

## **Análisis de las características de la marcha en pacientes hemipléjicos: Una revisión sistemática.**

Valentina Sánchez Collazos, Universidad Santiago de Cali (USC), Mary Alejandra Escobar (USC), Florencio Arias (USC).

### **RESUMEN**

**Introducción:** El accidente cerebrovascular (ACV) es una condición médica grave que interrumpe el flujo sanguíneo cerebral y es una de las principales causas de discapacidad y mortalidad a nivel mundial, siendo la segunda causa de muerte en Colombia. En Santiago de Cali, las tasas de mortalidad por ACV son causa de preocupación para la salud pública. La hemiplejía, la pérdida de la capacidad motora en un lado del cuerpo, es una secuela común del ACV que afecta varios aspectos, incluido el patrón de la marcha. La marcha, un proceso esencial en la locomoción humana, se ve alterada en pacientes con secuelas de ACV, lo que ha llevado a estudiar diversos parámetros temporo-espaciales de la marcha. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es recopilar y analizar los parámetros más evaluados de la marcha en pacientes con secuelas de ACV, particularmente la hemiplejía.

**Materiales y métodos:** Se llevó a cabo una revisión sistemática utilizando una estrategia de búsqueda aplicada a las bases de datos PubMed, Science Direct, lilacs, SciELO y Scopus. Se incluyeron estudios experimentales, cuasiexperimentales, de cohortes, de casos y controles, así como estudios transversales. Se excluyeron estudios que involucraron población infantil y adolescente, población con diagnósticos diferentes al ACV, revisiones narrativas y estudios de casos.

**Resultados:** Se incluyeron 8 artículos (280 pacientes con accidentes cerebrovasculares), se registraron pacientes con edades entre 52 y 66 años, con un rango de tiempo posterior al evento que varió desde 7 semanas hasta 168 meses (14 años). La revisión sistemática destacó que de los 13 parámetros espacio-temporales de la marcha analizados, los más frecuentemente evaluados fueron la velocidad, longitud de zancada, longitud de paso, cadencia y fase de apoyo, con un promedio de 5 evaluaciones por parámetro.

**Conclusiones:** El estudio de los parámetros espacio-temporales relacionados con la marcha es de gran beneficio para la creación de protocolos específicos en la rehabilitación de pacientes con secuelas de ACV. Sin embargo, es necesario realizar más estudios que consideren los casos individuales y la heterogeneidad de los protocolos utilizados.

**Palabras Claves:** Accidente cerebrovascular, hemiplejía, marcha, análisis temporo espacial.

## INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV), también conocido como ictus, es una emergencia médica caracterizada por la interrupción del flujo sanguíneo cerebral. Esta interrupción puede deberse a la ruptura de un vaso sanguíneo o a la obstrucción del flujo en un vaso. El ACV se considera la principal causa de discapacidad a nivel mundial y la segunda causa de mortalidad en Colombia (1-2). Se estima que en Colombia fallecen 32 de cada 100.000 habitantes debido a un ACV (3). En Santiago de Cali, se calcula que las tasas de mortalidad podrían ser iguales o incluso superiores a nivel nacional, alcanzando las 28 muertes por cada 100.000 habitantes (4). El ACV provoca diversos signos y síntomas según su ubicación y el grado de afectación, siendo la hemiplejía una de las principales afectaciones a nivel motor. Los trastornos del movimiento posteriores a un accidente cerebrovascular pueden manifestarse con lesiones que afectan a cualquier segmento del circuito motor; ya sea cortical, que incluye las áreas corticales motora primaria, motora suplementaria y premotora; o subcortical, que afecta a los ganglios basales, el tálamo, la cápsula interna, el diencefalo y el mesencefalo; o circuito cerebeloso (44).

La hemiplejía se caracteriza por la pérdida de la capacidad motora o fuerza en un hemicuerpo, ya sea el derecho o izquierdo, causada como consecuencia de un ACV (5-6). A su vez, se ven afectados diferentes componentes, como lo sensorial, cognitivo y del lenguaje (7-8). El compromiso motor es comúnmente el más afectado debido a esta secuela, lo que resulta en una alteración del patrón de la marcha (9-11).

La marcha constituye un proceso fundamental en la locomoción humana. Se define como el movimiento mediante el cual el cuerpo se desplaza hacia adelante en posición erecta, alternando el peso entre ambas extremidades inferiores (12-13). Durante este proceso, se producen diversas variaciones temporo-espaciales que han sido objeto de estudio por parte de la ciencia. Entre estas variaciones se incluyen la velocidad, la longitud de zancada, la frecuencia de pasos, la simetría entre extremidades, el tiempo de contacto del pie con el suelo y la cinemática de las principales articulaciones (14-16).

En consecuencia, la presente investigación sobre el análisis de los diferentes parámetros temporo-espaciales de la marcha en pacientes con secuelas de ACV, y cómo estos parámetros fueron evaluados para comprender la magnitud de la afectación en las actividades diarias de la vida de estos pacientes, es de gran importancia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es recopilar y analizar los parámetros más evaluados de la marcha en pacientes con secuelas de ACV, particularmente la hemiplejía.

