



---

**Universidad de Valladolid**

# **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA**

## *GRADO EN FISIOTERAPIA*

### TRABAJO FIN DE GRADO

**Efectividad del entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en  
pacientes tras sufrir un accidente cerebrovascular: una revisión  
sistemática**

**Presentado por Raquel López Bueno**

**Tutor: Ricardo Medrano de la Fuente**



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	2
MATERIAL Y METODOS.....	3
Estrategia de búsqueda.....	3
Selección de los artículos .....	3
Análisis y síntesis de los datos .....	3
RESULTADOS .....	4
Características de los estudios .....	5
Efectos terapéuticos .....	12
Calidad metodológica de los ensayos incluidos .....	16
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIÓN.....	19
BIBLIOGRAFÍA .....	20
ANEXOS .....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Intervención detallada de los artículos incluidos.....	6
Tabla 2: resumen de resultados.....	13
Tabla 3: Puntuación de la escala PEDro.....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo.....	4
Figura 2: Porcentaje de riesgo de sesgo según los criterios cumplidos de la escala PEDro. ....	17

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACV: Accidente cerebro vascular.

BBS: Escala de Equilibrio de Berg.

EAR: Estimulación auditiva rítmica.

TND: Terapia del Neurodesarrollo.

TUG: Test *Timed Up and Go*.

## **RESUMEN**

**Introducción:** El accidente cerebrovascular es una de las principales causas de discapacidad adquirida en adultos afectando de forma significativa funciones como la marcha y el equilibrio. El entrenamiento de la marcha con feedback auditivo puede ser un enfoque eficaz para favorecer el uso de la extremidad afectada en pacientes con ACV, así como a disminuir asimetrías derivadas de la enfermedad. En consecuencia, esta perspectiva puede suponer una herramienta terapéutica en el tratamiento de esta población.

**Objetivos:** El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la eficacia del entrenamiento de la marcha asistido con feedback auditivo en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular.

**Material y métodos:** Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA. La búsqueda se realizó en las bases de datos *Medline*, *PEDro*, *Cochrane Library* y *Scopus*. Se seleccionaron ensayos clínicos aleatorizados que analizaran los efectos de entrenamiento de la marcha en combinación con feedback auditivo en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada con la escala PEDro.

**Resultados:** Se identificaron inicialmente 4118 estudios, de los cuales se incluyeron nueve ensayos clínicos aleatorizados que reunían los criterios de inclusión. Los estudios seleccionados, con una muestra total de 283 participantes con hemiparesia posterior a un ACV, evaluaron los efectos de un entrenamiento de la marcha en combinación con variables como la velocidad de la marcha y el equilibrio. Los estudios mostraron mejoras significativas en los grupos que recibieron feedback auditivo en comparación con otros tratamientos convencionales, o sin feedback auditivo. Las intervenciones variaron en duración y tipo de señal auditiva.

**Conclusión:** El entrenamiento de la marcha con feedback auditivo es eficaz en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular, mejorando la velocidad de la marcha y el equilibrio.

## **PALABRAS CLAVE**

Accidente cerebrovascular; equilibrio; velocidad de la marcha; feedback auditivo.

## INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus se define como un déficit neurológico focal de aparición repentina, causado por una lesión vascular en el sistema nervioso central. A nivel mundial, corresponde con la principal causa de discapacidad física adquirida en adultos y la segunda causa de mortalidad en países en desarrollo. La incidencia global del ACV ha aumentado en la última década, alcanzando más de 15 millones de personas en el mundo, con tasas significativamente más altas en personas mayores de 75 años (1,2). Cada año, aproximadamente 15 millones de personas sufren un ictus, con una tasa de mortalidad en torno al 30% durante el primer año (3). La edad promedio de aparición del ictus en la población general ha disminuido, observándose un aumento en su incidencia entre adultos jóvenes menores de 50 años. Este fenómeno se relaciona con una mayor prevalencia de factores de riesgo vascular. En este sentido, conviene señalar que la hipertensión arterial destaca como el principal factor de riesgo modificable (1,4).

Principalmente, existen dos tipos de ACV. Por un lado, el isquémico, que presenta más del 80% de los casos y se produce por la obstrucción de una arteria cerebral, generalmente debido a un trombo o un émbolo, pudiendo causar una obstrucción del flujo sanguíneo que puede provocar la muerte del tejido cerebral. Por otro lado, el ictus hemorrágico ocurre cuando se rompe un vaso sanguíneo en el cerebro generando una hemorragia (5).

Los pacientes afectados por un ACV de forma general presentan alteraciones sensoriomotoras en el lado opuesto al hemisferio afectado (6). Estos déficits pueden presentarse de manera focal, segmentaria, unilateral o incluso bilateral dependiendo de la extensión y localización de la lesión (7). De esta forma la sintomatología dependerá de qué parte del sistema nervioso esté dañada. Comúnmente los síntomas motores, entre otros, se caracterizan por patrones de sinergia de movimientos ineficientes (8), tono muscular anormal (9), disminución en la producción de fuerza (10), alteración de la destreza motora (11) o pérdida del equilibrio o coordinación (12).

Muchos pacientes que han sufrido un ACV presentan alteraciones en la marcha que deterioran de manera considerable su movilidad para realizar las actividades cotidianas de la vida diaria (13). Las deficiencias sensoriales y la pérdida del equilibrio contribuyen a una coordinación motora deficiente en las extremidades inferiores, afectando a la longitud de la zancada, el equilibrio y a la marcha. Así mismo, las estrategias compensatorias durante la marcha, como los cambios en la relación entre la cadencia y la velocidad, modifican la cinemática de las extremidades y reducen la eficacia del patrón de ésta (14). No obstante, las características de la marcha en estos pacientes pueden variar debido a la diversidad de síntomas que se manifiestan según las regiones afectadas, pudiendo presentar patrones de la marcha diferentes (14,15).

Aunque la mayoría de las personas con ictus logran recuperar una marcha funcional, muchas no alcanzan un nivel adecuado para desempeñar con eficacia todas sus actividades diarias. En este sentido, la independencia de la marcha constituye un factor determinante para que los pacientes

puedan desarrollar una vida autónoma (16). En consecuencia, la evaluación y el tratamiento de la marcha son componentes esenciales en la rehabilitación del ACV.

La rehabilitación tras un ictus se inicia una vez que el paciente esté médicamente estabilizado y sea capaz de participar activamente en su recuperación. El abordaje de esta enfermedad es complejo y requiere la participación de un equipo multidisciplinar de profesionales de la salud, incluyendo al propio paciente y a sus cuidadores como elementos clave de este proceso (17). Las estrategias de tratamiento más comunes para abordar las disfunciones motoras y cognitivas en pacientes incluyen ejercicio terapéutico, hidroterapia, realidad virtual, imaginería motora, biorretroalimentación o entrenamiento de doble tarea, entre otras muchas intervenciones (18).

