



Realidad virtual como tratamiento rehabilitador del equilibrio y la marcha después del accidente cerebrovascular

Virtual reality as a rehabilitation treatment for balance and gait after stroke

Angie Thais Vera Zambrano^{1*} <https://orcid.org/0009-0008-4388-9424>

Alex Daniel Barreno Gadway¹ <https://orcid.org/0009-0007-8576-8623>

¹Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: thaisangie2511@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: La presencia de un accidente cerebrovascular condiciona secuelas motoras que afectan a la marcha y el equilibrio. La rehabilitación constituye una herramienta terapéutica en la que el uso de realidad virtual favorece la recuperación del estado de salud general.

Objetivo: Actualizar la información existente relacionada con la utilización de la realidad virtual como tratamiento rehabilitador del equilibrio y la marcha, después del accidente cerebrovascular.

Método: Se realizó una revisión bibliográfica de documentos publicados entre 2020 y 2024 en bases de datos regionales y de alto impacto (Redalyc, Scopus, PubMed, Dialnet, SciELO y Web of Science). Inicialmente se identificaron 71 documentos, de los cuales 30 cumplieron con los criterios de inclusión y aportaron información al estudio. Se excluyeron textos duplicados, no disponibles de manera completa y los que presentaban sesgos de investigación. La búsqueda se optimizó mediante uso de descriptores de salud en inglés, español y portugués, y de operadores booleanos (AND, OR, NOT), lo que permitió ampliar y filtrar los resultados de manera eficiente.

Desarrollo: Los principales resultados incluyen una síntesis sobre los elementos fundamentales relacionados con las características del equilibrio y la marcha después de un accidente



cerebrovascular, y las ventajas que ofrece el uso de realidad virtual en la recuperación del equilibrio y la marcha en estos pacientes.

Conclusiones: La realidad virtual, ya sea como terapia única o combinada, se consolida como una forma terapéutica eficaz que propicia mejoras en el control postural, el equilibrio y patrones de la marcha de los pacientes con accidente cerebrovascular.

Palabras claves: accidente cerebrovascular; equilibrio postural; marcha; realidad virtual.

ABSTRACT

Introduction: The presence of a stroke causes motor sequelae that affect gait and balance. Rehabilitation is a therapeutic tool in which the use of virtual reality promotes the recovery of general health.

Objective: To update existing information related to the use of virtual reality as a rehabilitation treatment for balance and gait following stroke.

Method: A bibliographic review was conducted of documents published between 2020 and 2024 in regional and high-impact databases (Redalyc, Scopus, PubMed, Dialnet, SciELO, and Web of Science). Initially, 71 documents were identified, of which 30 met the inclusion criteria and contributed information to the study. Duplicate texts, those not fully available, and those with research bias were excluded. The search was optimized through the use of health descriptors in English, Spanish, and Portuguese, and Boolean operators (AND, OR, NOT), which allowed for efficient expansion and filtering of results.

Development: The main results include a summary of the key elements related to balance and gait characteristics following stroke, and the advantages of using virtual reality in restoring balance and gait in these patients.

Conclusions: Virtual reality, whether as a sole or combined therapy, is established as an effective therapeutic approach that promotes improvements in postural control, balance, and gait patterns in stroke patients.

Keywords: march; postural balance; stroke; virtual reality.



