, Jürgens T, Polzer A, Mueller G, et al. Effectiveness of transcranial direct current stimulation preceding cognitive behavioural management for chronic low back pain: sham controlled double blinded randomised controlled trial. The BMJ. 2015 Apr 16;350:h1640.

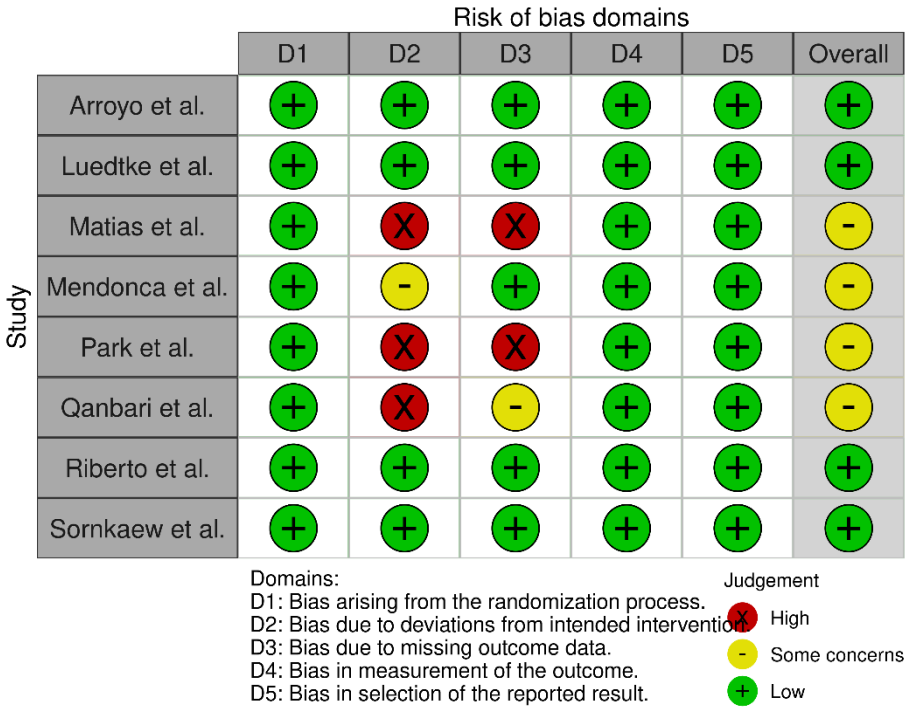
32. Matias MGL, Germano Maciel D, França IM, Cerqueira MS, Silva TCLA, Okano AH, et al. Transcranial Direct Current Stimulation Associated With Functional Exercise Program for Treating Fibromyalgia: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil. 2022 Feb 1;103(2):245–54.
33. Mendonca ME, Simis M, Grecco LC, Battistella LR, Baptista AF, Fregni F. Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Aerobic Exercise to Optimize Analgesic Responses in Fibromyalgia: A Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial. Front Hum Neurosci. 2016 Mar 10;10(MAR2016):68.
34. Park SK, Yang DJ, Kim JH, Heo JW, Park SH, Uhm YH, et al. Effects of cranio-cervical flexion with transcranial direct current stimulation on muscle activity and neck functions in patients with cervicogenic headache. J Phys Ther Sci. 2019;31(1):24.
35. Qanbari S, Khanmohammadi R, Olyaei G, Hosseini Z, Hejazi HS. Effects of combining sensory-motor exercises with transcranial direct current stimulation on cortical processing and clinical symptoms in patients with lumbosacral radiculopathy: An exploratory randomized controlled trial. PLoS One. 2024 Dec 1;19(12):e0314361.
36. Riberto M, Alfieri FM, Pacheco KM de B, Leite VD, Kaihami HN, Fregni F, et al. Efficacy of Transcranial Direct Current Stimulation Coupled with a Multidisciplinary Rehabilitation Program for the Treatment of Fibromyalgia. Open Rheumatol J. 2011 Oct 26;5(1):45.
37. Sornkaew K, Thu KW, Silfies SP, Klomjai W, Wattananon P. Effects of combined anodal transcranial direct current stimulation and motor control exercise on cortical topography and muscle activation in individuals with chronic low back pain: A randomized controlled study. Physiotherapy Research International. 2024 Jul 1;29(3):e2111.
38. Kessler SK, Turkeltaub PE, Benson JG, Hamilton RH. Differences in the Experience of Active and Sham Transcranial Direct Current Stimulation. Brain Stimul. 2011 Apr;5(2):155.
39. Moshfeghinia R, Shekouh D, Mostafavi S, Hosseinzadeh M, Bahadori AR, Abdollahifard S, et al. The effects of transcranial direct-current stimulation (tDCS) on pain intensity of patients with fibromyalgia: a systematic review and meta-analysis. BMC Neurol. 2023 Dec 1;23(1):395.
40. Wen YR, Shi J, Hu ZY, Lin YY, Lin YT, Jiang X, et al. Is transcranial direct current stimulation beneficial for treating pain, depression, and anxiety symptoms in patients with chronic pain? A systematic review and meta-analysis. Front Mol Neurosci. 2022 Dec 1;15:1056966.
41. Low back pain.
42. Martínez MP, Sánchez AI, Prados G, Lami MJ, Villar B, Miró E. Fibromyalgia as a Heterogeneous Condition: Subgroups of Patients Based on Physical Symptoms and Cognitive-Affective Variables Related to Pain. Span J Psychol. 2021;24:e33.
43. Follick BT, Cherry BJ, Rutledge DN, Zettel-Watson L, Jones CJ. Heterogeneity in fibromyalgia based upon cognitive and physical performance and psychological symptomology. J Am Assoc Nurse Pract. 2016 Jan 1;28(1):19–30.
44. Díaz-Cerrillo JL, Rondón-Ramos A. Diseño de un instrumento educativo para pacientes con lumbalgia crónica inespecífica atendidos en Atención Primaria. Aten Primaria. 2014 Feb 1;47(2):117.
45. Dasilva AF, Mendonca ME, Zaghi S, Lopes M, Dossantos MF, Spierings EL, et al. tDCS-Induced Analgesia and Electrical Fields in Pain-Related Neural Networks in Chronic Migraine. Headache. 2012 Sep;52(8):1283.

