

## Efectos de la rehabilitación física en la reeducación de la marcha de pacientes hemipléjicos

### Effects of Physical Rehabilitation on Gait Retraining in Hemiplegic Patients

Silvia Jessica Ruiz Valdés<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0007-9693-3823>

Dania del Carmen Fernández Gutiérrez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0005-8496-3115>

<sup>1</sup>Centro de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [chivaruiz1@hotmail.com](mailto:chivaruiz1@hotmail.com)

#### RESUMEN

**Introducción:** Las alteraciones de la marcha constituyen una de las principales secuelas motoras posteriores al accidente cerebrovascular al afectar la independencia y la calidad de vida. La evaluación objetiva de los patrones estáticos, dinámicos y de la capacidad de movilidad funcional mediante herramientas tecnológicas permite valorar los efectos de la rehabilitación física.

**Objetivo:** Analizar los efectos de un programa intensivo de rehabilitación física sobre los patrones estáticos, dinámicos y la capacidad de movilidad funcional en pacientes hemipléjicos, utilizando la plataforma P-Walk.

**Métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo y longitudinal en el Centro Internacional de Restauración Neurológica, durante 2022-2024. Se incluyeron 40 pacientes con diagnóstico de hemiplejía secundaria a accidente cerebrovascular. Se evaluaron parámetros de presión plantar, simetría de apoyo, longitud del paso, cadencia, desplazamiento del centro de presión y capacidad de movilidad funcional

mediante la plataforma P-Walk y pruebas clínicas complementarias, antes y después del tratamiento rehabilitador.

**Resultados:** Se observaron mejoras significativas en la simetría de apoyo, distribución del peso corporal entre ambos miembros, longitud del paso, estabilidad postural y movilidad funcional.

**Conclusiones:** La rehabilitación física intensiva favorece la reorganización de los patrones estáticos y dinámicos de la marcha, así como una mejora significativa en la capacidad de movilidad funcional en pacientes hemipléjicos., lo que demuestra la utilidad de la plataforma P-Walk como herramienta una objetiva para evaluar la simetría, estabilidad y progresos funcionales durante el proceso de reeducación de la marcha.

**Palabras clave:** rehabilitación física; hemiplejía; análisis de marcha; P-Walk; movilidad funcional.

## ABSTRACT

**Introduction:** Gait disturbances are one of the main motor sequelae following stroke, affecting independence and quality of life. Objective assessment of static and dynamic gait patterns and functional mobility capacity using technological tools allows for the evaluation of the effects of physical rehabilitation.

**Objective:** To analyze the effects of an intensive physical rehabilitation program on static and dynamic gait patterns and functional mobility capacity in hemiplegic patients, using the P-Walk platform.

**Methods:** An observational, descriptive, and longitudinal study was conducted at the International Center for Neurological Restoration from 2022 to 2024. Forty patients diagnosed with hemiplegia secondary to stroke were included. Plantar pressure, stance symmetry, step length, cadence, center of pressure displacement, and functional mobility were evaluated using the P-Walk platform and complementary clinical tests before and after rehabilitation treatment.

**Results:** Significant improvements were observed in stance symmetry, weight distribution among both limbs, step length, postural stability, and functional mobility.

**Conclusions:** Intensive physical rehabilitation promotes the reorganization of static and dynamic gait patterns, as well as a significant improvement in functional mobility in hemiplegic patients. This demonstrates the usefulness of the P-Walk platform as an objective tool for evaluating symmetry, stability, and functional progress during gait retraining.

**Keywords:** physical rehabilitation; hemiplegia; gait analysis; P-Walk; functional mobility.

Recibido: 26/10/2025

Aceptado: 29/10/2025

## Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) constituye una de las principales causas de discapacidad en el mundo,<sup>(1,2)</sup> al afectar cada año aproximadamente a 15 millones de personas, de las cuales un tercio presenta secuelas motoras significativas.<sup>(3,4)</sup> Entre las que son los trastornos de la marcha los más frecuentes y limitantes, al condicionar alteraciones en el equilibrio, la postura y la capacidad de movilidad funcional, con impacto directo sobre la independencia y la calidad de vida.<sup>(5)</sup>

La hemiplejía, manifestación motora más común del ACV se caracteriza por la pérdida o disminución de la fuerza y el control voluntario de un hemicuerpo, lo que provoca asimetría de apoyo, alteraciones en la fase de oscilación y disminución de la velocidad de desplazamiento. Alteraciones que impactan directamente en la calidad de vida del paciente y en su reinserción social.