## MÉTODOS

Este estudio se realizó siguiendo las recomendaciones de la Colaboración Cochrane y la declaración PRISMA. El protocolo fue registrado en el registro prospectivo internacional de revisiones sistemáticas (PRÓSPERO):

### Criterios de elegibilidad

**Estudios incluidos:** Se incluyeron estudios experimentales, cuasiexperimentales, de cohortes, de casos y controles y transversales.

**Criterios de exclusión:** Población infantil y adolescente, pacientes con traumatismos craneoencefálicos o enfermedades neurodegenerativas, revisiones narrativas y estudios de casos.

**Participantes:** Adultos con diagnóstico de hemiplejía.

**Factor a evaluar:** Análisis de protocolos de evaluación de patrones temporoespaciales de la marcha.

**Resultado primario:** Se examinó la marcha mediante diversas metodologías, evaluando parámetros como la velocidad, distancia, cadencia, amplitud de paso, entre otras variables temporo-espaciales específicas de la marcha.

**Fuentes de información:** La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos: PubMed, Science Direct, lilacs, SciELO y Scopus, se incluyeron ensayos clínicos controlados, estudios de casos y controles, cohortes y transversales desde el inicio hasta noviembre de 2023, para asegurar la saturación de la literatura, se escanearon referencias de artículos relevantes identificados a través de referencias, congresos, bases de datos de tesis, Open Grey, Google Scholar y Clinicaltrials.gov.

La búsqueda se realizó utilizando términos DeCS/Mesh y palabras relacionadas, se usaron las diferentes combinaciones con los operadores booleanos. No se impuso ninguna restricción de idioma o tiempo. (Apéndice 1).

### **Recopilación de datos**

El proceso de extracción de la información fue llevado a cabo por dos investigadores, quienes revisaron cada referencia por título y resumen. Posteriormente, se procedió con el escaneo de los textos completos de los estudios relevantes, aplicando criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, y extrayendo los datos pertinentes. Cualquier desacuerdo entre los investigadores fue resuelto mediante consenso; en caso de persistir la discrepancia, un tercer revisor intervino para resolver el conflicto.

Dos revisores entrenados utilizaron un formulario estandarizado para extraer de manera independiente la siguiente información de cada artículo: diseño del estudio, ubicación, nombres de los autores, título, objetivos, número de pacientes incluidos, duración del estudio, definiciones de resultados, resultados obtenidos y medidas de asociación.

### **Evaluación del riesgo de sesgo (calidad)**

La calidad de los estudios y el riesgo de sesgo en los estudios no aleatorizados fueron evaluados utilizando la puntuación del Índice Metodológico para estudios no aleatorios (MINORS) (17) de manera independiente y ciega. Se incluyeron únicamente los estudios que recibieron una calificación superior a 11. En cuanto a los ensayos clínicos, se aplicó la escala de Pedro (18), que examina la aleatorización, el cegamiento y la presentación de resultados. Los estudios que obtuvieron una calificación de 6 a 10 en esta escala

fueron considerados de alta calidad metodológica, por lo que se incluyeron todos aquellos con una calificación superior a 6. Cualquier discrepancia entre los autores durante la evaluación de la calidad se resolvió mediante discusión; en caso de no llegar a un acuerdo, se consultó a un tercer autor.

## **RESULTADOS**

Se identificaron inicialmente 4462 estudios a partir de las búsquedas en bases de datos. Tras excluir estudios duplicados, se evaluaron 1514 estudios por título y resumen, de los cuales 1326 fueron excluidos por ser revisiones sistemáticas, cartas al editor, protocolos de intervención o por no estar relacionados con el tema de interés. Posteriormente, se analizaron 188 estudios en texto completo, de los cuales 176 no cumplieron los criterios de inclusión, y finalmente, se evaluaron 12 estudios con la escala de PEDro, de los cuales 4 estudios fueron excluidos debido a una baja calificación en calidad metodológica y finalmente 8 artículos fueron incluidos en esta revisión (Figura 1).

### **Características de los estudios incluidos**

8 artículos fueron incluidos, 6 fueron de tipo ensayo clínico controlado (19)(21)(23-26) y 2 de tipo ensayo prospectivo (20)(22), 7 de los artículos incluidos fueron del continente asiático (19-20)(22-26) y uno de ellos del continente africano (21): 4 China (19)(22-23)(25), 2 Corea (24)(26), 1 Taiwán (20) y 1 Egipto (21), todos ellos en idioma inglés (Tabla 1).

### **Características de los estudios excluidos**

Los artículos excluidos no mostraban conexión con el resultado de interés. Además, se prescindió de las cartas al editor, las revisiones sistemáticas/narrativas, los protocolos de intervención con medicamentos, los estudios en animales y los estudios que incluían población infantil.

### **Calidad metodológica**

El puntaje promedio en la escala PEDro para los estudios analizados, detallado en la Tabla 2, fue de 8 puntos. Las omisiones más frecuentes se observaron en el cegamiento de todos los terapeutas que administraron la terapia y en el cegamiento de todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave.