Recibido: 10/06/2025

Aprobado: 05/09/2025

INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV) es un problema de salud global; se considera una de las primeras causas de discapacidad y de incremento de tasas de mortalidad de origen vascular.^(1,2,3)

Dentro de las principales complicaciones en pacientes con esta afección, están los déficits neurológicos variables, con especial incidencia de trastornos motores y psicológicos.^(4,5)

El ACV se produce por una interrupción local del flujo sanguíneo cerebral, ya sea por obstrucción (ACV isquémico) o ruptura (ACV hemorrágico) de un vaso sanguíneo cerebral.^(1,2) Como resultado de la lesión de la corteza cerebral, las vías neuronales aferentes y eferentes se afectan, lo que origina deterioro en las funciones motoras, sensitivas y cognitivas.⁽²⁾

La discinesia se reporta con frecuencia en pacientes con ACV y provoca afectación de la movilidad, como limitación de las funciones de las extremidades superiores, trastornos del equilibrio y la marcha, esta última, puede limitarse por completo.⁽⁵⁾ La inestabilidad en el control postural es un síntoma vestibular central notable; se presenta en alrededor del 83 % de los sobrevivientes de un ACV y se expresa en forma de alteraciones del equilibrio⁽³⁾ y la marcha.⁽⁶⁾ La presencia de estas alteraciones se relaciona directamente con el aumento del riesgo de caídas,⁽³⁾ discapacidad funcional, dependencia, pérdida de la autonomía personal y afectación de la percepción de calidad de vida relacionada con la salud.⁽²⁾

La gravedad de las secuelas que ocasiona el ACV requiere cuidados integrales e intensivos en su fase inicial de recuperación y luego, tratamiento rehabilitador a largo plazo.^(4,5) El tipo y la duración de la intervención terapéutica depende de varios factores, como: gravedad del daño cerebral y las secuelas neurológicas; presencia de comorbilidades asociadas; edad del paciente y el tiempo transcurrido desde el evento, hasta el inicio de la rehabilitación. El objetivo de la rehabilitación es ayudar al paciente para su reinserción social.⁽⁴⁾



En el tratamiento del paciente con ACV es clave contar con programas integrados de recuperación de la funcionalidad, con recursos, dosis y duración adecuados.⁽⁷⁾ La realidad virtual (RV) es una modalidad de rehabilitación aceptada por terapeutas y pacientes. Se han desarrollado o adaptado sistemas de RV inmersivos y no inmersivos, para mejorar el funcionamiento físico en pacientes con secuelas de ACV.⁽⁸⁾

La RV proporciona mejoras en la neurorrehabilitación. Sus beneficios se han señalado en torno al mejoramiento de la función motora, el equilibrio y la marcha.⁽⁹⁾ También se considera como una herramienta terapéutica que promueve la neuroplasticidad y el aprendizaje de nuevas habilidades motoras.^(7,9)

El objetivo de esta revisión es actualizar la información existente relacionada con la utilización de la RV como tratamiento rehabilitador del equilibrio y la marcha, después del accidente cerebrovascular.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de documentos publicados entre 2020 y 2024, relacionados con el uso de la RV como tratamiento de rehabilitación del equilibrio y la marcha después de un ACV. Se utilizaron como descriptores de salud los términos “accidente cerebrovascular”, “realidad virtual”, “equilibrio postural” y “marcha”; solos y combinados con operadores booleanos (AND, OR, NOT), para optimizar los resultados.

La búsqueda se realizó en revistas indexadas en bases de datos regionales (SciELO, Redalyc y Lilacs) y de alto impacto (Medline, a través de PubMed, Scopus y Web of Science). El motor utilizado fue Google Académico. Se identificaron documentos en idioma español, portugués e inglés, que incluyeron tesis de grado y postgrado, monografías, artículos científicos, libros de texto, guías terapéuticas, revisiones, metaanálisis, ensayos clínicos aleatorizados, protocolos de actuación y reportes de casos clínicos, como principales tipos de documentos.

Inicialmente, se identificaron 71 documentos; 30 cumplieron los requisitos de inclusión: relación con el tema de investigación planteado, tiempo de publicación no mayor de 5 años y tener un



esquema metodológico adecuado, sin sesgos de investigación. Se excluyeron documentos duplicados, los que no estaban disponibles a texto completo y aquellos que presentaban sesgos de investigación.

