Descargado el: 30-10-2026 ISSN 1727-897X

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Realidad virtual para pacientes con alteraciones del equilibrio por lesión medular traumática. Revisión de alcance

Virtual Reality for patients with Balance Disorders Due to Traumatic Spinal Cord Injury. Scoping Review

Joselin Tixi Guaraca[1] Adamaris Lozada Ulloa[1] Johannes Alejandro Hernández Amaguaya[1]

[1] Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Cómo citar este artículo:
Tixi-Guaraca J, Lozada-Ulloa A, Hernández-Amaguaya J. Realidad virtual para pacientes con alteraciones del equilibrio por lesión medular traumática. Revisión de alcance. **Medisur** [revista en Internet]. 2025 [citado 2026 Oct 30]; 23(0):[aprox. 0 p.]. Disponible en: https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/52922

Resumen

La lesión medular traumática puede cursar con importantes alteraciones del equilibrio que limitan la independencia funcional. La realidad virtual puede promover la neuroplasticidad e inducir cambios motores positivos luego de la lesión. El objetivo de esta revisión de alcance fue analizar el efecto de la realidad virtual en la rehabilitación con vistas al equilibrio estático y dinámico en pacientes con lesión medular incompleta traumática. Se siguieron las directrices *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses extension for Scoping Reviews*. Fueron útiles las bases de datos PubMed, *Web of Science* y Scopus para la búsqueda y selección de los estudios. Fueron incluidos ensayos clínicos aleatorizados publicados desde el año 2015, con una calidad metodológica PEDro, mayor o igual a 7. Se analizaron siete estudios y la población total fue de 203 participantes. La prueba de alcance funcional modificado fue la medida de resultado más común. Un total de cinco ensayos utilizaron realidad virtual no inmersiva mediante las pantallas de computadora personal o plasma y control de mando de realidad virtual. Se observaron mejoras en la prueba de alcance funcional modificada y un 42,85 % de avance en pruebas como la escala de equilibrio de Berg, prueba de la camiseta, prueba de función en sedestación y prueba de soporte de la silla. La realidad virtual muestra un gran potencial como herramienta complementaria en la rehabilitación del equilibrio en pacientes con lesión medular traumática, sin embargo, el alto costo y la complejidad tecnológica limitan su accesibilidad en centros de rehabilitación.

Palabras clave: lesión medular, balance postural, rehabilitación, salud digital

Abstract

Traumatic spinal cord injury can cause significant balance disorders that limit functional independence. Virtual reality can promote neuroplasticity and induce positive motor changes after the injury. The objective of this scoping review was to analyze the effect of virtual reality on rehabilitation for static and dynamic balance in patients with incomplete traumatic spinal cord injury. The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews guidelines were followed. The PubMed, Web of Science, and Scopus databases were used for the search and selection of studies. Randomized clinical trials published since 2015, with a PEDro methodological quality score greater than or equal to 7, were included. Seven studies were analyzed, and the total population was 203 participants. The modified functional reach test was the most common outcome measure. A total of five trials used non-immersive virtual reality using personal computer or plasma screens and virtual reality handheld control. Improvements were observed in the modified functional reach test, and a 42.85% improvement was observed in tests such as the Berg Balance Scale, the T-shirt test, the sitting function test, and the chair stand test. Virtual reality shows great potential as a complementary tool in balance rehabilitation in patients with traumatic spinal cord injury; however, its high cost and technological complexity limit its accessibility in rehabilitation centers.

Key words: spinal cord injury, postural balance, rehabilitation, digital health

Aprobado: 2025-06-27 17:02:35

Correspondencia: Joselin Tixi Guaraca. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba yuleydialcaide77@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La lesión de la médula espinal según la Organización Mundial de la Salud es una condición que incluye cualquier tipo de daño en la médula espinal. Produce alteración en las vías supraespinales sobre el sistema de control segmentario espinal y el sistema autónomo, e interrupción en la comunicación nerviosa de vías y neuronas de segundo orden, de tal forma que provoca cambios en la función sensitiva, motora y autónoma por debajo del nivel de lesión.[1, 2, 3] La lesión medular traumática (LMT) es la más frecuente y conlleva a daños permanentes como discapacidad neurológica, limitaciones físicas y funcionales, incluyendo la pérdida del equilibrio.[4, 5]