### **Características de los participantes**

En la Tabla 3 se presentan las características de los participantes, donde se observa que las muestras variaron entre 30 (20) y 54 (25) participantes. La edad de los sujetos incluidos en los estudios osciló entre los 52 y 66 años. En cuanto al sexo de los participantes, se informó en 7 estudios (19-20)(22-26), siendo el sexo masculino el más predominante. Respecto al lado afectado por la hemiplejía, se mencionó en 7 estudios (19-20)(22-26), siendo el hemicuerpo derecho el más frecuente. Además, todos los estudios (19-26) proporcionaron información sobre el tiempo transcurrido después del accidente cerebrovascular (ACV), que varió entre 7 semanas y 168 meses (14 años).

### **Parámetros temporo-espaciales más evaluados del patrón de la marcha.**

Los parámetros temporo-espaciales más estudiados entre los análisis incluidos fueron la velocidad de la marcha, longitud de zancada, longitud de paso, la cadencia y fase de apoyo. Cada uno de estos parámetros fue evaluado una vez por estudio, con un total de 8 reportes (19-26) para la velocidad de la marcha, 5 (19-20)(24-26) para longitud de zancada, 5 (19)(21-23)(26) para longitud de paso, 5 (19-20)(24-26) para la cadencia y 3 (20)(24-25) para la fase de apoyo. Los parámetros que mostraron una repetición moderada fueron el ciclo de paso y la fase de oscilación, reportados en dos estudios cada uno. Por otro lado, los parámetros menos estudiados, con un reporte por estudio, fueron la simetría de fase de apoyo y oscilación, el tiempo de soporte único y doble, índice de ambulación, índice de simetría temporal, ancho de marcha, ángulo de desviación de dedos y apoyo doble (Tabla 3).

### **Resultados de parámetros temporo-espaciales de la marcha.**

En esta revisión, ocho estudios (19-26) evaluaron la velocidad de la marcha. De estos, siete estudios (19-25) registraron una mejora significativa en el patrón de la marcha en sus grupos experimentales en relación a un aumento en la velocidad de la marcha, en comparación con el estudio restante (26), donde no se encontraron diferencias significativas entre los grupos intervenidos control y experimental en cuanto a la velocidad de los pacientes.

Cinco estudios (19-20)(24-26) que evaluaron la longitud de la zancada, utilizando protocolos con duraciones que oscilan entre las 2 y las 6 semanas de intervención. La medición de los resultados se llevó a cabo de diferentes maneras: dos estudios (24)(26) midieron en centímetros (cm), otros dos (19-20) en metros (m), mientras que un estudio (25) no especificó la unidad de medida utilizada. En cuatro de los estudios (19-20)(24-25), se observaron resultados significativos en los grupos experimentales en cuanto a la distancia total recorrida durante dos pasos consecutivos, uno con cada pie. Sin embargo, solo uno (24) de los estudios informó significancia a su vez en su grupo de control, a diferencia de los otros cuatro estudios documentados.

En cinco estudios (19)(21-23)(26), se reportaron resultados sobre la variable de la longitud del paso utilizando unidades de medida en centímetros (23)(26) y metros(19)(21). Sin embargo, uno (22) de estos estudios no especificó la unidad de medida utilizada. Se observó una mejora significativa en la longitud del paso en cuatro (21-23)(26) de los estudios analizados, en comparación con el estudio (19) restante, que no informó ninguna significancia en su grupo experimental ni en el de control en relación a la distancia lineal entre el punto inicial y el punto final de un paso.

En cinco estudios (19-20)(24-26) incluidos en esta revisión, se presentaron resultados relacionados con la variable de cadencia, medida a través de la relación de pasos por minuto (pasos/minuto). Cuatro (19-20)(24)(26) de estos estudios emplearon esta medida específica, mientras que uno (25) de ellos no especificó la unidad de medida utilizada. La duración de las intervenciones varió entre 30 minutos y 2 horas. Únicamente un estudio (20) informó mejoras significativas en la cantidad de pasos

datos por minuto. Esta significancia se observó tanto en el grupo experimental como en el grupo control.

En esta revisión, otra de las variables más mencionadas fue la fase de apoyo, la cual fue objeto de análisis en tres (20) (24-25) estudios utilizando medidas de porcentaje (%) de tiempo de duración del apoyo del pie sobre el suelo. Se observaron mejoras significativas en la duración de este apoyo en dos artículos (20)(24) incluidos. Es importante destacar que esta mejora se mantuvo en uno de los dos grupos de control de los estudios mencionados.