DESARROLLO

El equilibrio y la marcha después del accidente cerebrovascular

Después de un ACV, el equilibrio y la recuperación de la marcha pueden afectarse por diferentes factores: volumen sistólico, gravedad del evento, interrupción del tracto corticoespinal y la naturaleza de los déficits clínicos.⁽¹⁰⁾ Se reporta que, aproximadamente el 83 % de los pacientes sufren discapacidad motora, lo que significa déficit o pérdida de la fuerza muscular, coordinación, alteración del equilibrio corporal, la postura asimétrica y la transferencia del peso necesario al lado afectado.⁽¹¹⁾ Los trastornos de la marcha y el equilibrio constituyen el factor de riesgo más significativo para la independencia funcional, ya que provocan caídas, fracturas, discapacidad y muerte. Los pacientes con ACV crónico presentan inestabilidad postural y un alto riesgo de caídas.^(2,12) Se describe que el deterioro sensorial del lado hemipléjico afecta la marcha y el equilibrio.⁽¹³⁾

Los pacientes con ACV presentan déficits sensoriales, con énfasis en el sentido táctil y en el propioceptivo, lo que les conduce a dificultades para recibir, interpretar y responder a las entradas sensoriales.⁽¹³⁾ Como resultado, perciben desequilibrio por diferentes razones: inestabilidad muscular, alteración propioceptiva, disminución del control postural, control voluntario deficiente y una percepción errónea de la verticalidad.^(2,13)

La capacidad de la marcha se asocia con la capacidad de equilibrio y ambas se ven afectadas de manera similar. Los trastornos relacionados con estas funciones se correlacionan con alteraciones previas, que involucran afectación de pequeños vasos cerebrales y procesos patológicos de las arteriolas, capilares y vénulas cerebrales.^(10,14)

Las enfermedades de pequeños vasos pueden dañar la función cognitiva, alterar las estructuras de la marcha relacionadas con el control del equilibrio e influir en los estados depresivos.^(10,14) En



este sentido, un papel fundamental lo juegan las hiperintensidades de la sustancia blanca cerebral.^(14,15) Después de un accidente cerebrovascular, la hipoperfusión crónica y las anomalías en la hemodinámica cerebrovascular conllevan a pérdida neuronal y disminución de la función neurotrófica, que deriva en la desintegración de las vías neurológicas relacionadas con el control motor, lo que ocasiona una marcha anormal.⁽¹²⁾

El control de la orientación del cuerpo con respecto a la gravedad y de su estabilización con relación a la base de apoyo, determinan la capacidad de equilibrio; cuando estos se deterioran devienen los trastornos, particularmente después de un ACV.^(10,13) La manifestación más distintiva del ACV moderado es la asimetría de la marcha, la cual se expresa con una mayor duración de la fase de apoyo en la extremidad no parética.⁽¹⁶⁾

Un componente esencial de la marcha es el control del tronco.^(16,17) Se describe que los pacientes con ACV y hemiparesia muestran quietud relativa del tronco, pero con asimetrías significativas entre el lado afectado y no afectado, lo que muestra una cinemática articular diferente al de las personas sanas. *Terui Y* y otros⁽¹⁷⁾ refieren relación entre la fuerza muscular y la asimetría del tronco durante la marcha. Del mismo modo, al valorar la parálisis de las piernas, la función de las extremidades superiores y la mejora de la fuerza de los músculos del tronco reduce la asimetría del tronco izquierda-derecha durante la marcha sin ayuda.