La retroalimentación auditiva rítmica es una intervención ampliamente estudiada en el entrenamiento de la marcha en sujetos sanos (19). En comparación con las modalidades visuales y táctiles, la señalización auditiva ejerce una mayor influencia en los parámetros de la marcha, como la velocidad de la marcha, la longitud de zancada o el tiempo de apoyo (20). Por tanto, el uso de la retroalimentación auditiva puede ser un enfoque eficaz para ayudar a los pacientes con ACV a mejorar el uso de la extremidad parética durante la marcha, así como a disminuir las asimetrías provocadas por la enfermedad (19,21). Sin embargo, a pesar de los efectos documentados sobre los efectos de la audición rítmica, aún no se ha publicado una revisión sistemática que analice sus efectos en pacientes que han sufrido un ACV.

## **JUSTIFICACIÓN**

La principal motivación para la realización de esta revisión sistemática surge de la alta incidencia del ACV, unida a la gravedad de sus secuelas. Estas, especialmente, suelen afectar a aspectos relacionados con la marcha y el equilibrio, lo que puede deteriorar de forma considerable la calidad de vida de los pacientes. Así mismo, dado que el entrenamiento de la marcha con feedback auditivo ha mostrado gran eficacia en sujetos sanos y aún no se han publicado revisiones sistemáticas sobre sus efectos en pacientes con ACV, se propone la realización del presente Trabajo de Fin de Grado.

## **OBJETIVOS**

Este estudio tuvo como objetivo principal evaluar la efectividad de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en sujetos que han sufrido un ACV.

Además, como objetivos secundarios se plantearon:

- Analizar los efectos de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en la velocidad de la marcha en sujetos que han sufrido un ACV.
- Analizar los efectos de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en el equilibrio en sujetos que han sufrido un ACV.
- Analizar los efectos de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en la fuerza muscular en sujetos que han sufrido un ACV.
- Analizar los efectos de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en la espasticidad en sujetos que han sufrido un ACV.

- Analizar los efectos de un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo en la calidad de vida en sujetos que han sufrido un ACV.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Estrategia de búsqueda**

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo los criterios establecidos por la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (22). Se realizaron búsquedas bibliográficas hasta marzo de 2025 en las bases de datos *Medline (Pubmed)*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, *Scopus* y *Cochrane Library*. Las búsquedas se realizaron usando la combinación de los siguientes términos *Medical Subjects Heading (MeSH)* y palabras clave: «*stroke*», «*auditory cues*», «*auditory feedback*», «*gait training*», «*spasticity*», «*walking speed*», «*muscle strength*» y «*quality of life*», unidos con los operadores booleanos AND y OR, y sin límite de fecha de publicación. La estrategia de búsqueda se muestra en detalle en el Anexo I.

### **Selección de los artículos**

Para que los estudios fueran incluidos, debían cumplir los siguientes criterios de inclusión basados en el método PICOS:

- Población: pacientes con diagnóstico de ACV y con capacidad de caminar con o sin dispositivos de asistencia.
- Intervención: entrenamiento de la marcha con feedback auditivo.
- Comparación: otro tratamiento conservador, no intervención o técnicas placebo.
- Resultados: velocidad de marcha, equilibrio, fuerza muscular, espasticidad y calidad de vida.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados.

Se excluyeron los estudios en los que los pacientes seleccionados presentaban otras patologías neurológicas como Parkinson, demencia, lesiones medulares u otras; que participasen sujetos sin habilidades cognitivas o de comunicación necesarias para comprender el tratamiento; estudios pilotos, casi experimentales y estudios preliminares.

### **Análisis y síntesis de los datos**

Se empleó la lista de verificación PRISMA para documentar los estudios, incorporando información sobre los estudios de investigación, el tamaño de la muestra, las características de los participantes, los protocolos de tratamiento, las variables dependientes, los instrumentos de medición y los resultados obtenidos (22). La calidad de los estudios incluidos se evaluó utilizando la escala de calidad metodológica PEDro. Es una herramienta ampliamente utilizada, la cual consta de 11 ítems y el valor total de su puntuación es sobre 10, refiriéndose al número de criterios que se cumplen. Una mayor puntuación indica una mejor calidad metodológica. Autores han considerado como "deficientes" las puntuaciones inferiores de 4; como "regulares", a las de

4 a 5; como "buenas" a las que presentan puntuación de entre 6 a 8 y "excelentes", las que van de 9 a 10 (23).

## RESULTADOS

Inicialmente, se identificaron un total de 4118 registros a través de búsquedas en cuatro bases de datos: *Medline* (n=1704), *PEDro* (n=21), *Cochrane* (n=1725) y *Scopus* (n=668). En primer lugar, se eliminaron 1125 duplicados, resultando 2993 estudios para analizar por título y resumen. Tras esta evaluación se excluyeron 2958 registros, lo que dejó 35 estudios para una evaluación a texto completo de elegibilidad. Finalmente, 9 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incorporados en la revisión sistemática. El proceso de selección de estudios se presenta en la Figura 1.