## **DISCUSIÓN**

Esta revisión sistemática reveló que las variables temporo-espaciales más investigadas de la marcha, son: la velocidad de la marcha, longitud de zancada, longitud de paso, cadencia y fase de apoyo, los cuales experimentaron una mejora significativa en al menos uno de los estudios en los que fueron evaluadas. Estos hallazgos orientan los enfoques de la rehabilitación hacia estos parámetros, lo que potencialmente facilita una rehabilitación más oportuna y beneficiosa. Después de un accidente cerebrovascular, los pacientes presentan variaciones considerables en los patrones de marcha, dependiendo de la función residual y la gravedad del deterioro sensoriomotor (41). Numerosos investigadores han subrayado la importancia crucial de la marcha en la vida humana, lo que señala la necesidad de una rehabilitación efectiva y oportuna. Entre los expertos que han contribuido significativamente a este campo se encuentran, Sana Khalid et al (40), los cuales mencionan que la marcha es una de las características claves para participar en actividades comunitarias y ocupacionales. Por lo tanto, la rehabilitación de la marcha de manera adecuada después del evento es crucial para la independencia funcional y la deambulación en la comunidad. Hay muchos enfoques para la rehabilitación de la marcha basados en diferentes modelos de fisiología motora y enfermedad. Clara Selves, et al, durante el 2020 (42), mencionan que la recuperación de la capacidad de caminar es uno de los principales objetivos de la rehabilitación tras un ACV. Poder predecir si un paciente va a caminar después del Ictus y cuándo lo va a hacer es de gran interés para el manejo de las expectativas de los pacientes y sus familias. Este mismo año, un estudio de Takuma Ii, et al, (43), refiere que, el accidente cerebrovascular es una de las enfermedades más comunes en la rehabilitación y causa diversos trastornos. En particular, la alteración de la marcha debida a la hemiplejía posterior a un ictus, es una discapacidad grave en la que muchos pacientes requieren ayuda para caminar. Además, las personas con esta afectación podrían correr riesgo de sufrir caídas debido a la inestabilidad al caminar. Diversos escritores, asocian los riesgos de caídas con otros factores, entre estos se encuentran, Rosa Cabanas-Valdés et al, en el 2021, quienes argumentan que, el deterioro del tronco está estrechamente asociado con el desequilibrio postural y la inestabilidad del rendimiento funcional en la marcha y en el equilibrio de pie, lo que aumenta el riesgo de caídas y el miedo a caer.

En el análisis de la marcha mediante diversos dispositivos o programas, se ha observado que la velocidad de marcha es la variable más relevante, lo que sugiere que posiblemente podría utilizarse como un indicador clave para establecer metas en la rehabilitación de pacientes con secuelas de ACV. La marcha es una de las funciones claves después de un evento de este tipo. Las personas después de una afectación de este tipo, generalmente presentan problemas de la marcha con un tiempo de zancada más largo y una velocidad y cadencia de marcha más bajas en comparación con individuos sanos de la misma edad (38). El análisis de la marcha humana es un instrumento potencial de diagnóstico para la identificación clínica de diferentes alteraciones (31). En este contexto, se ha observado que la velocidad del movimiento es una variable especialmente relevante. Algunas investigaciones han demostrado que la velocidad de la marcha puede utilizarse como un indicador clave para establecer metas en la rehabilitación de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular (ACV). (32). En esta revisión, siete de los ocho estudios consideraron esta variable, de los cuales al menos tres mantuvieron su significancia tanto en el grupo control como en el experimental. En el estudio llevado a cabo por Zavala et al (27), se empleó la musicoterapia neurológica en adultos mayores con el propósito de mejorar los parámetros de la marcha, revelando resultados que mostraron un aumento en la velocidad promedio de la marcha entre los participantes. A su vez, en un estudio realizado en el año 2024 por González-Hoelling, Samira et al (33), encontraron que la estimulación auditiva rítmica, mejora los parámetros de marcha y equilibrio en pacientes con accidente cerebrovascular en todas las fases en comparación con el inicio y versus grupos de control con tratamiento convencional. En el año 2021, Yao Wang y sus colaboradores (46), en su estudio concluyen que, bajo la estimulación del ritmo musical, la aplicación de musicoterapia para pacientes con accidente cerebrovascular puede mejorar su marcha, capacidad para caminar, función motora de las extremidades inferiores, capacidad de equilibrio y satisfacción con el tratamiento. Estos resultados aportan otros tipos de procedimientos para que se pueda llevar a cabo la rehabilitación de la marcha en pacientes con secuelas de ACV como la hemiplejía.

Una variable adicional a considerar fue la heterogeneidad de los protocolos utilizados en los estudios, ya que no se observó una correlación entre la significancia de los parámetros espacios-temporales y la aplicación de tratamientos específicos. Esto se debe a la variedad de tratamientos empleados, que incluyeron tanto enfoques especializados como convencionales, así como el uso de ayudas externas. Este aspecto fue señalado por Gutiérrez de los Santos Rebeca et al (28), donde se utilizaron distintos métodos de neurorrehabilitación, incluyendo rehabilitación física, defectología y terapias con agentes físicos. Los resultados encontrados fueron significativos en la recuperación de la funcionalidad de los pacientes post ACV. De igual forma, Jawaria Shahid et al, en el 2023 (37), mencionan que, además de la medicina, la rehabilitación del accidente cerebrovascular debe abordar limitaciones funcionales específicas para permitir actividades grupales y un uso superior de una extremidad hemiparética. En el abordaje de la rehabilitación, se tienen en cuenta otros métodos de tratamientos que mezclan métodos tanto convencionales, como especializados. En base a esto