Las personas con LMT experimentan graves alteraciones del equilibrio en posición bípeda y sedente. Esto se debe al deterioro de las conexiones neuromotoras que ayudan a mantener el centro de masa dentro de la base de sustentación, lo cual implica limitaciones importantes para mantener la estabilidad postural y realizar movimientos controlados.[6, 7] En bipedestación puede dificultar en distintos grados la deambulación, aumentar el riesgo de caídas, incluso en sedestación, pues los pacientes cursan con la falta de equilibrio estático y dinámico. Todos estos factores limitan la funcionalidad, independencia y calidad de vida.[8]

El tratamiento para mejorar las secuelas físicas de un paciente con LMT tiene un enfoque multidisciplinario y actualmente innovador. Tras la expansión del estudio de la neurociencia en la rehabilitación física, se ha utilizado la realidad virtual (RV) como un medio de simulación guiada para promover la neuroplasticidad con distintas aplicaciones clínicas.[9, 10] El uso de este medio en pacientes con LMT fue documentado por primera en 1990,[11] cuando se estudiaron los sistemas de realidad virtual en la rehabilitación física y cognitiva de pacientes con lesiones medulares y otras discapacidades.

Una revisión sistemática del año 2020, tras analizar el equilibrio, funcionalidad e independencia en pacientes con LMT determinaron que la realidad virtual puede mejorar el equilibrio sentado y de pie, así como las funciones de la marcha, sin embargo, la mayor parte de estudios incluidos fueron estudios experimentales no aleatorizados y con una población pequeña.[12, 13]

Tomando en cuenta la interacción y resultados que induce la interfaz hombre-equipo y la necesidad de ampliar esta información con estudios de una mejor calidad metodológica, el objetivo de esta revisión es analizar el efecto de la realidad virtual en la rehabilitación con vistas al equilibrio estático y dinámico en pacientes con lesión medular incompleta traumática.

DESARROLLO

Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de alcance, siguiendo los parámetros del *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-Scr).[14] Se desarrolló en cinco fases: 1) pregunta de investigación; 2) establecimiento de criterios para la selección de estudios: búsqueda sistemática e identificación de estudios; 3) selección de estudios; 4) extracción de datos; 5) resultados.

Pregunta de investigación

¿Qué efectos tiene el uso de la realidad virtual en la rehabilitación del equilibrio estático y dinámico en personas con lesión medular traumática y cuáles son los enfoques utilizados?

Criterios para selección de estudios

Las bases de datos consideradas para realizar la búsqueda fueron PubMed, Web of Science y Scopus. Los criterios para la inclusión de los estudios fueron: estudios experimentales de tipo ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) con una valoración de PEDro con puntuación mínima de 7/10 puntos; que investigaron el tratamiento en el equilibrio estático y dinámico en adultos ≥30 años con lesión medular traumática incompleta, utilizando cualquier tipo de realidad virtual (inmersiva, semi inmersiva o no inmersiva) o una combinación de intervención de fisioterapia con realidad virtual administrada con o sin biorretroalimentación, publicados en idioma inglés o español, en el período 2015-2024. Se excluyeron análisis con población neurológica no afectada por lesión medular; y otras modalidades de intervención como la estimulación cerebral profunda y las terapias farmacológicas.

La estrategia de búsqueda utilizada fue:

- *Virtual reality* OR *Virtual environment* AND *Spinal cord injury* OR *Spinal cord lesion* AND *Balance* OR *Postural control*

OR *Sitting balance*.

- *Immersive virtual reality* OR *Non-immersive virtual reality* AND *Spinal cord injury rehabilitation* OR *Spinal cord damage* AND *Dynamic balance* OR *Static balance*.

- *Virtual reality therapy* OR *Virtual rehabilitation* AND *Spinal cord injury* OR *Spinal cord trauma* AND *Equilibrium* OR *Postural stability* OR *Trunk control*.

- *Virtual reality training* OR *Virtual reality intervention* AND *Traumatic spinal cord injury* OR *Non-traumatic spinal cord injury* AND *Balance recovery* OR *Balance improvement* OR *Postural adjustment*.

Selección de estudios

Para la selección de estudios primero se realizó la búsqueda en las bases de datos; luego se revisó título, resumen y metodología. Aquellos ECAs que cumplieron con los criterios, fueron seleccionados para un análisis más exhaustivo y extracción de información.