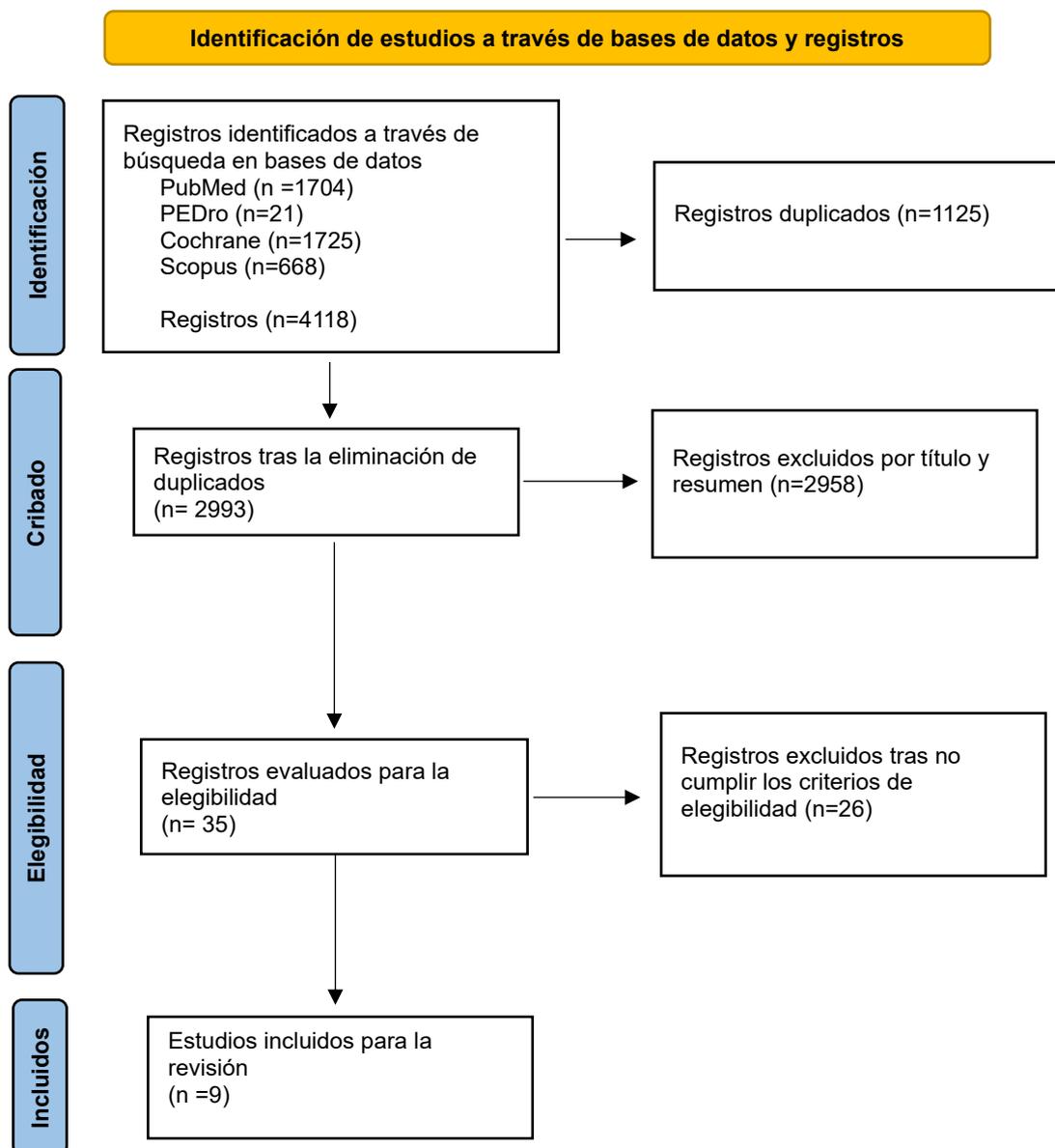


Figura 1: Diagrama de flujo.

## Características de los estudios

La presente revisión incluyó un total de 9 estudios (24–32) que evaluaron los efectos del feedback auditivo junto con un entrenamiento de la marcha, en la velocidad de la marcha y en el equilibrio en pacientes que han sufrido un ACV. En conjunto, los estudios incluyeron una muestra total de 283 participantes, todos ellos diagnosticados con hemiparesia secundaria a ACV. La mayoría de los estudios evaluaron a pacientes en fase crónica (24–26,28–32), tan solo un estudio incluyó pacientes en fase subaguda (27). El rango de tamaño muestral varió entre 16 y 60 participantes. Cabe destacar que los estudios con mayor número de participantes tuvieron una muestra de 60 y 44 participantes (25,26). En contraste, los estudios con menor tamaño muestral tuvieron muestras de 16 y 22 participantes (28,31). La mayoría de los estudios oscilaron entre 22 y 44 participantes (24,27,29,30,32). Respecto al lugar de desarrollo, la mayoría de los estudios se llevaron a cabo en Asia, especialmente en Corea del Sur y China (25,26,28–31), mientras que solo uno se realizó en Europa, concretamente en Alemania (27,32).

En relación a las características de las intervenciones, todos los estudios incluyeron algún tipo de feedback auditivo junto con un entrenamiento de la marcha (24–32). En la duración de las intervenciones, se observó variabilidad entre los estudios incluidos. Las intervenciones más breves tuvieron una duración de 3 semanas (31,32), mientras que las más prolongadas tuvieron una duración de 6 semanas de tratamiento (24,26). La frecuencia también difiere entre estudios, algunos aplicaron las sesiones 3 veces por semana (24,28), a diferencia de otros que alcanzaron 5 sesiones semanales (27). Las características de la intervención se encuentran con más detalle en Tabla 1.

En cuanto a las variables dependientes analizadas en los estudios incluidos en la presente revisión, las más frecuentemente evaluada fue la velocidad de la marcha, mediante herramientas diversas, entre ellas se encuentran sistemas de análisis de la marcha tales como *FreeStep* (25), *OptoGait* (26), sistema *GAITRite* (28), un acelerómetro inalámbrico de tres ejes (29), el test *Fast Gait Speed Test* (27) o sensores plantares (32). En dos estudios no se especificó como se registró la velocidad de la marcha (24,31). Por otro lado, los estudios incluidos evaluaron el equilibrio empleando la escala de equilibrio Berg (*BBS*) (25,26,29), el *Timed Up and Go* (*TUG*) (30) o con una plataforma de equilibrio (27,28,31). Ningún estudio incluido evaluó como variable la calidad de vida, la fuerza muscular, ni se reportaron medidas relacionadas con la espasticidad.

Tabla 1: Intervención detallada de los artículos incluidos.

Estudio	Intervención	Duración
<p><b>Ahmed et al. (2023)</b> (24)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Entrenamiento de la marcha en cinta de correr con EAR. En las sesiones de entrenamiento en cinta, se generaron ritmos rítmicos regulares mediante un metrónomo Snapoh, reproducidos a través de unos auriculares portátiles. Los pacientes debían ajustar su frecuencia de zancada a la estimulación auditiva rítmica durante el entrenamiento. La frecuencia de estimulación se ajustó al ritmo máximo tolerado por cada paciente durante el entrenamiento. La sesión de marcha duraba 30 minutos, con un descanso y calentamiento, y para que se considerase exitosa al menos duraría un total de 20 minutos.</p> <p><b>Grupo 2:</b> Ejercicios de fortalecimiento, principalmente para los músculos débiles de las extremidades superiores y de las extremidades inferiores. 5-10 repeticiones, según capacidad.</p> <p>Estiramientos, centrados en los aductores de la cadera, los flexores de la rodilla y los flexores plantares del tobillo en las extremidades inferiores. 3-5 repeticiones, según capacidad.</p> <p>Ejercicios de carga de peso sobre el lado afectado, intentando aguantar durante 10 segundos. 3-5 repeticiones, según capacidad.</p> <p>Entrenamiento de la marcha en cinta de correr a una velocidad que aumentaba a medida que avanzaban hasta el ritmo máximo que el paciente podía tolerar, manteniendo una postura erguida durante el ciclo de marcha. La sesión de marcha duraba 30 minutos, con un descansos y calentamiento y para que se considerase exitosa al menos duraría un total de 20 minutos.</p>	<p>3 veces a la semana durante 6 semanas.</p>