ANEXOS

Anexo I. Estrategias de búsqueda.

PubMed	▪ "Transcranial direct current stimulation" AND exercise AND (fibromyalgia OR “fatigue syndrome chronic” OR “chronic pain” OR “low back pain” OR “neck pain”)
PEDro	▪ Transcranial direct current stimulation AND exercise
Cochrane	▪ Transcranial direct current stimulation AND exercise AND (fibromyalgia OR fatigue syndrome chronic OR chronic pain OR low back pain OR neck pain)
Web of Science	▪ "Transcranial direct current stimulation" AND exercise AND (fibromyalgia OR “fatigue syndrome chronic” OR “chronic pain” OR “low back pain” OR “neck pain”)

Anexo II. Gráfico de semáforo de la evaluación de sesgo.



Anexo III. Tabla de resumen de las características de los estudios.

Autor	Pacientes incluidos	Muestra (n)	Intervención	Nº de sesiones	Duración intervención	Duración sesión	Posición electrodos	Tipo de ejercicio	Variables	Resultados
Arroyo et al.	FM	**G1**: 50.60± 7.01 (n=40) **G2**: 49.53± 8.74 años (n=40) **G3**: 50.75± 5.94 (n=40)	**G1:** tDCS + ejercicio **G2:** tDCS placebo + ejercicio **G3:** control	5 sesiones en días alternos	2 semanas	1 hora	Esponja circular 25 cm^2. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Aeróbico + fortalecimiento muscular	• VAS • FIQ • STAI • PCS • BDI-II	G1 y G2 obtuvo mayor mejoría que G3, pero no hubo diferencias significativas entre G1 y G2 para ninguna variable (p>0,05).
Matias et al.	FM	**G1**: 17 **G2**:14 n=31	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	1ª sem: 5 días sucesivos tDCS + 3 días ejercicio Luego solo ejercicio	8 semanas	1 hora (20’ tDCS + 40’ ejercicio)	Esponja cuadrada 35 cm^2. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Calentamiento + fortalecimiento + coordinación y equilibrio, estiramiento	• VAS • PPT • 6MWT • Sit-Stand Test • Fuerza • FIQ • BDI	No hubo diferencias significativas entre grupos en ninguna variable medida (p = 0,52).
Mendonca et al.	FM	**G1**: 44.5 ±14 (n=15) **G2**: 48 ± 11.8 (n=15) **G3**: 49.9± 10.6 (n=15)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio **G3**: tDCS + ejercicio placebo	1ª sem: 5 días sucesivos tDCS + 3 días ejercicio Después ejercicio	4 semanas	50’ (20’ de tDCS + 30’ ejercicio)	Esponja. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Aeróbico	• VNS dolor • Ansiedad • PPT • SF-36 • BDI-II	G1 mejoró VNS dolor (p = 0,007), ansiedad (p < 0,001), PPT (p < 0,001) y BDI-II (p = 0,001) respecto G2 y G3. No diferencias entre grupos en SF-36 (*p* > 0,05).