Los avances tecnológicos en el análisis biomecánico han permitido objetivar los

cambios producidos durante la rehabilitación.<sup>(6,7,8,9,10)</sup> En particular, la plataforma P-Walk se ha consolidado como una herramienta de evaluación cinética y cinemática que permite registrar los parámetros de presión plantar y desplazamiento del centro de gravedad al ofrecer información cuantitativa sobre la evolución del patrón de marcha y, en conjunto con pruebas clínicas, sobre la capacidad funcional del paciente.<sup>(11,12,13)</sup>

El estudio tuvo como objetivo analizar los efectos de la rehabilitación física intensiva en la reeducación de la marcha y la mejora de la movilidad funcional en pacientes hemipléjicos mediante la plataforma P-Walk, centrándose en los patrones estáticos y dinámicos.

## Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y longitudinal en el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) entre 2022 y 2024. La muestra estuvo conformada por 40 pacientes con diagnóstico de hemiplejía secundaria a accidente cerebrovascular.

Los criterios de inclusión consideraron pacientes con estabilidad médica y capacidad para participar activamente en las sesiones de rehabilitación. Se excluyeron aquellos con deterioro cognitivo severo, enfermedades neurológicas progresivas o contraindicaciones para el tratamiento físico.

La intervención consistió en un programa intensivo de fisioterapia con enfoque en la reeducación de la marcha, el fortalecimiento muscular y el control postural. El entrenamiento fue personalizado, incluyendo ejercicios de equilibrio, coordinación y transferencia de peso.

La evaluación objetiva se realizó con la plataforma P-Walk, la que registra variables de presión plantar, simetría de apoyo, longitud del paso, cadencia y desplazamiento del centro de presión.

La capacidad de movilidad funcional se evaluó mediante la prueba *Temed Up and Go* (TUG) instrumentada por la plataforma<sup>(14,15,16)</sup>

Para el análisis estadístico se aplicaron las pruebas t de Student para muestras pareadas y Wilcoxon para muestras relacionadas, con nivel de significación  $p < 0,05$ . El procesamiento de los datos se realizó con el software SPSS versión 25.0.

El estudio cumplió con los principios éticos de la *Declaración de Helsinki*<sup>(17)</sup>, con la aprobación previa del comité de ética del Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) y el consentimiento informado de los participantes.

## Resultados

### Caracterización de la muestra

Esta estuvo compuesta por 40 pacientes hemipléjicos atendidos entre 2022 y 2024, en la que predominó el sexo masculino (85 %) sobre el femenino (15 %) y el grupo de edades más representado fue el de 51 a 74 años (70 %), en los que un 30 % correspondió al rango de 29 a 50 años.

El diagnóstico más frecuente fue la hemiparesia izquierda secuelar (67,5 %), seguida de la derecha (32,5 %).

Respecto a la terapéutica aplicada, el 35 % de los pacientes recibió corriente farádica y kinesioterapia, el 32,5 % combinó kinesioterapia y magnetoterapia, y el 27,5 % fue tratado solo con kinesioterapia. El 55 % de los participantes completó un ciclo de tratamiento, el 40 % dos ciclos y el 5 % tres.

El tiempo de evolución de la enfermedad fue inferior a un año (32,5 %), de 1 a 3 años (42,5 %), y de 4 a 11 años (25 %).

En relación con la tipología del pie, predominó el pie alto (50 %), seguido del pie normal (35 %), ligeramente alto (10 %) y plano (5 %) (tabla 1).