Por otra parte, el ACV induce inmunodepresión, factor de mal pronóstico para el rendimiento motor. Los pacientes inmunodeprimidos presentan mayor asimetría en la marcha y deterioro de la estabilidad dinámica.⁽¹⁸⁾ La inmunodepresión y el daño del sistema nervioso central se asocian con disfunción del reflejo simpático, esencial para mantener la posición erguida y la marcha.⁽¹⁹⁾

Teniendo en cuenta los elementos anteriores se puede resumir que los pacientes, después de sufrir un ACV, presentan características distintas de su marcha (conocida como marcha hemiparética); se destacan como parte del patrón anormal: asimetría en el paso y en el tiempo de apoyo entre ambos lados; arrastre del pie del lado afectado (circunducción); disminución del control del tronco y pérdida del balance lateral; reducción de la velocidad de marcha y menor longitud de paso; hiperextensión de rodillas o flexión excesiva como estrategias compensatorias y el uso de ayudas



técnicas (bastón, andador) para mantener el equilibrio.^(14,16,18,19) Se destaca que este tipo de marcha es menos eficiente, más fatigante y menos segura.^(15,17,19)

Rehabilitación neurológica tradicional para equilibrio y marcha

La rehabilitación neurológica busca reeducar los patrones motores y mejorar la funcionalidad del paciente. En el caso del equilibrio y la marcha, las estrategias tradicionales son la realización de ejercicios de control postural, la reeducación de la marcha, la terapia física y ocupacional, el entrenamiento de *feedback* y la estimulación multisensorial, entre otras.^(13,20,21)

Los ejercicios de control postural buscan mejorar la estabilidad en sedestación y bipedestación, por lo que se utilizan superficies inestables para estimular el sistema vestibular y propioceptivo. Por su parte, la reeducación de la marcha se logra mediante caminatas asistidas, que pueden ser en paralelas o con apoyo. También pueden utilizarse órtesis para mejorar el alineamiento.^(16,19)

La terapia física y ocupacional se orienta hacia la implementación de técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva y ejercicios, para mejorar el control del tronco y la coordinación intermuscular. Como complemento es importante el entrenamiento con *feedback*, mediante el uso de espejos, plataformas de fuerza o balanzas electrónicas, para la retroalimentación visual y auditiva sobre el control postural y el peso corporal.^(16,20,21) Por último, la estimulación multisensorial genera beneficios en la activación de vías sensoriales para favorecer la plasticidad neuronal.^(20,21)

Realidad virtual en la rehabilitación del equilibrio y la marcha de pacientes con accidente cerebrovascular

La neurorrehabilitación de pacientes con ACV se basa en el diseño de intervenciones que logren con rapidez la recuperación neurológica, para favorecer la restauración de las funciones motoras y cognitivas. La RV se concibe como una alternativa a la fisioterapia convencional. Se basa en entornos virtuales y estímulos multisensoriales, para entrenar el equilibrio, potenciar la reorganización de las vías neuromotoras y reducir la discapacidad motora.⁽²⁰⁾

Las posibilidades de retroalimentación rápida, seguimiento del rendimiento del paciente y de los detalles del entrenamiento, así como el tipo e intensidad del ejercicio y la estimulación



multisensorial que ofrece la RV⁽²¹⁾ fortalece la reconstrucción neuronal, la activación del área motora del cerebro y potencia el aprendizaje motor, al estimular la plasticidad neuronal.^(1,5,21)

La terapia de RV promueve el equilibrio estático y dinámico, la movilidad y la fuerza muscular, favorece la recuperación de los componentes propioceptivos articulares y mejora el ajuste de la postura.⁽²²⁾ Para garantizar el éxito a través de esta terapia se sugiere considerar la posibilidad de su intensificación, el uso de juegos para hacerla gratificante, el aprendizaje de estímulos y la retroalimentación constructiva entre el estímulo y la respuesta.⁽²¹⁾ La ludificación motiva la participación activa y aporta beneficios psicológicos, que incluyen mejoras en la motivación intrínseca y extrínseca, aumento en la autoeficiencia, reducción del estrés y mejora del estado de ánimo; efectos que se reflejan sobre todo en pacientes con ACV que se enfrentan a una recuperación prolongada.⁽²³⁾

Desde el punto de vista clínico, según el grado de interacción entre el paciente y el entorno virtual, la RV se puede clasificar en: no inmersiva, cuando el paciente interactúa con un entorno virtual desde fuera, sin sentirse "dentro" de él; y totalmente inmersiva, cuando el paciente se sumerge por completo en un entorno virtual y pierde la percepción del mundo real.