Janakiraman et al, en el 2024 (39), comentan que, se ha demostrado que agregar dimensiones a la retroalimentación visual además del espejo para la vista frontal en tiempo real mejora la marcha. Por lo tanto, es importante diseñar una retroalimentación visual adicional en tiempo real en el entrenamiento en cinta de correr. Existen investigadores que se apoyan de este tipo de ayudas externas, como lo mencionan, Bohan Zhang et al (47), en su revisión realizada en el año 2023, donde buscaban evaluar efectividad comparativa y la clasificación del entrenamiento asistido por robot, la realidad virtual y la rehabilitación asistida por robot combinada con realidad virtual para mejorar el equilibrio, la marcha y la función diaria en pacientes con accidente cerebrovascular. Estos encontraron que el entrenamiento asistido por robot combinado con realidad virtual fue probablemente la mejor intervención para el equilibrio, y la realidad virtual podría ser la más útil para mejorar la función diaria y la marcha de los pacientes con secuelas después de un accidente cerebrovascular. La realidad virtual ofrece nuevas formas de tratamientos para este tipo de afectaciones, como lo describen E. De Keersmaecker et al, en el 2021 (49), en su estudio, aclarando que, esta técnica durante el entrenamiento de la marcha en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular puede ofrecer un valor añadido al proporcionar un entrenamiento específico para cada tarea en entornos más interactivos y motivadores. A la luz de estas consideraciones, se evidencian diversas estrategias terapéuticas para optimizar la capacidad de marcha en pacientes que presentan secuelas tras un accidente cerebrovascular (ACV).

Otras variables a tener en cuenta son la longitud de paso, la longitud de zancada y la cadencia, las cuales mostraron resultados significativos en al menos dos de los estudios en los que fueron evaluadas. Estas variables son fundamentales para evaluar la evolución de la marcha en pacientes con secuelas de ACV. La longitud de paso y de zancada, así como la cadencia, proporcionan información detallada sobre la coordinación, el equilibrio y la eficiencia del movimiento del paciente. Mohamed Iqbal, et al, en el 2020, (34), buscaban comparar la efectividad del entrenamiento dual específico y la fisioterapia convencional en la deambulación de pacientes con accidente cerebrovascular crónico, evaluando variables, como, la longitud del paso, la longitud de la zancada, el tiempo de ciclo y la cadencia antes y después del tratamiento, encontrando que la fisioterapia convencional y el entrenamiento de doble tarea mejoraron eficazmente la capacidad de marcha de pacientes con accidente cerebrovascular crónico, y este último mostró una mejora significativa en todas las variables espaciales y temporales de la marcha en comparación con el primero. Por otra parte, Nascimento LR et al (29), En su estudio, evaluaron el entrenamiento de la marcha con indicaciones específicas para mejorar la cadencia y la longitud de la zancada. Los resultados obtenidos destacaron los beneficios de este tipo de entrenamiento, mostrando que la cadencia resultó en una caminata más rápida y que la longitud de la zancada fue mayor en comparación con el entrenamiento de caminata sin estas indicaciones. En el 2019, Donggeon Lee y Gyuchang Lee (35), buscaban investigar los efectos de la estimulación eléctrica aferente con terapia de espejo sobre la función motora, el equilibrio y la marcha en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular

crónico; estos evaluaban la fuerza muscular, equilibrio y la velocidad de la marcha, la longitud del paso y la longitud de la zancada, encontrando que, en terapia de espejo con estimulación eléctrica aferente puede mejorar eficazmente la fuerza muscular y la capacidad de marcha.

Otro autor que resaltó en su estudio el uso de cadencia por parte de sus participantes fue Wang J-C et al (30). En su estudio comparó la adaptación de la velocidad y la distancia temporal de la caminata entre pacientes sanos y aquellos con secuelas de ACV, se observó una diferencia notable en las estrategias empleadas. Los participantes con hemiplejía, al caminar en una cinta de correr no motorizada, mostraron una tendencia a aumentar la velocidad de caminata principalmente mediante el incremento de la cadencia. De igual forma Juan W Chow, et al (48), durante el 2023, investigaron también a cerca de la cadencia de la marcha, encontrándose que esta es más variable a velocidades más lentas, tanto en sujetos con ACV como en controles sanos. Después de tener en cuenta la velocidad de marcha libre, la mayor variabilidad de solo unos pocos parámetros temporales puede atribuirse a un ACV reciente. Así mismo, Yogevev Koren, et al (50), en el 2024, determinaron que, la mayor variabilidad espaciotemporal de la marcha se considera un biomarcador clínico del envejecimiento y la patología, y un predictor de futuras caídas. Sin embargo, no está claro si la mayor variabilidad espaciotemporal observada en personas con ACV está directamente relacionada con la patología o simplemente refleja su elección de velocidad al caminar. En el año 2020, Kyun Hee Cho et al (36), en su estudio, evaluaron los efectos de la movilización articular y el estiramiento activo en el rango de movimiento de la articulación del tobillo y la marcha en pacientes con ACV, encontrando que, la terapia combinada de movilización articular y estiramiento activo mejora el rango de movimiento de la articulación del tobillo y las variables de la marcha espaciotemporal en pacientes con accidente cerebrovascular, lo que sugiere que la rehabilitación del tobillo de los pacientes con este tipo de eventos debe incluir una estructura articular limitada y un acortamiento de los músculos.