**Tabla 1 - Caracterización de la muestra (n = 40 pacientes)**

Variable	Categoría	Frecuencia (%)
Sexo	Masculino	85,0
	Femenino	15,0
Edad (años)	29–50	30,0
	51–62	35,0
	63–74	35,0
Diagnóstico	Hemiparesia izquierda secular	67,5
	Hemiparesia derecha secular	32,5
Terapéutica aplicada	Corriente farádica + kinesioterapia	35,0
	Kinesioterapia + magnetoterapia	32,5
	Solo kinesioterapia	27,5
	Otras (láser, cámara hiperbárica, ozonoterapia, etc.)	5,0
Ciclos de tratamiento	Un ciclo	55,0
	Dos ciclos	40,0
	Tres ciclos	5,0
Tiempo de evolución	< 1 año	32,5
	1–3 años	42,5
	4–11 años	25,0
Tipología del pie	Pie alto	50,0
	Pie normal	35,0
	Pie ligeramente alto	10,0
	Pie plano	5,0

### Resultados del análisis comparativo de las variables estáticas

El análisis de las variables estáticas mediante la plataforma *P-Walk* mostró diferencias significativas entre los momentos pre- y postratamiento. Los resultados evidenciaron una redistribución fisiológica de la carga plantar, con aumento del porcentaje de apoyo del retropié y mejor alineación del baricentro corporal.

La descarga de presión presentó un desplazamiento más equilibrado entre ambos pies, disminuyendo la asimetría observada al inicio.

La tipología del pie se normalizó en un número considerable de pacientes, reduciéndose los casos de pie cavo o plano.

Las pruebas t de Student y Wilcoxon confirmaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la mayoría de las mediciones estáticas posteriores al tratamiento, lo que indica un patrón de apoyo más simétrico y estable (tabla 2).

**Tabla 2** - Resultados del análisis comparativo de las variables estáticas de la marcha (n = 40 pacientes)

Variable	Momento inicial	Momento final	Prueba estadística	p-valor	Significancia
Distribución de carga (Retropié)	Mediana = 47,05 %	Mediana = 56,55 %	Wilcoxon	< 0,001	Significativo
Distribución de carga (Antepié)	Mediana = 52,60 %	Mediana = 43,15 %	Wilcoxon	< 0,001	Significativo
Superficie de apoyo (pie derecho)	Media = 63,06 ± 23,65 cm <sup>2</sup>	Media = 67,85 ± 20,28 cm <sup>2</sup>	t de Student pareada	0,027	Significativo
Superficie de apoyo (pie izquierdo)	Mediana = 77,0 cm <sup>2</sup> (r = 115,7)	Mediana = 72,5 cm <sup>2</sup> (r = 92,7)	Wilcoxon	0,349	No significativo
Desviación del baricentro	Mediana = 9,18° (RI = 34,79)	Mediana = 6,05° (RI = 28,16)	Wilcoxon	< 0,001	Significativo

*Legenda:* r = rango; RI = rango intercuartílico. Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas o t de Student pareada, según la distribución de los datos.



## Resultados del análisis comparativo de las variables dinámicas

En el análisis dinámico se registraron mejoras relevantes en los parámetros espaciotemporales de la marcha.

Tras la intervención se observó un incremento significativo en la velocidad de la marcha y en la longitud de la zancada, así como una reducción en el tiempo de apoyo del lado sano y una mayor simetría entre ambos miembros inferiores. El índice de simetría pasó de valores moderadamente alterados a rangos considerados normales ( $p < 0,01$ ).

Asimismo, se evidenció una mejora en la estabilidad del baricentro dinámico, reflejada en la disminución de su desviación lateral.

La comparación estadística mediante las pruebas de Wilcoxon para muestras relacionadas indicó diferencias altamente significativas ( $p < 0,001$ ) en la mayoría de las variables dinámicas después del tratamiento rehabilitador (tabla 3).

**Tabla 3** - Resultados del análisis comparativo de las variables dinámicas de la marcha  
(n = 40 pacientes)

Variable	Momento inicial	Momento final	Prueba Estadística	p-valor	Significancia
Velocidad (m/s)	Mediana = 0,75 (r = 1,69)	Mediana = 0,94 (r = 1,70)	Wilcoxon	0,001	Significativo
Longitud de zancada (m)	Mediana = 0,94 (r = 1,89)	Mediana = 1,08 (r = 1,67)	Wilcoxon	0,001	Significativo
Índice de simetría del paso (%)	Mediana = 80,35 (r = 33,8)	Mediana = 87,05 (r = 21,1)	Wilcoxon	< 0,001	Significativo

*Leyenda:* r = rango. Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, según la distribución de los datos.