También se considera la modalidad semiinmersiva, que combina elementos de ambos mundos (real y virtual), lo que proporciona una experiencia inmersiva parcial.^(20,24)

La modalidad no inmersiva implica un entorno virtual que se muestra en una pantalla (monitor, televisión, *infocus*, etc.).⁽²⁵⁾ Su aplicación facilita la personalización de la terapia. Los estudios^(7,11,26,27) basados en RV no inmersiva pueden incluir solo esta modalidad de tratamiento o pueden combinarse con otra terapia.^(4,7,11,26)

La RV inmersiva favorece la interacción virtual y retroalimentación en tiempo real en escenarios ambientales realistas, con mayor implicación del paciente, mediante la visión, el tacto, la audición e incluso el movimiento, a fin de lograr la reconstrucción o restauración de funciones físicas.^(26,28)

Este tratamiento es de gran valor en la rehabilitación motora de ACV, con beneficios superiores, al comparar con la terapia convencional.⁽²⁰⁾

La intervención asistida por robot es una técnica rehabilitadora que se centra en el uso combinado de robots de apoyo, RV y ludificación. Representa una estrategia terapéutica innovadora, que tiene



efectos psicológicos positivos en entornos clínicos o de rehabilitación. Introduce un elemento inmersivo e interactivo en el proceso rehabilitador, propicia mejoras en la experiencia real del paciente y obtiene información visual más sólida, relacionada con el elemento proyectado.^(1,29)

Hay estudios que reportan^(1,3) que el entrenamiento de RV constituye una plataforma única para involucrar a los pacientes en su proceso de recuperación, lo que le confiere factibilidad y eficacia para ser utilizado como tratamiento de rehabilitación.^(1,3) Los programas más utilizados (*MindMotion™ Pro*, *NeuRRoVR*, *REAL™ Immersive System* y *XRHealth*) incluyen circuitos de desplazamiento, escaleras, obstáculos, cambios de dirección entre otros.^(1,3)

La reorganización del sistema nervioso central después de un ACV tiene su base en la implicación activa de elementos cognitivos, la especificidad funcional y la realización de tareas complejas. La combinación de ejercicios, la simulación de movimientos complejos y la retroalimentación visual, activan áreas de la corteza cerebral y del cerebelo, y propicia mejoras en la función cognitiva y la movilidad.⁽⁴⁾

En la RV el aporte de las entradas visuales y vestibulares continua en pacientes con ACV genera mejoras en el equilibrio.⁽²⁾ Su uso, acompañado o no de terapia convencional, muestra superioridad, al tener un efecto beneficioso sobre la movilidad, el equilibrio y las actividades de la vida diaria.⁽⁹⁾ Se valora también que son eficaces las mejoras, sobre todo, en las primeras 6 semanas de recuperación, cuando es mayor el potencial para lograrlo. En esta fase, el entrenamiento de la marcha con RV logra un mayor efecto en el equilibrio, en los componentes y rendimiento de la marcha, así como en los resultados psicológicos.⁽³⁰⁾

El uso de RV ofrece muchos beneficios, pero no está exento de contraindicaciones; estas pueden variar según el tipo de dispositivo, el nivel de inmersión y el estado de salud del usuario. La presencia de trastornos neurológicos como la epilepsia fotosensible, la migraña crónica son algunos de ellas. Los problemas visuales o vestibulares que generan vértigo, mareos y trastornos del equilibrio, también se consideran contraindicaciones absolutas, al igual que los trastornos psiquiátricos, las enfermedades cardíacas y respiratorias graves, el embarazo y la edad menor de 8 años. Se recomienda que el uso de la RV se evalúe individualmente por profesionales, sobre todo cuando se usa en contextos clínicos o terapéuticos. Es esencial adaptar la sesión a la tolerancia del



paciente, comenzar con exposiciones breves, supervisadas y tener presente las contraindicaciones mencionadas, así como la precauciones para su uso.