## **CONCLUSIONES**

La implementación de distintas estrategias terapéuticas para los pacientes con secuelas de ACV ha demostrado ser útil para mejorar los parámetros espacio-temporales de la marcha. Sin embargo, se necesita una evaluación cuidadosa y detallada de cada paciente, considerando los factores contextuales, las condiciones individuales y las características clínicas.

El análisis de la evidencia encontrada indica una mejora positiva en variables espacio-temporales más estudiadas asociadas con la marcha en pacientes con secuelas de ACV. Sin embargo, a pesar de los resultados alentadores, esta revisión presenta limitaciones, principalmente relacionadas con la variabilidad de los protocolos de tratamiento y en las características de los participantes incluidos. Por lo tanto, se requiere llevar a cabo investigaciones adicionales para profundizar en la comprensión de la mejora de los parámetros de la marcha en este grupo de pacientes, con el objetivo de establecer un protocolo de aplicación eficaz en los programas de rehabilitación.

## **Agradecimientos**

Con gratitud, nos gustaría expresar nuestros sinceros agradecimientos a Dios, nuestro guía y sustento en este camino de aprendizaje. También queremos agradecer profundamente a nuestro tutor, Florencio Arias, cuya orientación y apoyo fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a nuestra familia, cuyo amor incondicional y constante aliento nos han fortalecido en cada paso del camino. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

**Conflictos de interés:** Ninguno.

**Fuentes de financiación:** Esta revisión sistemática (investigación) no ha contado con apoyo financiero de agencias del sector público, entidades comerciales ni organizaciones sin fines de lucro.

## Referencias

1. Enfermedades cardiovasculares. Who.int. [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases>
2. La Carga de Enfermedades Cardiovasculares. Paho.org. [Internet]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-cardiovasculares>
3. Pinilla-Monsalve GD, Vergara-Aguilar JP, Machado-Noguera B, Gutiérrez-Baquero J, Cabezas-Vargas Z, Bejarano-Hernández J. Estudio de la epidemiología neurológica en Colombia a partir de información administrativa (ESENCIA). Resultados preliminares 2015-2017. Rev Univ Ind Santander Salud. [Internet]. 2021;53(1). Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/11958>
4. Cali. S de salud publica. SEM. [Internet]; 2021. <https://www.cali.gov.co/loader.php?Servicio=Tools2&ITipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=60214>
5. Olabarrieta-Landa L, Pugh M Jr, Calderón Chagualá A, Perrin PB, Arango-Lasprilla JC. Trajectories of memory, language, and visuoperceptual problems in people with stroke during the first year and controls in Colombia. Disabil Rehabil [Internet]. 2021;43(3):324–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2019.1622799>
6. Alessandro L, Olmos LE, Bonamico L, Muzio DM, Ahumada MH, Russo MJ, et al. REHABILITACIÓN MULTIDISCIPLINARIA PARA PACIENTES ADULTOS CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR [Internet]. Medicinabuenosaires.com. Disponible en: <https://www.medicinabuenosaires.com/PMID/32044742.pdf>
7. Balmaseda R, Barroso Martín JM, León Carrión J. Déficit neuropsicológicos y conductuales de los trastornos cerebrovasculares. Revista española de neuropsicología [Internet]. 2002;4(4):312–30. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/51075>
8. Bernal MYP. ALTERACIONES DE LA FUNCIÓN MOTORA DE MIEMBRO SUPERIOR EN LA HEMIPLEJÍA –MODELOS DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA [Internet]. Edu.co. Disponible en: <https://revmovimientocientifico.iberro.edu.co/article/view/304>
9. Grassino M. Prevalencia de la disminución de la flexión dorsal del tobillo en pacientes post ACV [Internet]. Edu.ar:8082. 2021. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1811>