Extracción de datos

La información de los estudios seleccionados fue extraída y agrupada en dos tablas: autor/año, puntuación PEDro, participantes del grupo control y experimental; media aritmética (Media) de la edad de los participantes junto con la desviación estándar (DE), a través de: Media ± DE, tiempo transcurrido después de la lesión, puntuaciones del grado de lesión según *American Spinal Injury Association* (ASIA), nivel la lesión espinal, tipo de realidad virtual (Tabla 1); momento de la medición por grupos, intervención, duración - frecuencia de sesiones y resultados (Tabla 2).

RESULTADOS

En base al diagrama de flujo PRISMA-ScR se realizó el proceso metodológico para incluir y analizar los estudios (Fig. 1). Los 7 estudios tipo ECAs[15, 16, 17, 18, 19, 20, 21] incluidos agruparon un total de 203 participantes con edad promedio en el grupo experimental de 37,71 años, y en grupo control de 40,05 años, con un tiempo transcurrido después de la lesión al menos de 6 meses y nivel más frecuente de afectación entre L1 - L4, C1 - C7 y T1, T6 - T12. Cinco estudios utilizaron para la intervención del grupo experimental realidad virtual no inmersiva, incluyendo las pantallas de computadora personal o plasma y control de mando de RV; y para la intervención del grupo control utilizaron terapia convencional u ocupacional, además, los protocolos incluían sesiones de 30 minutos, 3-4 veces por semana durante 4-6 semanas.

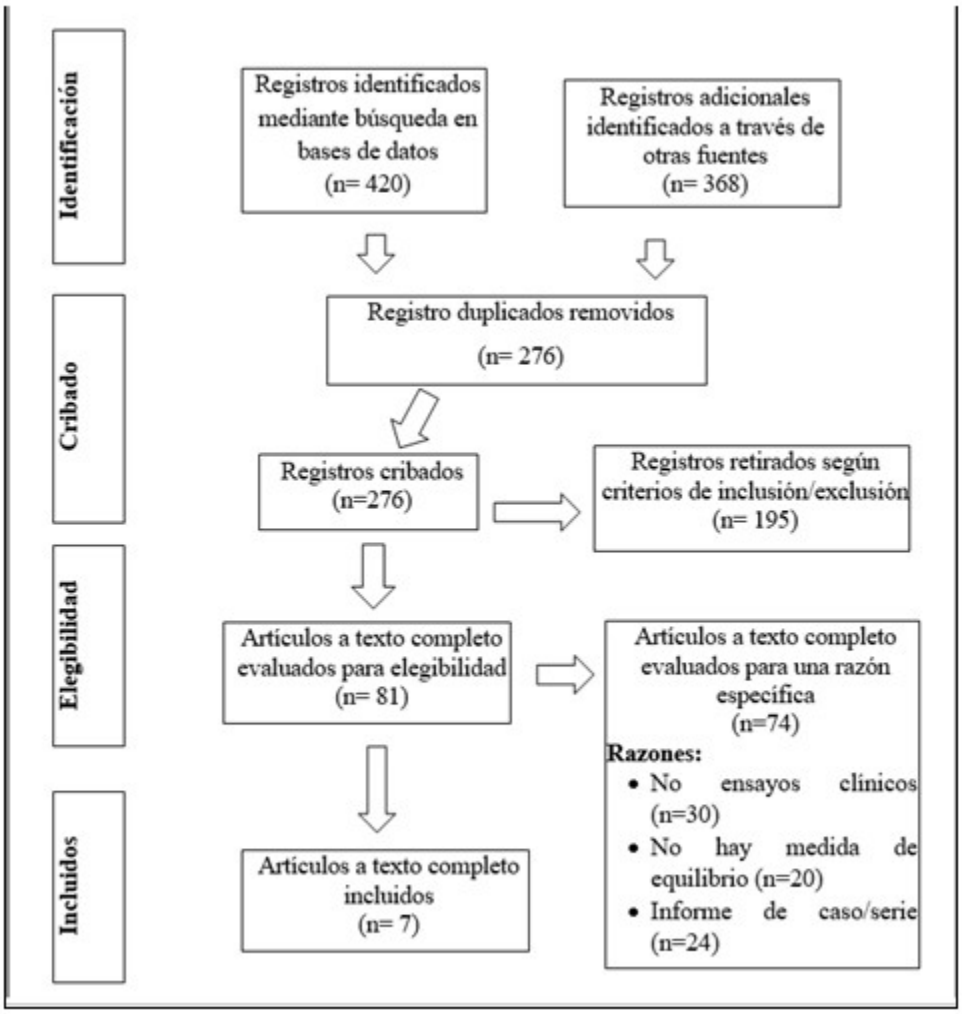


Fig. 1- Proceso de selección de estudios.