Se concluye que la RV, como terapia única o combinada, se reconoce como una forma terapéutica eficaz que propicia mejoras en el control postural, el equilibrio y patrones de la marcha de pacientes con ACV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aderinto N, Olatunji G, Opeyemi Abdulbasit M, Edun M, Aboderin G, Egbunu E. Exploración de la eficacia de la rehabilitación basada en la realidad virtual en accidentes cerebrovasculares: una revisión narrativa de la evidencia actual [Internet]. *Anales de Medicina*. 2023 [acceso: 11/11/2024];55(2):1-18 Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07853890.2023.2285907>
2. Cortés Pérez I, Nieto Escamez FA, Obrero Gaitán E. Immersive Virtual Reality in Stroke Patients as a New Approach for Reducing Postural Disabilities and Falls Risk: A Case Series [Internet]. *Brain Sciences*. 2020;10(5):1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci10050296>
3. Poursaeed F, Ansari NN. Virtual Reality for Balance After Stroke: A Narrative Review [Internet]. *Journal of Iranian Medical Council*. 2023 [acceso: 15/11/2024];7(1):5-27. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2514-183X/7/1/3>
4. Miclus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower Extremity Rehabilitation in Patients with Post-Stroke Sequelae through Virtual Reality Associated with Mirror Therapy [Internet]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 [acceso: 12/11/2024];18(5):1-14. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2654>
5. Wu J, Zeng A, Chen Z, Wei Y, Huang K, Chen J, et al. Effects of Virtual Reality Training on Upper Limb Function and Balance in Stroke Patients: Systematic Review and Meta-Analysis [Internet]. *J Med Internet Res*. 2021 [acceso: 13/11/2024];23(10):e31051. Disponible en: <https://www.jmir.org/2021/10/e31051/>



6. Myung Joon K. El entrenamiento de la marcha en comunidad con realidad virtual mediante una imagen de 360° mejora la capacidad de marcha en pacientes con accidente cerebrovascular crónico [Internet]. The Journal of Korean Physical Therapy. 2020 [acceso: 11/11/2024];32(3):186-92. Disponible en: <http://www.kptjournal.org/journal/view.html?uid=1491&pn=lastest&vmd=Full>
7. Luque Moreno C, Kiper P, Solís Marcos I, Agostini M, Polli A, Turolla A, et al Realidad virtual y fisioterapia en la reeducación funcional de la extremidad inferior tras un ictus: un ensayo clínico controlado sobre un nuevo enfoque [Internet]. Journal of Personalized Medicine. 2021 [acceso: 14/11/2024];11(11):1-12. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4426/11/11/1210>
8. Isbel S, Holloway H, Greber C, Nguyen K, Frost J, Pearce C, et al. Realidad virtual después de un accidente cerebrovascular: identificación de características importantes al diseñar experiencias para mejorar la participación en la rehabilitación de miembros superiores [Internet]. Digital Health. 2024 [acceso: 13/11/2024];10:1-11. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/20552076241251634>
9. Barger S, Scalea S, Agosta F, Banf J, Corbetta D, Filippi M, et al. Effectiveness and safety of virtual reality rehabilitation after stroke: an overview of systematic reviews [Internet]. EClinical Medicine. 2023 [acceso: 11/11/2024];64(10):1-15. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/eclinm/article/PIIS2589-5370\(23\)00397-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/eclinm/article/PIIS2589-5370(23)00397-8/fulltext)
10. Dai S, Piscicelli C, Lemaire C, Christiaens A, De Schotten MT, Hommel M, et al. La recuperación del equilibrio y la marcha después de un accidente cerebrovascular se ve deteriorada por hiperintensidades confluentes en la sustancia blanca: estudio de cohorte [Internet]. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2022 [acceso: 16/11/2024];65(1):1-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065721000063>
11. Sana V, Ghou M, Kashif M, Albalwi A, Muneer R, Zia M. Effects of vestibular rehabilitation therapy versus virtual reality on balance, dizziness, and gait in patients with subacute stroke: A randomized controlled trial [Internet]. Medicine. 2023 [acceso: 13/11/2024];102(24):e33203. Disponible en: <https://journals.lww.com/md->