## Comportamiento de la capacidad de movilidad funcional al inicio y final del tratamiento

El análisis de la capacidad de movilidad funcional mostró una evolución positiva al

finalizar el ciclo terapéutico.

De los 12 pacientes clasificados como dependientes al inicio, la mitad (seis pacientes) avanzó al nivel semidependiente al cierre del tratamiento ( $p = 0,014$ ; significativo).

Entre los casos semindependientes se observó una leve mejoría hacia la categoría semiindependiente, aunque sin alcanzar significación estadística ( $p > 0,05$ ; no significativo).

Finalmente, en el grupo de pacientes semindependientes se registró un aumento sustancial de la independencia funcional: de tres a 16 pacientes, diferencia que resultó altamente significativa ( $p < 0,001$ ) según la prueba de Wilcoxon.

Estos resultados indican un desplazamiento progresivo hacia niveles superiores de autonomía funcional tras la rehabilitación física intensiva (tabla 4).

**Tabla 4** - Comportamiento de la capacidad de movilidad funcional  
al inicio y final del tratamiento (n = 40 pacientes)

Transición funcional	Momento inicial (n)	Momento final (n)	Prueba estadística	Significancia	p-valor
Dependiente → semindependiente	12 dependientes	6 dependientes, 5 semindependientes	Wilcoxon	Significativo	0,014
Semindependiente → semindependiente	5 semiindependiente 3 semindependientes	2 semindependientes, 5 semindependientes	Wilcoxon	No significativo	NS
Semiindependiente → independiente	14 semindependientes, 3 independientes	1 semindependiente, 16 independientes	Wilcoxon	Significativo	< 0,001

Nota: NS = no significativo. Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, según la distribución de los datos.

En conjunto, los análisis revelan mejoras significativas en los patrones estáticos y dinámicos de la marcha, acompañadas de un incremento estadísticamente comprobable en la movilidad funcional.

El tratamiento rehabilitador favoreció la simetría en la descarga de peso, el aumento

de la velocidad de la marcha, la estabilidad postural y una mayor independencia funcional, resultados que serán analizados en profundidad.

## Discusión

Los resultados mediante la plataforma P-*Walk* mostraron una mejora significativa en la simetría de apoyo entre los miembros inferior sano y afectado, así como un aumento en la longitud del paso y una mejor distribución del peso corporal. A la vez que también se evidenció una reducción en el desplazamiento del centro de presión durante la fase de bipedestación, lo que refleja un incremento en la estabilidad postural.<sup>(18,19,20,21,22,23,24)</sup>

Los hallazgos del estudio confirman la eficacia del programa de rehabilitación intensiva en la mejora de los patrones de marcha en pacientes hemipléjicos, especialmente en los componentes estáticos y dinámicos de la locomoción.<sup>(25,26)</sup> Las mejoras observadas en la simetría de apoyo y la estabilidad postural reflejan la capacidad de reorganización neuromotora asociada a la neuroplasticidad, fenómeno ampliamente documentado en estudios recientes sobre reeducación de la marcha posterior al accidente cerebrovascular.<sup>(27,28,29)</sup>

Los resultados relativos a la capacidad de movilidad funcional complementan los hallazgos obtenidos en el análisis baropodométrico y cinemático, evidenciando una transición progresiva de los pacientes desde niveles de dependencia hacia mayor independencia funcional. Este comportamiento puede explicarse por la mejora en la coordinación intermuscular y el fortalecimiento de las cadenas cinéticas implicadas en la locomoción, lo que favorece una redistribución más equilibrada de las cargas durante la marcha.

Dichos resultados son congruentes con la evidencia que señala que los programas intensivos de rehabilitación favorecen la reorganización neuromotora y la recuperación de la autonomía postural, especialmente cuando se aplican de forma sistemática y prolongada.