<p><b>Wang et al. (2020)</b> (25)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Terapia farmacológica convencional, tratamiento convencional regular (igual que grupo 2) y entrenamiento de la marcha con musicoterapia. Primeramente, los pacientes con el sonido de un metrónomo debían coordinar la velocidad de su marcha. Durante la segunda práctica, se tocó música con una melodía familiar para los pacientes según la velocidad de marcha obtenida en la primera terapia, para ayudarlos a controlar su ritmo de marcha.</p> <p>Al finalizar la terapia, se volvió a utilizar el metrónomo para medir la velocidad de la marcha, la cual se empleó en el siguiente entrenamiento de marcha como velocidad base. El ejercicio duraba 1 hora, incluyendo los descansos, y tenían que repetirla tres veces al día.</p> <p><b>Grupo 2:</b> Terapia farmacológica convencional, entrenamiento de la marcha y tratamiento convencional regular. Este último se aplicaba durante 40 minutos todos los días y consistía en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva.</li> <li>· Estimulación eléctrica neuromuscular.</li> <li>· Técnicas de tracción.</li> <li>· Entrenamiento del equilibrio.</li> <li>· Entrenamiento de control motor (cadera, rodilla, tronco y de la pelvis).</li> <li>· Entrenamiento de actividades diarias.</li> </ul>	<p><b>Grupo 1:</b> 3 veces por semana durante 4 semanas.</p> <p><b>Grupo 2:</b> 6 veces a la semana durante 4 semanas.</p>
---	--	--

<p><b>Lee et al. (2018)</b> (26)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Tratamiento convencional de rehabilitación (igual que grupo 2) y entrenamiento de la marcha con EAR. El entrenamiento consistió en un calentamiento de 5 minutos, un entrenamiento de la marcha de 20 minutos y un enfriamiento de 5 minutos. El calentamiento se realizó para aumentar la adaptabilidad al EAR y permitir la práctica con el ritmo del EAR. Se estableció un ritmo auditivo adaptado a cada paciente ajustando el sonido a cada impacto del talón de cada pie. El sonido de estimulación auditiva se reprodujo a través de unos auriculares portátiles.</p> <p><b>Grupo 2:</b> Tratamiento convencional de rehabilitación y entrenamiento de la marcha.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ejercicio terapéutico: movimientos de las extremidades superiores.</li> <li>· Terapia ocupacional: ejercicios funcionales de las extremidades superiores.</li> <li>· Terapia de estimulación eléctrica: aplicación de un estímulo eléctrico funcional pasivo en la muñeca.</li> </ul> <p>Cada sesión consistía en 30 minutos de ejercicio terapéutico, 20 minutos de terapia ocupacional y 10 minutos de terapia de estimulación eléctrica</p>	<p>5 veces por semana durante 6 semanas.</p>
<p><b>Mainka et al (2018)</b> (27)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Tratamiento convencional de rehabilitación durante 30-60 minutos, entrenamiento de la marcha en cinta con EAR. Los pacientes escucharon música a través de tapones para los oídos y un reproductor MP3 mientras caminaban en la cinta con un ritmo estructurado con métrica acentuada. La frecuencia de la música se ajustó con la cadencia de los pacientes en la cinta de correr. El tiempo de entrenamiento se incrementó continuamente hasta llegar a 20 minutos en la última semana.</p> <p><b>Grupo 2:</b> Tratamiento convencional de rehabilitación durante 30-60 minutos y TND basado en el enfoque Bobath, que consistía en caminar sobre una superficie plana o subir escaleras durante 30 minutos. Los movimientos se dirigieron hacia la activación del lado parético.</p> <p><b>Grupo 3:</b> Tratamiento convencional de rehabilitación durante 30-60 minutos y entrenamiento de la marcha en cinta.</p>	<p>5 veces por semana durante 4 semanas</p>

<p><b>Yang et al. (2016)</b> (28)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Tratamiento convencional basado en facilitación neuromuscular propioceptiva y entrenamiento de marcha en cinta de correr EAR. Mediante interruptores de pie en el talón de los participantes, al comenzar a caminar se detectó la presión del pie y proporcionó estimulación auditiva en tiempo real. Por lo tanto, cuando se producía una desincronización entre el sonido y el paso real del sujeto, el sistema de estimulación auditiva ajustaba automáticamente el ritmo a una nueva cadencia de los participantes antes de continuar. El entrenamiento fue de 30 minutos de duración y consistió en un calentamiento en la cinta sin EAR, y tras esto la parte principal del entrenamiento donde se caminaba en la cinta con EAR 10 minutos, seguido de un descanso.</p> <p><b>Grupo 2:</b> Entrenamiento de marcha en cinta de correr y tratamiento convencional basado en la facilitación neuromuscular propioceptiva.</p>	<p>3 veces por semana durante 4 semanas.</p>
<p><b>Kyeung Yoon et al. (2016)</b> (29)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> Entrenamiento de la marcha en cinta inclinada con EAR. La velocidad de la cinta fue incrementándose a lo largo de las semanas. Lo mismo con la inclinación en caso de que el paciente lo tolerara. Para establecer el ritmo se utilizó un metrónomo, el cual se ajustó a la cadencia de los sujetos y se aumentó el ritmo durante las semanas del tratamiento. La duración del entrenamiento fue de 30 minutos</p> <p><b>Grupo 2:</b> Entrenamiento de la marcha en cinta inclinada. La velocidad de la cinta fue incrementándose a lo largo de las semanas. Lo mismo con la inclinación en caso de que el paciente lo tolerara. La duración del entrenamiento fue de 30 minutos.</p> <p><b>Grupo 3:</b> Entrenamiento de la marcha en cinta. La velocidad de la cinta fue incrementándose a lo largo de las semanas. La duración del entrenamiento fue de 30 minutos.</p>	<p>5 veces por semana durante 4 semanas</p>

<p><b>Ki et al. (2015)</b> (30)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> TND y entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva. Se colocó una esterilla en el centro de una pasarela de 10 metros, por la que los sujetos caminaran a su velocidad más cómoda. Se utilizó un dispositivo (GAITRite) para medir la fase de apoyo y la fase de apoyo de una sola extremidad de la extremidad inferior parética durante la marcha. Para recopilar información sobre la carga de peso de los pacientes, se empleó un manómetro, el cual emitía un pitido después de que el peso se desplazara hacia el lado parético durante la marcha, el sujeto avanzaba con la pierna del lado no parética.</p> <p><b>Grupo 2:</b> TND.</p>	<p>4 semanas.</p>
<p><b>Suh et al. (2014)</b> (31)</p>	<p><b>Grupo 1:</b> TND 30 minutos y entrenamiento de la marcha con EAR. La estimulación rítmica se realizó mediante un software digital para instrumentos musicales y se compuso de series de tonos individuales. El entrenamiento de la marcha se realizó en cuatro etapas. La duración del entrenamiento de la marcha fue de 15 minutos y a primera etapa consistió en un calentamiento, un descanso y una caminata, según la resistencia del paciente, sin indicación rítmica. La segunda etapa consistió en un breve descanso, 1 minuto de golpeteo de pies y la misma caminata de la anterior etapa, con la indicación rítmica al ritmo de la cadencia del paciente. La tercera y la cuarta etapa se ejecutaron con un formato similar, pero con un aumento del ritmo de la cadencia en cada etapa restante.</p> <p><b>Grupo 2:</b> TND 30 minutos y entrenamiento de la marcha, con duración de 15 minutos.</p>	<p>5 veces por semana durante 3 semanas.</p>

<p><b>Schauer et al. (2003) (32)</b></p>	<p><b>Grupo 1:</b> TND y entrenamiento de la marcha con retroalimentación motora musical. Se colocó un dispositivo que consta de plantillas con sensores que detectan el contacto de los talones con el suelo y un reproductor de música, de esta forma mientras los pacientes caminaban la música se reproducía por unos auriculares. La velocidad era ajustable, estimada a partir del intervalo de tiempo entre dos impactos de talón consecutivos. La duración fué de 20 minutos.</p> <p><b>Grupo 2:</b> TND y entrenamiento de la marcha 20 minutos diarios, que consistía en un calentamiento y ejercicios comunes dirigidos, como caminar despacio con apoyo en barras paralelas, dar pasos laterales y hacia atrás.</p>	<p>5 veces durante 3 semanas.</p>
--	---	-----------------------------------

EAR: Estimulación auditiva rítmica. TND: Terapia del neurodesarrollo.