Anexo III. Continuación.

Autor	Pacientes incluidos	Muestra (n)	Intervención	Nº de sesiones	Duración intervención	Duración sesión	Posición electrodos	Tipo de ejercicio	Variables	Resultados
Riberto et al.	FM	**G1**: 58,3 ± 12,1 (n=11) **G2**: 52,4 ± 11,5 (n12)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	3 sesiones/ semana	4 meses (20' de tDCS 1 vez/ semana durante 10 semanas)	1 hora educación + 1 hora ejercicio	Esponja cuadrada 35 cm^2. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Cardiovascular + fortalecimiento muscular, estiramientos	• VAS • PPT • SF-36 • FIQ • HAQ • BDI	G1 mostró cambio significativo en el SF-36 de dolor (p=0,006) y el FIQ (p=0,056) respecto a G2. No hubo diferencias significativos entre grupos en cuanto a VAS (p=0,67), PPT (p=0,54), SF-36 (fatiga y calidad vida) (p=0,97), HAQ (p=0,48) y BDI (p=0,24).
Luedtke et al.	DLIC	**G1**: 45 (n=67) **G2**: 44 (n=68)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	5 sesiones en días sucesivos	4 semanas	5 horas (20' de tDCS)	Esponja cuadrada 35 cm^2. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Cardiovascular + fortalecimiento muscular, estabilización del tronco + educación	• VAS • ODI	No hubo diferencias significativas entre grupos en VAS (p = 0,68) ni en ODI (p = 0,86).

Anexo III. Continuación.

Autor	Pacientes incluidos	Muestra (n)	Intervención	Nº de sesiones	Duración intervención	Duración sesión	Posición electrodos	Tipo de ejercicio	Variables	Resultados
Sornkaew et al.	DLIC	**G1**: 29,2 ± 7,0 (n=12) **G2**: 29,8 ± 8,0 (n=10)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	2 sesiones /semana	6 semanas	20' de tDCS + 30' de MCE	Esponja cuadrada 35 cm^2 Ánodo: LM contralateral. Cátodo: zona supraorbitaria lado dolor.	Ejercicios de control motor	• MODQ • SF-36	No hubo diferencias significativos entre grupos en cuanto a MODQ (p = 0,12) y SF-36 (p = 0,57).
Qanbari et al.	DLIC	**G1**: 35.71± 8.53 (n=17) **G2**: 42.53± 11.41 (n=17)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	3 sesiones /semana	4 semanas	1 hora	2 ánodos y 2 cátodos. Ánodo: M1 izq Cátodo: zona supraorbitaria dcha.	Ejercicios sensorio motores	• VAS • ODI	No hubo diferencias significativas entre grupos en VAS, ODI (p>0,05).
Park et al.	Cefalea cérvico congénita	**G1**: 31±6.5 (n=15) **G2**: 32±5 (n=15)	**G1**: tDCS + ejercicio **G2**: tDCS placebo + ejercicio	No especifica	4 semanas	21' tDCS + ejercicio	Casco con electrodos en M1 izq y dcha.	Ejercicio flexión cráneo-cervical Stabilizer.	• NDI	**G1** mostró cambio significativo en NDI respecto a G2 (p < 0,05).

FM: fibromialgia, **DLIC:** dolor lumbar inespecífico crónico, **tDCS**: estimulación transcraneal con corriente directa, **M1**: corteza motora primaria, **izq**: izquierda, **dcha**: derecha, **VAS**: escala visual analógica, **FIQ**: cuestionario de Impacto de Fibromialgia, **STAI**: Cuestionario de Ansiedad, **PCS**: Escala del Catastrofismo del Dolor, **BDI-II**: Cuestionario de Depresión de Beck, **ODI**: Índice de Discapacidad de Oswestry, **VNS**: Escala Visual Numérica, **PPT**: Umbral de Dolor a la Presión, **SF-36**: Cuestionario de Calidad de Vida**, NDI**: Índice de Discapacidad del Cuello, **HAQ**: Cuestionario de Evaluación de la Salud, **MODQ**: Cuestionario Modificado de Discapacidad de Oswestry, **MCE**: ejercicios de control motor, **6MWT**: prueba de 6' marcha.