En conjunto, la mejora en la simetría de apoyo, la estabilidad postural y la movilidad funcional refleja la interacción entre los procesos de neuroplasticidad y aprendizaje motor, que permiten al sistema nervioso central reorganizar patrones de activación muscular más eficientes.

Estos cambios favorecen no solo la marcha independiente, sino también la participación activa del paciente en las actividades de la vida diaria, lo que tiene implicaciones clínicas relevantes para los programas de rehabilitación centrados en la funcionalidad y la calidad de vida.

La evidencia acumulada respalda la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas de evaluación y seguimiento que complementen las terapias convencionales y permitan un monitoreo objetivo de los progresos alcanzados.

Diversos autores<sup>(30,31,32)</sup> coinciden en que la intervención temprana, estructurada y basada en tareas específicas contribuye a optimizar la recuperación funcional, al promover la repetición y el aprendizaje motor en un contexto significativo.

En este sentido, las terapias combinadas que integran técnicas de ejercicio físico, estimulación eléctrica funcional o entrenamiento asistido por robot han demostrado resultados favorables sobre la velocidad de la marcha, la longitud del paso y la coordinación intermuscular.<sup>(33,34,35)</sup>

El uso de la plataforma *P-Walk* permitió cuantificar objetivamente los progresos, ofreciendo una herramienta confiable para la toma de decisiones terapéuticas y el seguimiento del paciente.<sup>(36)</sup>

Su aplicación en el estudio resalta la importancia del uso de tecnologías de análisis biomecánico en entornos clínicos, ya que permiten establecer parámetros de comparación precisos y evaluar de manera más específica la eficacia de los programas de rehabilitación.<sup>(37)</sup>

Por lo que se puede concluir que la rehabilitación física intensiva favorece la reorganización de los patrones estáticos y dinámicos de la marcha, así como una mejora significativa en la capacidad de movilidad funcional en pacientes hemipléjicos., demostrando la utilidad de la plataforma *P-Walk* como herramienta

una objetiva para evaluar la simetría, estabilidad y progresos funcionales durante el proceso de reeducación de la marcha.

## Referencias bibliográficas

1. Arias FD, Ayala ME, Paredes JD, Muñoz SL, Lagla CD, Risueño FA, *et al.* Enfermedad cerebrovascular isquémica: diagnóstico y tratamiento. The Ecuador J Med. 2023;6(1):28-41. DOI: <https://doi.org//10.46721/tejom-vol6iss12023-2841>
2. Global health estimates: Leading causes of death. World Health Organization. 2025 [acceso 05/04/2025]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>
3. Concepción PW, Camejo RL, Díaz MT. Comportamiento clínico de la enfermedad cerebrovascular en Policlínico Alcides Pino Bermúdez, Holguín. CCM. 2020 [acceso 03/11/2025];24(2):621-636. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812020000200621&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812020000200621&lng=es)
4. González OL, Giraldo Á, Forero C. Vivir con secuelas de enfermedad cerebrovascular: experiencias y significados de las personas que las presentan. Hacia Promoción de la Salud. 2024;28(2):32-45. DOI: <https://doi.org//10.17151/hpsal.2023.28.2.3>
5. Mesa Y, Llanes HM, Yedra M, Ruíz J. La enfermedad cerebrovascular y su rehabilitación comunitaria. Medimay. 2020 [acceso 01/11/2025];27(4):461-72. Disponible en: <https://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1832>
6. Li X, He Y, Wang D, Rezaei MJ. Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. F Neurol. 2024;15:1402729. DOI: <https://doi.org//10.3389/fneur.2024.1402729>
7. Tang Z, Zhao Y, Sun X, Liu Y, Su W, Liu T, *et al.* Evidence that robot-assisted gait training modulates neuroplasticity after stroke: an fMRI pilot study based on graph theory analysis. Brain Res. 2024;1842(149113):149113. DOI: <https://doi.org//10.1016/j.brainres.2024.149113>