## **Efectos terapéuticos**

### **Velocidad de la marcha**

8 de los 9 estudios incluidos evaluaron la velocidad de la marcha. Los grupos que recibieron retroalimentación auditiva junto con un entrenamiento de la marcha, mostraron mejoras estadísticamente significativas frente al grupo control (24–29,31,32). Un estudio observó que el entrenamiento de la marcha con feedback auditivo fue superior a un entrenamiento convencional (24). 6 estudios observaron efectos superiores del entrenamiento de la marcha con feedback auditivo frente a entrenamiento sin feedback auditivo (25–29,31,32). Por su parte, un estudio observó que el entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva fue superior a una terapia del neurodesarrollo (TND) (27).

### **Equilibrio**

El equilibrio fue evaluado en 7 de los 9 estudios (25–31). En todos ellos, el grupo experimental mostró mejoras superiores en el equilibrio frente al grupo control. Cinco estudios observaron una mejoría en el equilibrio (25,26,28,29,31), al realizar un tratamiento de fisioterapia convencional con un entrenamiento de la marcha con feedback auditivo, frente a realizar el entrenamiento de la marcha asilado o en cinta. Por su parte, un estudio observó que el entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva fue superior a una terapia de TND (27). Además, otro estudio observó que el entrenamiento con feedback auditivo junto con TND fue superior a TND aislada (30). Para información más detallada véase la Tabla 2.

Tabla 2: resumen de resultados.

Artículo	Muestra (n)	Intervención	Variables	Resultados
<b>Ahmed et al. (2023)</b> (24)	<b>G1:</b> 15  <b>G2:</b> 15	<b>G1:</b> entrenamiento de la marcha en cinta de correr con EAR.  <b>G2:</b> entrenamiento de la marcha en cinta, estiramientos, ejercicios de carga de peso sobre el lado afectado y ejercicios de fortalecimiento.	Velocidad de la marcha.	G1>G2 (p=0,001)
<b>Wang et al. (2020)</b> (25)	<b>G1:</b> 30  <b>G2:</b> 30	<b>G1:</b> terapia farmacológica convencional, tratamiento convencional regular y entrenamiento de la marcha con musicoterapia.  <b>G2:</b> terapia farmacológica convencional, tratamiento convencional regular y entrenamiento de la marcha.	Velocidad de la marcha → sistema de análisis de la marcha FreeStep.  Equilibrio →BBS.	G1>G2 (p< 0,001)  G1>G2 (p< 0,001)
<b>Lee et al. (2018)</b> (26)	<b>G1:</b> 23  <b>G2:</b> 21	<b>G1:</b> tratamiento convencional de rehabilitación y entrenamiento de la marcha con EAR.  <b>G2:</b> tratamiento convencional de rehabilitación y entrenamiento de la marcha.	Velocidad de la marcha→ sistema de análisis de la marcha OptoGait.  Equilibrio → BBS.	G1>G2 (p < 0,05)  G1>G2 (p < 0,05)

<b>Mainka et al (2018)</b> (27)	<b>G1:</b> 11	<b>G1:</b> tratamiento convencional de rehabilitación y entrenamiento de la marcha en cinta con EAR.	Velocidad de marcha → <i>Fast Gait Speed Test</i> .	G1>G3 (p < 0,05) G1>G2 (p < 0,05)
	<b>G2:</b> 11	<b>G2:</b> tratamiento convencional de rehabilitación y TND según el enfoque Bobath.		
	<b>G3:</b> 13	<b>G3:</b> tratamiento convencional de rehabilitación y entrenamiento de la marcha en cinta.	Equilibrio → plataforma SATEL.	G1>G3 (p < 0,05) G1>G2 (p < 0,05)
<b>Yang et al. (2016)</b> (28)	<b>G1:</b> 11	<b>G1:</b> fisioterapia convencional y entrenamiento de la marcha en cinta con EAR.	Velocidad de la marcha → GAITRite.	G1>G2 (p < 0,05)
	<b>G2:</b> 11	<b>G2:</b> fisioterapia convencional y entrenamiento de la marcha en cinta.	Equilibrio → plataforma Balancia.	G1>G2 (p < 0,05)
<b>Kyeung Yoon et al. (2016)</b> (29)	<b>G1:</b> 10	<b>G1:</b> entrenamiento de la marcha en cinta inclinada con EAR.	Velocidad de la marcha → acelerómetro inalámbrico de tres ejes.	G1>G3 (p < 0,05) G1>G2 (p < 0,05)
	<b>G2:</b> 10	<b>G2:</b> entrenamiento de la marcha en cinta.		
	<b>G3:</b> 10	<b>G3:</b> entrenamiento de la marcha en cinta inclinada.	Equilibrio → BBS.	G1>G3 (p < 0,05) G1>G2 (p < 0,05)

<b>Ki et al. (2015)</b> (30)	<b>G1:</b> 12  <b>G2:</b> 13	<b>G1:</b> TND y entrenamiento de la marcha con feedback auditivo.  <b>G2:</b> TND.	Equilibrio → TUG.	G1>G2 (p<0.01)
<b>Suh et al. (2014)</b> (31)	<b>G1:</b> 8  <b>G2:</b> 8	<b>G1:</b> TND y entrenamiento de la marcha con EAR.  <b>G2:</b> TND y entrenamiento de la marcha.	Velocidad de la marcha → no se especifica.  Equilibrio → sistema de equilibrio Biodex.	G1>G2 (p=0.012)  G1>G2 (p<0.05)
<b>Schauer et al. (2003)</b> (32)	23	<b>G1:</b> TND y entrenamiento de la marcha con retroalimentación motora musical.  <b>G2:</b> TND y entrenamiento de la marcha.	Velocidad de la marcha → Sensor plantar.	G1>G2 (p= 0.008)

EAR: Estimulación auditiva rítmica. TND: Terapia del neurodesarrollo. G1: Grupo 1. G2: Grupo 2. >: superior a...

