



Rehabilitación robótica de marcha: un enfoque actual

Robotic gait rehabilitation: a current approach

Dr. Pavel Loeza Magaña*

Estimados editores:

En 2015 fue publicado en esta revista el trabajo titulado *Introducción a la rehabilitación robótica para el tratamiento de la enfermedad vascular cerebral: revisión*,¹ con un servidor como autor. Diez años después, es conveniente actualizar algunos puntos, ya que la evidencia se ha centralizado en tópicos particulares.

Ya se sabe que un robot terapéutico es un dispositivo no invasivo, de fácil control, con bajo riesgo y buena efectividad; detecta los movimientos del usuario, ajusta parámetros y proporciona retroalimentación visual y sensitiva.¹ La rehabilitación robótica ha ayudado a mejorar la función física a través de movimientos repetitivos, que desarrollan el aprendizaje motor. Proporcionan retroalimentación multimodal (visual, física, auditiva) en tiempo real, además de integrar juegos y desafíos lúdicos, lo que induce la participación del paciente.²

Entre las nuevas tecnologías que se encuentran podemos señalar algunas relevantes

GARRY (Gait Rehabilitation Robotic System): es un sistema robótico de código abierto diseñado para la rehabilitación de la marcha, con retroalimentación interactiva y multimodal, con videojuegos. Esta tecnología, lanzada en 2024, no es a través de exoesqueleto, sino de pantalla interactiva.³

Exoesqueletos (EksoGT): un análisis de costo-efectividad reveló que la integración

de exoesqueletos robóticos es útil para pacientes con enfermedad vascular cerebral (EVC) y lesión de la médula espinal (LME) en etapas aguda y subaguda. Sin embargo, para pacientes en la etapa crónica, la fisioterapia convencional mostró mayores beneficios en la calidad de vida.⁴

Rehabilitación robótica de marcha (RRM) y realidad virtual (RV): un metaanálisis con 52 ensayos clínicos aleatorizados encontró que la combinación de ambas fue una intervención efectiva para mejorar el equilibrio (medido por la escala de equilibrio de Berg) y la distancia recorrida en la prueba de caminata de 10 metros (10MWT). La RV fue la intervención más efectiva para mejorar la velocidad, la cadencia de la marcha y la función diaria (medida por el índice de Barthel modificado).⁵

Lokomat: es el dispositivo médico robótico mejor investigado a nivel mundial, con más de 1,200 unidades instaladas en más de 60 países y más de 350 publicaciones científicas revisadas por pares que respaldan su eficacia. Ha demostrado mejoras clínicamente relevantes en pacientes con problemas de marcha severos a moderados, en mediciones como 10MWT, 6MWT, Up & Go test y Berg. Además, han incorporado un módulo FreeD para el movimiento lateral de la pelvis, esencial para las descargas de peso.⁵⁻⁷

En su momento, han existido robots como Reo Ambulator o Walkbot, sin embargo, actualmente no existen publicaciones que respalden su aplicación en la clínica, la tecnología que

* Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Especialista en Medicina de Rehabilitación. Medicina Física y Rehabilitación, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre. Ciudad de México, México.



presentan ya se considera obsoleta, y carecen de movimiento multidimensional, limitándose al plano sagital.

Costo y accesibilidad: el equipo de rehabilitación robótica continúa siendo extremadamente costoso para adquirir, mantener y capacitar al personal. Esto limita su difusión, especialmente en países de ingresos medios y bajos, y crea disparidades en el acceso, ya que suele estar disponible solo en clínicas especializadas.^{1,5,8}

Contexto en México: Comadurán y colaboradores⁸ mencionan que 47 médicos fueron encuestados, encontrando falta de conocimiento sobre infraestructura nacional, bajo uso de tecnologías avanzadas en clínicas y escasa cultura de trabajo interdisciplinario. Además, se identificaron como principales barreras:

1. Tecnológicas: subutilización de equipos y falta de formación de personal.
2. Culturales: resistencia a la prescripción intensiva, así como desconocimiento del tema.
3. Económicas: altos costos de instalación y mantenimiento.

Se comenta también que existen dispositivos robóticos en más de 30 centros de rehabilitación del país, distribuidas entre el sector público (IMSS, ISSSTE y SSA) y organizaciones sin fines de lucro (Teletón), además de escasos centros privados como la Clínica Cerebro.

En conclusión, la rehabilitación robótica ha demostrado, tras estos años, ser tan eficaz como la atención tradicional, con la ventaja de ofrecer una alternativa motivante e intensiva, reproducible y con retroalimentación precisa, aunque costosa y con desafíos de accesibilidad, muchas veces derivado del personal y no tanto de la disponibilidad.

REFERENCIAS

1. Loeza Magaña P. Introducción a la rehabilitación robótica para el tratamiento de la enfermedad vascular cerebral: revisión. *Rev Mex Med Fis Rehab*. 2015; 27 (2): 44-48.
2. Ghorbanpour S, Rastkar M, Rohani S, Ghajarzadeh M. Robotic rehabilitation for gait imbalance in patients with multiple sclerosis (MS): a systematic review and meta-analysis. *Maedica (Bucur)*. 2025; 20 (2): 334-341. doi: 10.26574/maedica.2025.20.2.334.
3. Bestmann BO, Chow A, Kubota A, Riek LD. GARRY: The gait rehabilitation robotic system. In: Proceedings of the 2024 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '24); 2024 Mar 11-14; Boulder, CO, USA. New York (NY): Association for Computing Machinery; 2024. p. 5. doi: 10.1145/3610977.3637475.
4. Shankar R, Chew E, Koh B, Mukhopadhyay A. Cost-effectiveness analysis of robotic exoskeleton versus conventional physiotherapy for gait rehabilitation in patients with stroke and spinal cord injury. *Int J Integr Care*. 2024; 24 (Suppl 1): 212. doi: 10.5334/ijic.APIC3212.
5. Zhang B, Wong KP, 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 2023; 104 (10): 1711-1719. doi: 10.1016/j.apmr.2023.04.005.
6. Calabro RS. Re-evaluating the role of robotic gait training in post-stroke balance rehabilitation. *Brain Sci*. 2025; 15 (5): 427. doi: 10.3390/brainsci15050427.
7. Hocoma Knowledge Platform. Research [Internet]. [cited 01 Aug 2025]. Available in: <https://knowledge.hocoma.com/research/>
8. Comadurán Márquez D, Loeza Magaña P, Bustamante Valles KD. Chapter 14 - North America and Caribbean region: México. In: Johnson MJ, Mendonca RJ, editors. *Rehabilitation robots for neurorehabilitation in high-, low-, and middle-income countries*. Cambridge (MA): Academic Press; 2024. pp. 225-240. doi: 10.1016/B978-0-323-91931-9.00034-7.

Correspondencia:

Pavel Loeza Magaña

E-mail: doctor.pavel@hotmail.com