journal/fulltext/2023/06160/Effects_of_vestibular_rehabilitation_therapy.52.aspx?context=LatestArticles

12. Li N, Li J, Gao T, Wang D, Du Y, Zhao X. Gait and Balance Disorder in Patients with Transient Ischemic Attack or Minor Stroke [Internet]. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2021 [acceso: 15/11/2024];17:305-314. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/toc/dndt20/2021>
13. Ekmekçioğlu Z, Katırcı Kırmacı Zİ, Ergun N. The relationship of trunk control with lower extremity sense, balance, and walking in individuals with stroke [Internet]. *Clinical and Experimental Health Sciences*. 2023 [acceso: 13/11/2024];13(3):530-6. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/doi/10.33808/clinexphealthsci.1094360>
14. Su C, Yang X, Wei S, Zhao R. Association of cerebral small vessel disease with gait and balance disorders [Internet]. *Front Aging Neurosci*. 2022 [acceso: 12/11/2024]14:1-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35875801/>
15. Roelofs JMB, Zandvliet SB, Schut IM, Anouk C. M. Huisinga ACM, A Schouten AC, et al. Accidente cerebrovascular leve, problemas graves: limitaciones en el equilibrio y la capacidad de marcha y el impacto en la tasa de caídas y la actividad física [Internet]. *Neurorrehabilitación y reparación neuronal*. 2023 [acceso: 15/11/2024];37(11-12):786-98. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/15459683231207360>
16. Buran Sevik O, González Alted C, Casado Romo MP, Martínez Herraiz A. Evaluación de la marcha mediante dispositivos portátiles en un paciente con daño cerebral adquirido [Internet]. *Rev. Colomb. Med. Fis. Rehabil*. 2024 [acceso: 16/11/2024];34(1):e421. Disponible en: <https://www.revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/view/421>
17. Terui Y, Sudo E, Iwasawa S, Uemura S, Satake M, Shioya T. Increasing trunk muscle strength improves trunk movement asymmetry during gait in subacute stroke patients [Internet]. *Multidiscip. Sci. J*. 2024 [acceso: 16/11/2024];7(4):1-8. Disponible en: <https://malque.pub/ojs/index.php/msj/article/view/4608>
18. Park HY, Kwon OY, Yi CH, Jeon HS, Choi WJ, Ahn SY, et al. Respiratory Parameters as Predictors of Balance and Gait Ability in Patients with Stroke at Discharge [Internet].