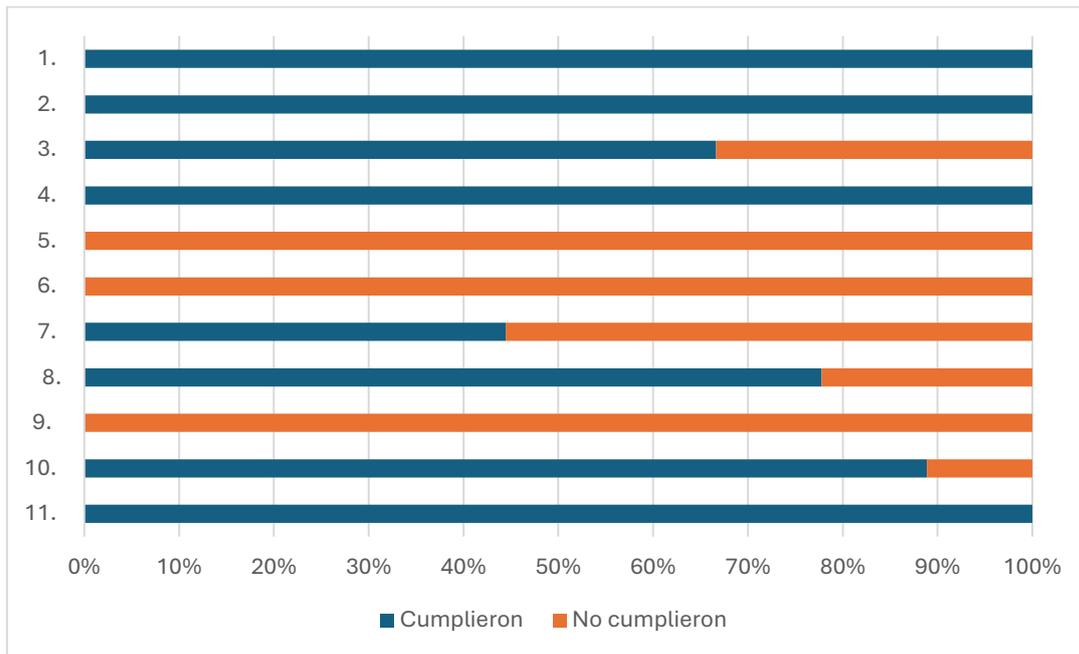
## Calidad metodológica de los ensayos incluidos

Los resultados de la evaluación de la calidad metodológica analizada con la escala PEDro mostraron que 5 estudios presentaron una calidad “buena”, con puntuaciones de entre 6 y 7 (24,26–28,31). Cuatro estudios obtuvieron puntuaciones entre 4 y 5, lo que indica una calidad “regular” (25,29,30,32). En todos los casos, se realizó una asignación al azar de los grupos y los grupos fueron similares al inicio del tratamiento. En ningún estudio se produjo un cegamiento de los pacientes ni de los terapeutas que guiaron el entrenamiento, tan solo en 4 estudio fue cegado el evaluador (24,26–28). La calidad metodológica de cada uno de los estudios incluidos se muestra en la Tabla 3. El porcentaje de riesgo de sesgo se presenta en la Figura 2, según los criterios cumplidos de la escala PEDro.

Tabla 3: Puntuación de la escala PEDro.

Referencia	Ítems											Total	Calidad del estudio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Ahmed et al. (2023) (24)	S	S	S	S	N	N	S	N	N	S	S	6/10	Buena
Wang et al. (2020) (25)	S	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	5/10	Regular
Lee et al. (2018) (26)	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S	7/10	Buena
Mainka et al (2018) (27)	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S	7/10	Buena
Yang et al. (2016) (28)	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S	7/10	Buena
Kyeung Yoon et al. (2016) (29)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10	Regular
Ki et al. (2015) (30)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10	Regular
Suh et al. (2014) (31)	S	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	6/10	Buena
Schauer et al. (2003) (32)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	N	S	4/10	Regular

Puntuación sobre 10 S - Sí cumple el criterio; N - No cumple el criterio.



Criterios:

1. Los criterios de elección están especificados
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores de pronóstico 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 los 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.

Figura 2: Porcentaje de riesgo de sesgo según los criterios cumplidos de la escala PEDro.

## DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión fue analizar la efectividad de las intervenciones basadas en el entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva. Los estudios analizados muestran de forma consistente que las intervenciones basadas en el entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva son eficaces para mejorar la velocidad de la marcha y el equilibrio en pacientes tras sufrir un ACV. De manera general se ha reportado que las mejoras superaron a las observadas en los grupos que realizaron solo entrenamiento convencional o aislado de la marcha, lo que sugiere que un componente auditivo puede potenciar los resultados de dichos parámetros.

La velocidad de la marcha fue una variable que mostró mejoras significativas entre los grupos, siendo superior en aquellos que recibieron retroalimentación auditiva (24–29,31,32). Una posible explicación de ese efecto puede ser que, como consecuencia de los estímulos rítmicos auditivos, los pacientes reciben una ayuda externa que facilite la sincronización y coordinación del paso, lo que contribuye al desarrollo de un patrón de la marcha más fluido y constante (33,34). Además, el estímulo auditivo vinculado al contacto del talón con el suelo podría reforzar el patrón rítmico de la marcha (35). Estas mejoras en la marcha tienen implicaciones importantes para los pacientes con ACV, ya que caminar de forma más segura y eficiente no solo favorece su autonomía, sino que también puede influir en otras variables funcionales y psicológicas (33,36). Por ello, la marcha no debe considerarse un elemento aislado, sino una función motora conectada con otros aspectos del tratamiento como la fuerza muscular, resistencia aeróbica o la espasticidad (37).

En relación con el equilibrio, los resultados obtenidos también fueron positivos (25–31). Esta mejora podría deberse a que el estímulo auditivo ayuda a la estabilidad postural y la distribución simétrica del peso, especialmente repartiendo el umbral de carga del paciente sobre el miembro afecto (26,38). Al igual que puede ocurrir con la velocidad de la marcha, la presencia de un estímulo externo constante podría ayudar a mejorar el control anticipatorio y la ejecución de ajustes posturales automáticos (39). En este sentido, mayor capacidad del paciente para mantener el control del cuerpo en diferentes situaciones de la vida diaria es clave en la prevención de caídas. Estas mejoras no solo tienen un impacto físico, sino también psicológico. Además, conviene destacar que un equilibrio más estable contribuye al desarrollo de una mayor confianza, ya que, al sentirse más seguro al moverse, disminuye el miedo a caerse y aumenta la iniciativa de caminar por sí mismo y mejora la participación en actividades de la vida diaria, esto es esencial para la rehabilitación para retomar su independencia (40).