10. Molteni F, Gasperini G, Gaffuri M, Colombo M, Giovanzana C, Lorenzon C, et al. Wearable robotic exoskeleton for overground gait training in sub-acute and chronic hemiparetic stroke patients: preliminary results. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2017;53(5). Disponible en: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2017N05A0676>
11. Sánchez-Silverio V, Abuín-Porras V, Rodríguez-Costa I. Principios del aprendizaje motor: Una revisión sobre sus aplicaciones en la rehabilitación del accidente cerebrovascular. Rev Ecuat Neurol [Internet]. 2020;29(3):84–91. Disponible en: <https://revecuatneurol.com/wp-content/uploads/2020/12/2631-2581-rneuro-29-03-00084.pdf>
12. Martín Noguerras A, Calvo Arenillas JL, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Sánchez Sánchez C. Fases de la marcha humana. Rev Iberoam Fisioter Kinesiología [Internet]. 1999;2(1):44–9. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fasesmarcha-humana-13012714>
13. José Henry Osorio MHV. Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana [Internet]. Redalyc.org. 2013. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2738/273828094009.pdf>
14. Cámara J. Gait analysis: phases and spatio-temporal variables [Internet]. SciELO. 2011. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-38032011000100011#:~:text=La%20marcha%20se%20define%20como,ciclo%20b%C3%A1sico%20de%20la%20marcha.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032011000100011#:~:text=La%20marcha%20se%20define%20como,ciclo%20b%C3%A1sico%20de%20la%20marcha.)
15. Mariana Haro D. Laboratorio de análisis de marcha y movimiento. Rev médica Clín Las Condes [Internet]. 2014;25(2):237–47. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70034-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70034-3)
16. Suárez EM. ANÁLISIS CINEMÁTICO Y CINÉTICO DE LA MARCHA HUMANA [Internet]. Fondoscience.com. Disponible en: <https://www.fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/rpt.1701.fs031008-analisis-cinematico-cinetico-marcha-humana.pdf>
17. Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological index for non-randomized studies (minors): development and validation of a new instrument. ANZ J Surg. 2003;73(9):712-6.

18. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
19. Mao YR, Zhao JL, Bian MJ, Lo WLA, Leng Y, Bian RH, et al. Spatiotemporal, kinematic and kinetic assessment of the effects of a foot drop stimulator for home-based rehabilitation of patients with chronic stroke: a randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2022;19(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-022-01036-0>
20. Huang W-Y, Tuan S-H, Li M-H, Hsu P-T. Efficacy of a novel walking assist device with auxiliary laser illuminator in stroke Patients~ a randomized control trial. *J Formos Med Assoc* [Internet]. 2022 ;121(3):592–603. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34247893/>
21. 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. *Egypt J Neurol Psychiatr Neurosurg* [Internet]. 2023;59(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s41983-023-00606-w>
22. Zhang H, Li X, Gong Y, Wu J, Chen J, Chen W, et al. Three-dimensional gait analysis and sEMG measures for robotic-assisted gait training in subacute stroke: A randomized controlled trial. *Biomed Res Int* [Internet]. 2023;2023:1–12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37082189/>
23. Shen J, Ma L, Gu X, Fu J, Yao Y, Liu J, et al. The effects of dynamic motion instability system training on motor function and balance after stroke: A randomized trial. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2023 ;53(1):121–30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37424480/>
24. Baek CY, Chang WN, Park BY, Lee KB, Kang KY, Choi MR. Effects of dual-task gait treadmill training on gait ability, dual-task interference, and fall efficacy in people with stroke: A randomized controlled trial. *Phys Ther* [Internet]. 2021;101(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33611557/>
25. Yu D, Yang Z, Lei L, Chaoming N, Ming W. Robot-assisted Gait Training plan for patients in poststroke recovery period: A single blind randomized controlled trial. *Biomed Res Int* [Internet]. 2021;2021:1–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2021/5820304>
26. Kang CJ, Chun MH, Lee J, Lee JY. Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke: Randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2021;100(48):e27974. Disponible en: <https://journals.lww.com/md->

[journal/fulltext/2021/12030/effects\\_of\\_robot\\_subar\\_assisted\\_gait\\_training\\_in.39.aspx](http://journal/fulltext/2021/12030/effects_of_robot_subar_assisted_gait_training_in.39.aspx)

27. Zavala A, Jiménez C, Espín V, Ortíz P. Estimulación auditiva rítmica en la velocidad de la marcha y riesgo de caída en adultos mayores. MEDICIENCIAS UTA. 2021;5(3):66-73. Disponible en: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/medi/article/view/1195/1086>
28. Gutiérrez de los Santos Rebeca. Programa de rehabilitación intensiva precoz en pacientes con enfermedad [Internet]. Medigraphic.com. 2020. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invmed/cm-q-2020/cm-q-2020j.pdf>
29. Nascimento LR, de Oliveira CQ, Ada L, Michaelsen SM, Teixeira-Salmela LF. Walking training with cueing of cadence improves walking speed and stride length after stroke more than walking training alone: a systematic review. J Physiother [Internet]. 2015;61(1):10–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2014.11.015>
30. Wang J-C, Sung W-H, Chang Y-L, Wu S-H, Chuang T-Y. Speed and temporal-distance adaptations during non-motorized treadmill walking in stroke and non-disabled individuals. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2017;53(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27442718/>
31. Juan Carlos Arellano-González. A Practical Review of the Biomechanical Parameters Commonly Used in the Assessment of Human Gait. 2021 Nov 21 [cited 2024 Aug 16]; Available from: [https://scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-95322021000300201&script=sci\\_abstract](https://scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-95322021000300201&script=sci_abstract)
32. D. Mariana Haro. Laboratorio de análisis de marcha y movimiento. Revista Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2014 Mar 1 [cited 2024 Aug 16];25(2):237–47. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-laboratorio-analisis-marcha-movimiento-S0716864014700343>
33. Gonzalez-Hoelling S, Reig-García G, Carme Bertran-Noguer, Suñer-Soler R. The effects of rhythmic auditory stimulation on functional ambulation after stroke: a systematic review. BMC Complementary Medicine and Therapies [Internet]. 2024 Jan 20 [cited 2024 Aug 21];24(1). Available from: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-023-04310-3>
34. None Muhammad Iqbal, None Aatik Arsh, Syed N, Ijaz N, None Haider Darain. Comparison of dual task specific training and conventional physical therapy in