8. Lim JH, Park SJ. The effects of coordinative locomotor training on balance in patients with chronic stroke: meta-analysis of studies in Korea. *J Korean Acad P Th Sci.* 2020;27(2):36-47. DOI: <https://doi.org//10.26862/jkpts.2020.09.27.2.36>
9. Cirstea CM. Gait rehabilitation after stroke: should we re-evaluate our practice? *Stroke.* 2020;51(10):2892-4. DOI: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.032041>
10. Naro A, Calabrò RS. Improving upper limb and gait rehabilitation outcomes in post-stroke patients: a scoping review on the additional effects of non-invasive brain stimulation when combined with robot-aided rehabilitation. *Brain Sci.* 2022;12(11):1511. DOI: <https://doi.org//10.3390/brainsci12111511>
11. Teodoro J, Fernandes S, Castro C, Fernandes JB. Current trends in gait rehabilitation for stroke survivors: a scoping review of randomized controlled trials. *J Clin Med.* 2024;13(5):1358. DOI: <https://doi.org//10.3390/jcm13051358>
12. Yan T, Liang W, Chan CWH, Shen Y, Liu S, Li M. Effects of motor imagery training on gait performance in individuals after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Dis Rehab.* 2025;47(1):47–61. DOI: <https://doi.org//.1080/09638288.2024.2337091>
13. Kato D, Hirano S, Imoto D, Ii T, Ishihara T, Matsuura D, *et al.* Effects of robot-assisted gait training within one week after stroke onset on degree of gait independence in individuals with hemiparesis: a propensity score-matched analysis. *J Neuroeng Rehabil.* 2025;22(1):42. DOI: <https://doi.org//10.1186/s12984-025-01581-4>
14. Pozo RJ, Gómez AP, Medrano J, Curay PA, Abalco DM. Análisis biocinemático de marcha hemiplejica. *Podium.* 2022 [acceso 08/06/2024];17(3):128–39 Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1996-24522022000301028](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522022000301028)
15. Pelier B, Herrera AR, García JMV. Diagnóstico de deformidades podálicas para la prevención del pie diabético en la plataforma de marcha. *Investigaciones Médicoquirúrgicas.* 2022 [acceso 08/06/2024];14(2):772. Disponible en: <https://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/772>

16. BTS Bioengineering. Manual de uso: BTS G-Walk, versión en inglés 3.0.0. Milán: BTS SpA; 2014 [acceso 08/06/2024]. Disponible en: <https://www.btsbioengineering.com>
17. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos. Wma.net. [acceso 03/11/2025]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos>
18. Lofrumento M, Tropea P, Picardi M, Antoniotti P, Micera S, Corbo M, *et al.* Effects of gait rehabilitation on motor coordination in stroke survivors: an UCM-based approach. *Exp Brain Res.* 2021;239(7):2107–18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06117-5>
19. Mohan DM, Khandoker AH, Wasti SA, Ismail AI, Jelinek HF, Khalaf K. Assessment methods of post-stroke gait: a scoping review of technology-driven approaches to gait characterization and analysis. *Front Neurol.* 2021;12:650024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.650024>
20. Chang MC, Lee BJ, Joo NY, Park D. The parameters of gait analysis related to ambulatory and balance functions in hemiplegic stroke patients: a gait analysis study. *BMC Neurol.* 2021;21(1):38. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02072-4>
21. Ferraris C, Cimolin V, Vismara L, Votta V, Amprimo G, Cremascoli R, *et al.* Monitoring of gait parameters in post-stroke individuals: a feasibility study using RGB-D sensors. *Sensors (Basel).* 2021;21(17):5945. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21175945>
22. Wang Y, Mukaino M, Ohtsuka K, Otaka Y, Tanikawa H, Matsuda F, *et al.* Gait characteristics of post-stroke hemiparetic patients with different walking speeds. *Int J Reh. Res.* 2020;43(1):69–75. DOI: <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000391>