Así mismo, aunque no han sido objeto de análisis en la presente revisión, algunos estudios incluyeron en su análisis otras variables funcionales que también mostraron mejoras relevantes. La simetría del paso fue significativamente superior en los grupos que recibieron retroalimentación auditiva, un aspecto clave para reducir compensaciones y favorecer un desplazamiento más funcional durante la marcha (24,26,32). Se observaron mejoras tanto en la cadencia (25–29,31,32), como en la longitud de paso (24,25,30,32), dos parámetros clave que indican una marcha más estructurada, lo cuál está estrechamente relacionado con una locomoción más eficiente. Asimismo, algunos autores reportaron un incremento en el tiempo

de apoyo (24,26,28), lo que puede sugerir una mejor tolerancia a la carga y mayor estabilidad funcional. Estos parámetros, aunque menos estudiados en comparación a la velocidad de la marcha y el equilibrio, ofrecen una visión detallada de cómo la retroalimentación auditiva puede favorecer a una reorganización global del patrón de marcha, con potenciales beneficios sobre la funcionalidad general y la prevención de recaídas o caídas. Por tanto, estos resultados refuerzan la idea de que el entrenamiento de la marcha con retroalimentación auditiva supone una herramienta con un enorme potencial, ya que no solo promueve ajustes inmediatos en la ejecución del movimiento, sino que también puede facilitar una reorganización corporal más completa.

En cuanto al tipo de intervención, los resultados sugieren que los protocolos más intensos y prolongados tienden a generar mayores beneficios, esto sugiere que realizar un entrenamiento de forma continua y basado en la práctica repetitiva hace que el aprendizaje sea mayor (41).

Así mismo, esta revisión presenta algunas limitaciones que conviene señalar. En primer lugar, no se han encontrado estudios que evalúen de forma específica variables como la espasticidad, la fuerza muscular, o la calidad de vida, las cuales son especialmente relevantes en la recuperación funcional de estos pacientes. La espasticidad puede limitar el rango de movimiento y alterar el patrón de la marcha (37), mientras que una fuerza muscular menor puede comprometer la postura y la estabilidad durante la marcha. Por todo ello la calidad de vida del paciente se puede ver gravemente afectada (42). Los estudios incluidos no reportan seguimiento a largo plazo por lo que no es posible determinar la durabilidad de los efectos de tratamiento observados. Además, se debe destacar que los estudios incluidos reflejan un interés mayor sobre este tipo de intervenciones en países asiáticos, concretamente en Corea del Sur y China (25,26,28–31), lo que también podría generar limitaciones para el resto de la población mundial, ya que las diferencias culturales, ambientales, sistemas de salud o factores genéticos pueden modificar los resultados en otras localizaciones. En este sentido se recomienda realizar estudios en otras regiones del mundo, para poder comparar los resultados y fortalecer las conclusiones.

Por todo lo anterior, se sugiere que futuras investigaciones analicen las variables dependientes más allá de los parámetros relacionados con la marcha y el equilibrio. En este sentido, sería relevante incluir medidas relacionadas con la espasticidad, la fuerza muscular de las extremidades inferiores y la calidad de vida. Estas variables no solo permitirían dar una visión más completa, sino que también podrían evidenciar otros beneficios clínicos no evaluados. Asimismo, se recomienda que los futuros ensayos incluyan periodos de seguimiento a largo plazo, para así evaluar la durabilidad de los efectos del entrenamiento y su impacto en la vida diaria de los pacientes.

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados de esta revisión sistemática sugieren que el entrenamiento de la marcha combinado con retroalimentación auditiva es una intervención eficaz en pacientes que han sufrido un ACV.

El entrenamiento de la marcha con feedback auditivo mejoró la velocidad de la marcha en pacientes que han sufrido un ACV.

El entrenamiento de la marcha con feedback auditivo mejoró el equilibrio en pacientes que han sufrido un ACV.

No se encontraron estudios que evaluaron los efectos de la espasticidad, la fuerza muscular ni la calidad de vida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Murphy SJ, Werring DJ. Stroke: causes and clinical features. *Medicine (Abingdon)*. 2020 Sep 1;48(9):561.
2. Día Mundial del Ictus 2024 | Ace Alzheimer Center Barcelona.
3. Johnston SC, Mendis S, Mathers CD. Global variation in stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance, and modelling. *Lancet Neurol*. 2009 Apr 1; 8(4):345–54.
4. Kissela BM, Khoury JC, Alwell K, Moomaw CJ, Woo D, Adeoye O, et al. Age at stroke: Temporal trends in stroke incidence in a large, biracial population. *Neurology*. 2012 Oct 23;79(17):1781–7.
5. Stroke - Causes and Risk Factors | NHLBI, NIH.
6. Krakauer JW. Arm function after stroke: From physiology to recovery. *Semin Neurol*. 2005 Dec ;25(4):384–95.
7. Handley A, Medcalf P, Hellier K, Dutta D. Movement disorders after stroke. *Age Ageing*. 2009 ;38(3):260–6.
8. Barker RN, Brauer S, Carson R. Training-induced changes in the pattern of triceps to biceps activation during reaching tasks after chronic and severe stroke. *Exp Brain Res*. 2009;196(4):483–96.
9. Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, Moore AP, Smith TL, Sharma AK. Prevalence of spasticity post stroke. *Clin Rehabil*. 2002; 16(5):515–22.
10. Kokotilo KJ, Eng JJ, Boyd LA. Reorganization of brain function during force production after stroke: A systematic review of the literature. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2009 Mar; 33(1):45–54.
11. Santisteban L, Térémetz M, Bleton JP, Baron JC, Maier MA, Lindberg PG. Upper limb outcome measures used in stroke rehabilitation studies: A systematic literature review. *PLoS One*. 2016 May 1;11(5).
12. Clark DJ, Ting LH, Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA. Merging of healthy motor modules predicts reduced locomotor performance and muscle coordination complexity post-stroke. *J Neurophysiol*. 2010 Feb;103(2):844–57.
13. Balaban B, Tok F. Gait Disturbances in Patients With Stroke. *PM and R*. 2014;6(7):635–42.