- ambulation of hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *Journal of the Pakistan Medical Association* [Internet]. 2022 Jan 20 [cited 2024 Aug 16]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31954014/>
35. Lee D, Lee G. Effect of afferent electrical stimulation with mirror therapy on motor function, balance, and gait in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2024 Aug 16];55(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30916531/>
  36. Cho KH, Park SJ. Effects of joint mobilization and stretching on the range of motion for ankle joint and spatiotemporal gait variables in stroke patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Aug 16];29(8):104933–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32689617/>
  37. Shahid J, Kashif A, Muhammad Kashif Shahid. A Comprehensive Review of Physical Therapy Interventions for Stroke Rehabilitation: Impairment-Based Approaches and Functional Goals. *Brain Sciences* [Internet]. 2023 Apr 25 [cited 2024 Aug 16];13(5):717–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37239189/>
  38. Sunee Bovonsunthonchai, Aung N, Vimonwan Hiengkaew, Jarugool Tretriluxana. A randomized controlled trial of motor imagery combined with structured progressive circuit class therapy on gait in stroke survivors. *Scientific Reports* [Internet]. 2020 Apr 24 [cited 2024 Aug 16];10(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32332810/>
  39. Janakiraman B, Ranganathan P, Ravichandran H, Shetty KS. Improving walking via real-time visual feedback after stroke in treadmill training (RE-VISIT): a protocol for randomized controlled trial [Internet]. *Rev. Pesqui. Fisioter.* 2024 [cited 2024 Aug 16]. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-1554100>
  40. None Sana Khalid, Malik, Siddiqi A, Farooq N. Overview of gait rehabilitation in stroke. *Journal of the Pakistan Medical Association* [Internet]. 2023 Apr 15 [cited 2024 Aug 17];73(05):1142–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37218257/>
  41. Marieke Geerars, der M, Bionka M.A Huisstede. Treatment of knee hyperextension in post-stroke gait. A systematic review. *Gait & Posture*

- [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2024 Aug 17];91:137–48. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34695721/>
42. Selves C, Gaëtan Stoquart, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurologica Belgica* [Internet]. 2020 Mar 12 [cited 2024 Aug 17];120(4):783–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32166723/>
43. Li T, Hirano S, Tanabe S, Eiichi Saitoh, Yamada J, Masahiko Mukaino, et al. Robot-assisted Gait Training Using Welwalk in Hemiparetic Stroke Patients: An Effectiveness Study with Matched Control. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Aug 21];29(12):105377–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33091753/>
44. Pandey S, Tater P. Post-stroke Movement Disorders: Clinical Spectrum, Pathogenesis, and Management. *Neurology India* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Aug 17];69(2):272–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33904435/>
45. Cabanas-Valdés R, Lúdia Boix-Sala, Montserrat Grau-Pellicer, Juan Antonio Guzmán-Bernal, Fernanda Maria Caballero-Gómez, Urrútia G. The Effectiveness of Additional Core Stability Exercises in Improving Dynamic Sitting Balance, Gait and Functional Rehabilitation for Subacute Stroke Patients (CORE-Trial): Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. 2021 Jun 19 [cited 2024 Aug 17];18(12):6615–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34205457/>
46. 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* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2024 Aug 21];30(3):105544–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33341022/>
47. Zhang B, Ka Po Wong, Kang R, Fu S, Qin J, Xiao Q. Efficacy of Robot-Assisted and Virtual Reality Interventions on Balance, Gait, and Daily Function in Patients With Stroke: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2024 Aug 17];104(10):1711–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37119954/>

48. Chow JW, Stokic DS. The contribution of walking speed versus recent stroke to temporospatial gait variability. *Gait & Posture* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2024 Aug 21];100:216–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36621194/>
49. Emma De Keersmaecker, Anke Van Bladel, Zaccardi S, Lefebber N, Rodriguez-Guerrero C, Kerckhofs E, et al. Virtual reality—enhanced walking in people post-stroke: effect of optic flow speed and level of immersion on the gait biomechanics. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [Internet]. 2023 Sep 25 [cited 2024 Aug 21];20(1). Available from: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-023-01254-0>
50. Koren Y, Barzel O, Lior Shmuelof, Handelzalts S. Spatiotemporal variability after stroke reflects more than just slow walking velocity. *Gait & Posture* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2024 Aug 21];110:59–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38493556/>