- International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023 [acceso: 11/11/2024];20(23):1-11 Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/23/7098>
19. Martinis L, Castiglia SF, Vaghi G, Morotti A, Grillo V, Corrado M, et al. Differences in Trunk Acceleration-derived Gait Indexes in Stroke Subjects with and without Stroke-Induced Immunosuppression [Internet]. *Sensors*. 2024 [acceso: 14/11/2024];24(18):1-15. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/18/6012>
20. Demeco A, Zola L, Frizziero A, Martini C, Palumbo A, Foresti R, et al. Realidad virtual inmersiva en la rehabilitación posterior a un accidente cerebrovascular: una revisión sistemática [Internet]. *Sensores*. 2023 [acceso: 12/11/2024];23(3):1-14. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1712>
21. Zhang M, Liang Z, Li Y, Meng J, Jiang X, Xu B. (2023). The effect of balance and gait training on specific balance abilities of survivors with stroke: a systematic review and network meta-analysis [Internet]. *Frontiers in Neurology*. 2023 [acceso: 16/11/2024];14(4):1-24. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2023.1234017/full>
22. Rodríguez Almagro DA, Achalandabaso Ochoa A, Ibáñez Vera AJ, Góngora Rodríguez J, Rodríguez-Huguet M. Efectividad de la terapia de realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en las personas mayores: una revisión sistemática [Internet]. *Healthcare*. 2024 [acceso: 18/11/2024];12(2):1-24. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9032/12/2/158>
23. Patsaki I, Dimitriadi N, Despoti A, Tzoumi D, Leventakis N, Roussou G, et al. La eficacia de la realidad virtual inmersiva en la recuperación física de pacientes con accidente cerebrovascular: Una revisión sistemática [Internet]. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2022;16:1-8. DOI: 10.3389/fnsys.2022.880447
24. Cruz Gavilanes TM, Cruz Gavilán Y de la N, Quintana Cruz DN, Muñoz Cruz AG, Cruz Gavilán MT. Explorando el potencial de la realidad virtual como estrategia pedagógica y terapéutica en pacientes post accidente cerebrovascular [Internet]. *DC*. 2024 [acceso: 11/11/2024];10(3):1248-64. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3980>



25. Kwak HD, Chung E, Lee B. El efecto del entrenamiento del equilibrio mediante dispositivos de realidad virtual totalmente inmersivos basados en controladores táctiles sobre el equilibrio y la capacidad de caminar en pacientes con accidente cerebrovascular: un ensayo piloto aleatorio y controlado [Internet]. *Medicina*. 2024 [acceso: 13/11/2024]; 103(27):e38578. Disponible en: https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2024/07050/the_effect_of_balance_training_using_touch.18.aspx
26. Cai H, Lin T, Chen L, Weng H, Zhu R, Chen Y. Evaluación del efecto de la tecnología de realidad virtual inmersiva en la rehabilitación de la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular: un protocolo de estudio para un ensayo controlado aleatorizado [Internet]. *Trials*. 2024;22(2):1-11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05031-z>
27. Garay Sánchez, A. Efecto de la realidad virtual inmersiva en las alteraciones del equilibrio estático y dinámico en sujetos con ictus [Internet]. [Tesis doctoral]. España, Sevilla: Universidad de Sevilla; 2023. [acceso: 13/11/2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=319430>
28. Chao TC, Lin CH, Lee MS, Chang CC, Lai CY, Huang CY, et al. La eficacia de la rehabilitación temprana combinada con entrenamiento de realidad virtual en pacientes con accidente cerebrovascular agudo por primera vez: un ensayo controlado aleatorizado [Internet]. *Life*. 2024;14(7):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/life14070847>
29. 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 [Internet]. *Arch Phys Med Rehabil*. 2023;104(10):1711-9. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.04.005
30. Zhang B, Wong K-P, Qin J. Effects of Virtual Reality on the Limb Motor Function, Balance, Gait, and Daily Function of Patients with Stroke: Systematic Review [Internet]. *Medicina*. 2023;59(4):1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina59040813>



Conflictos de interés

Los autores no refieren conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Angie Thais Vera Zambrano, Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Curación de datos: *Angie Thais Vera Zambrano.*

Análisis formal: *Angie Thais Vera Zambrano, Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Investigación: *Angie Thais Vera Zambrano.*

Metodología: *Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Recursos: *Angie Thais Vera Zambrano.*

Supervisión: *Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Validación: *Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Visualización: *Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Redacción – borrador original: *Angie Thais Vera Zambrano y Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Redacción – revisión y edición: *Angie Thais Vera Zambrano y Alex Daniel Barreno Gadvay.*

Disponibilidad de datos

No hay datos asociados con este artículo.