14. Mizuta N, Hasui N, Kai T, Inui Y, Sato M, Ohnishi S, et al. Characteristics of limb kinematics in the gait disorders of post-stroke patients. *Sci Rep.* 2024 Dec 1;14(1).
15. Li S. Patterns and assessment of spastic hemiplegic gait. *Muscle Nerve.* 2024 May 1;69(5):516–22.
16. Thrift AG, Thayabaranathan T, Howard G, Howard VJ, Rothwell PM, Feigin VL, et al. Global stroke statistics. *International Journal of Stroke.* 2017 Jan 1;12(1):13–32.
17. Langhorne P. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2013 Sep 11 ;2013(9).
18. Ghai S. Effects of real-time (sonification) and rhythmic auditory stimuli on recovering arm function post stroke: A systematic review and meta-analysis. *Front Neurol.* 2018 Jul 13 ;9(JUL).
19. Liu LY, Sangani S, Patterson KK, Fung J, Lamontagne A. Application of an Auditory-Based Feedback Distortion to Modify Gait Symmetry in Healthy Individuals. *Brain Sci.* 2024 Aug 1 ;14(8):798.
20. Sejdíć E, Fu Y, Pak A, Fairley JA, Chau T. The Effects of Rhythmic Sensory Cues on the Temporal Dynamics of Human Gait. *PLoS One.* 2012 Aug 21; 7(8):e43104. /
21. Ward TE, Soraghan CJ, Matthews F, Markham C. A concept for extending the applicability of constraint-induced movement therapy through motor cortex activity feedback using a neural prosthesis. *Comput Intell Neurosci.* 2007;2007.
22. 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. *The BMJ.* 2021 Mar 29; 372.
23. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother.* 2020 Jan 1;66(1):59.
24. Ahmed GM, Fahmy EM, Ibrahim MF, Nassief AA, Elshebawy H, Mahfouz MM, et al. Efficacy of rhythmic auditory stimulation on gait parameters in hemiplegic stroke patients: a randomized controlled trial. *Egyptian journal of neurology, psychiatry and neurosurgery.* 2023;59(1).
25. Wang Y, Pan WY, Li F, Ge JS, Zhang X, Luo X, et al. Effect of Rhythm of Music Therapy on Gait in Patients with Stroke. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases.* 2021;30(3):105544.
26. Lee S, Lee K, Song C. Gait training with bilateral rhythmic auditory stimulation in stroke patients: a randomized controlled trial. *Brain Sci.* 2018;8(9).
27. Mainka S, Wissel J, Voller H, Evers S. The use of rhythmic auditory stimulation to optimize treadmill training for stroke patients: a randomized controlled trial. *Front Neurol.* 2018;9(SEP):755.
28. Yang CH, Kim JH, Lee BH. Effects of real-time auditory stimulation feedback on balance and gait after stroke: A randomized controlled trial. *J Exp Stroke Transl Med.* 2016;9(1).

29. Kyeung Yoon S, Hee Kang S. Effects of inclined treadmill walking training with rhythmic auditory stimulation on balance and gait in stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(12):3367–70.
30. Ki KI, Kim MS, Moon Y, Choi JD. Effects of auditory feedback during gait training on hemiplegic patients' weight bearing and dynamic balance ability. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(4):1267–9.
31. Suh JH, Han SJ, Jeon SY, Kim HJ, Lee JE, Yoon TS, et al. Effect of rhythmic auditory stimulation on gait and balance in hemiplegic stroke patients. *NeuroRehabilitation.* 2014;34(1):193–9.
32. Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: Randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil.* 2003 Nov;17(7):713–22.
33. Roerdink M, Lamoth CJC, Kwakkel G, Van Wieringen PCW, Beek PJ. Gait coordination after stroke: Benefits of acoustically paced treadmill walking. *Phys Ther [Internet].* 2007 Aug ;87(8):1009–22.
34. Liu LY, Sangani S, Patterson KK, Fung J, Lamontagne A. Application of an Auditory-Based Feedback Distortion to Modify Gait Symmetry in Healthy Individuals. *Brain Sci.* 2024 Aug 1;14(8):798.
35. Araki S, Miyazaki T, Shibasaki J, Okumura K, Ishii A, Shimose D, et al. Examination of effect and responder to real-time auditory feedback during overground gait for stroke: a randomized cross-over study. *Sci Rep.* 2025 Dec 1;15(1).
36. Van Puyvelde M, Pattyn N. Advancing Patient Care With Biofeedback. *Handbook of Mental Performance: Lessons from High Performance Domains.* 2025 Jan 18; 169–97.
37. Li S, Pandat T, Chi B, Moon D, Mas M. Management Approaches to Spastic Gait Disorders. *Muscle Nerve.* 2025.
38. Wright RL, Bevins JW, Pratt D, Sackley CM, Wing AM. Stepping to an auditory metronome improves weight-bearing symmetry in poststroke hemiparesis. *J Appl Biomech.* 2018 Dec 1;34(6):469–73.
39. Douglass-Kirk P, Grierson M, Ward NS, Brander F, Kelly K, Chegwidan W, et al. Real-time auditory feedback may reduce abnormal movements in patients with chronic stroke. *Disabil Rehabil.* 2023;45(4):613–9.
40. Nairn B, Tsakanikas V, Gordon B, Karapintzou E, Kaski D, Fotiadis DI, et al. Smart Wearable Technologies for Balance Rehabilitation in Older Adults at Risk of Falls: Scoping Review and Comparative Analysis. *JMIR Rehabil Assist Technol.* 2025; 12.
41. Boyne P, Billinger SA, Reisman DS, Awosika OO, Buckley S, Burson J, et al. Optimal Intensity and Duration of Walking Rehabilitation in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2023 Apr 10;80(4):342–51.
42. Shin J, Chung Y. The effects of treadmill training with visual feedback and rhythmic auditory cue on gait and balance in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2022;51(3):443–53.

## ANEXOS

### I. Estrategias de búsqueda

**PUBMED:** ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields] OR "strokes"[All Fields] OR "stroke s"[All Fields]) AND (((("auditorially"[All Fields] OR "auditory"[All Fields]) AND ("cues"[MeSH Terms] OR "cues"[All Fields])) OR (("auditorially"[All Fields] OR "auditory"[All Fields]) AND ("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields] OR "feedbacks"[All Fields] OR "feedback s"[All Fields])) OR (("gait"[MeSH Terms] OR "gait"[All Fields]) AND ("education"[MeSH Subheading] OR "education"[All Fields] OR "training"[All Fields] OR "education"[MeSH Terms] OR "train"[All Fields] OR "train s"[All Fields] OR "trained"[All Fields] OR "training s"[All Fields] OR "trainings"[All Fields] OR "trains"[All Fields]))) AND ("walking speed"[MeSH Terms] OR ("walking"[All Fields] AND "speed"[All Fields]) OR "walking speed"[All Fields] OR ("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields]) OR ("muscle strength"[MeSH Terms] OR ("muscle"[All Fields] AND "strength"[All Fields]) OR "muscle strength"[All Fields]) OR ("muscle spasticity"[MeSH Terms] OR ("muscle"[All Fields] AND "spasticity"[All Fields]) OR "muscle spasticity"[All Fields] OR "spastic"[All Fields] OR "spasticity"[All Fields] OR "spastics"[All Fields] OR "spasticities"[All Fields]) OR ("quality of life"[MeSH Terms] OR ("quality"[All Fields] AND "life"[All Fields]) OR "quality of life"[All Fields]))

**PEdro:** Stroke AND auditory feedback

**Cochrane:** stroke AND (auditory feedback OR auditory feedback OR gait training) AND (walking speed OR muscle strength OR spasticity OR balance OR quality of life)

**Scopus:** Stroke AND ("Gait Training" OR "auditory feedback" OR "auditory cues") AND ("Walking Speed" OR "Muscle Strength" OR "Balance" OR "Spasticity" OR "Quality of Life")