23. Seo M, Shin MJ, Park TS, Park JH. Clinometric gait analysis using smart insoles in patients with hemiplegia after stroke: pilot study. JMIR MHealth UHealth. 2020;8(9):e22208. DOI: <https://doi.org/10.2196/22208>
24. Echigoya K, Okada K, Wakasa M, Saito A, Kimoto M, Suto A. Changes to foot pressure pattern in post-stroke individuals who have started to walk independently during the convalescent phase. Gait Posture. 2021;90:307-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.09.181>
25. Mesa Y, Llanes HM, Yedra M, Ruíz J. La enfermedad cerebrovascular y su rehabilitación comunitaria. Medimay. 2020 [acceso 01/11/2025];27(4):461-72. Disponible en: <https://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/183>
26. Li X, He Y, Wang D, Rezaei MJ. Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. Front Neurol. 2024;15:1402729. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1402729>
27. Tang Z, Zhao Y, Sun X, Liu Y, Su W, Liu T, et al. Evidence that robot-assisted gait training modulates neuroplasticity after stroke: an fMRI pilot study based on graph theory analysis. Brain Res. 2024;1842(149113):149113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2024.149113>
28. Lim JH, Park SJ. The effects of coordinative locomotor training on balance in patients with chronic stroke: meta-analysis of studies in Korea. J Korean Acad Phys Ther Sci. 2020;27(2):36–47. DOI: <https://doi.org/10.26862/jkpts.2020.09.27.2.36>
29. Cirstea CM. Gait rehabilitation after stroke: should we re-evaluate our practice? Stroke. 2020;51(10):2892–4. DOI: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.032041>
30. Naro A, Calabrò RS. Improving upper limb and gait rehabilitation outcomes in post-stroke patients: a scoping review on the additional effects of non-invasive brain stimulation when combined with robot-aided rehabilitation. Brain Sci. 2022;12(11):1511. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci12111511>
31. Teodoro J, Fernandes S, Castro C, Fernandes JB. Current trends in gait rehabilitation for stroke survivors: a scoping review of randomized controlled trials.



- J Clin Med. 2024;13(5):1358. DOI: <https://doi.org//10.3390/jcm13051358>
32. Yan T, Liang W, Chan CWH, Shen Y, Liu S, Li M. Effects of motor imagery training on gait performance in individuals after stroke: a systematic review and meta-analysis. Disabil Rehabil. 2025;47(1):47–61. DOI: <https://doi.org//10.1080/09638288.2024.2337091>
33. Kato D, Hirano S, Imoto D, Li T, Ishihara T, Matsuura D, *et al.* Effects of robot-assisted gait training within one week after stroke onset on degree of gait independence in individuals with hemiparesis: a propensity score-matched analysis. J Neuroeng Reh. 2025;22(1):42. DOI: <https://doi.org//10.1186/s12984-025-01581-4>
34. Lofrumento M, Tropea P, Picardi M, Antoniotti P, Micera S, Corbo M, *et al.* Effects of gait rehabilitation on motor coordination in stroke survivors: an UCM-based approach. Exp Brain Res. 2021;239(7):2107–18. DOI: <https://doi.org//10.1007/s00221-021-06117-5>
35. Mohan DM, Khandoker AH, Wasti SA, Ismail AI, Jelinek HF, Khalaf K. Assessment methods of post-stroke gait: a scoping review of technology-driven approaches to gait characterization and analysis. Front Neurol. 2021;12:650024. DOI: <https://doi.org//10.3389/fneur.2021.650024>
36. BTS Bioengineering. Manual de uso: BTS G-Walk, versión en inglés 3.0.0. Milán: BTS SpA; 2014 [acceso 08/06/2024]; Disponible en: <https://www.btsbioengineering.com>
37. Ferraris C, Cimolin V, Vismara L, Votta V, Amprimo G, Cremascoli R, *et al.* Monitoring of gait parameters in post-stroke individuals: a feasibility study using RGB-D sensors. Sensors (Basel). 2021;21(17):5945. DOI: <https://doi.org//10.3390/s21175945>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Contribución de los autores**

*Conceptualización:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Curación de datos:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Análisis formal:* Silvia Jessica Ruiz Valdés, Dania del Carmen Fernández Gutiérrez.

*Investigación:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Administración del proyecto:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Recursos:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Redacción – borrador original:* Silvia Jessica Ruiz Valdés.

*Redacción – revisión:* Dania del Carmen Fernández Gutiérrez.