Tabla 1- Principales características de los participantes en cada estudio.

Autor/año	Score PEDro	Participantes	Edad/Desviación estándar	Tiempo transcurrido desde el inicio de la lesión (meses)	Grado de ASIA	Nivel de la lesión	Tipo de RV utilizada
Goel et al., 2023	9/10	N= 18 GE= 9 GC= 9	GE= 39,11 (30,05–48,18) GC= 41.89 (36,12–47,66)	Menos de 10 meses	B-D	No descrito	Inmersiva
Nair et al., 2022	8/10	N= 21 GE= 11 GC=10	GE= 32,45±7 GC= 30,1±8,37	No descrito	A-B	T10-T12, L1-L4	No inmersiva
An y Park, 2022	9/10	N= 40 GE=20 GC=20	GE= 42,27 ± 5,51 GC= 43,00 ± 7,15	No descrito	C-D	C5-C7	Inmersiva
Lee y Lee, 2021	8/10	N=20 GE=10 GC=10	GE= 55,1 ± 10,41 GC= 53,7 ± 6,55	Más de 6 meses	C-D	T1-T12 y L1-L5	No inmersiva
Walia et al., 2020	8/10	N=48 GE1= 16 GE2= 16 GC= 16	GE y GC= 18 y 45 años	Al menos 6 meses	C-D	C5-L1	No inmersiva
Khurana et al., 2017	7/10	N=30 GE= 15 GC=15	GE= 29,47 ± 7,48 GC= 29,80 ± 7,32	Al menos 6 meses	A-B	T6-T12	No inmersiva
Tak et al., 2015	8/10	N=26 GE=13 GC=13	GE= 49,54±8,25 GC= 43,08±11,23	Más de 6 meses	A-B	C1-C7 y T1-12	No inmersiva

N: número de pacientes; GE: grupo experimental; GC: grupo control; T: torácica; C: cervical; L: lumbar; ASIA: Escala de deterioro de la Asociación Americana de Lesiones Medulares.

Tabla 2. Resultados de la medición de las variables: equilibrio, funcionalidad, calidad de vida y marcha.

Autor/año	Población	GE/GC	Momento de la medición del equilibrio	Intervención	Duración frecuencia de sesiones	Resultados
Goel et al., 2023	N= 18 GE= 9 GC= 9	GE	Pre-I FIST= 34 *mFRT* Foward= 1,63 D= 1,28 I= 1,58 Post-I FIST=40 *mFRT* Foward= 2.46 D= 2,04 I= 1,65	GE: Realidad virtual con terapia convencional.	GE: Recibieron 45 minutos de realidad virtual con 30 minutos de terapia convencional por 5 sesiones a la semana durante 4 semanas.	Las variables mFRT y FIST mejoraron significativamente en ambos grupos (p<0,05).
		GC	Pre-I FIST= 31 *mFRT* Foward= 1,40 D= 1,00 I= 1,11 Post -I FIST= 34 *mFRT* Foward= 2,07 D= 1,38 I= 1.30	GC: Estimulación eléctrica funcional con terapia convencional.	GC: Recibieron 45 minutos de FES con 30 minutos de terapia convencional, por 5 sesiones a la semana, durante 4 semanas.	
Nair et al., 2022	N= 21 GE= 11 GC=10	GE	Pre-I *mFRT* Foward= 20,25±6,29 D=14,31±2,17 I= 14,34±2,86 *T-shirt*= 12,34±4,24 Post -I *mFRT* Foward= 1,7 ± 1,09 D=2,43 ± 2,81 I=3,05 ± 4,65 *T-shirt*= 1,45±2,08	GE: Realidad virtual con terapia de rutina	GE: Recibieron 45 minutos de terapia rutinaria por 6 días a la semana con 30 minutos de realidad virtual durante 4 semanas.	El grupo de control en la variable mFRT 4,83 ± 2,95 fue estadísticamente significativas (p<0,05).
		GC	Pre-I *mFRT* Foward= 16,71±8,67 D=17,60±4,73 I=17,8±4,34 *T-shirt*= 12,78+1,34 Post -I *mFRT* Foward= 4,83 ± 2,95 D= 5,08 ±1,85 I= 6,19 ± 1,51 *T-shirt*= 1,62±0,89	GC: Terapia de rutina con terapia convencional enfocada al equilibrio sentado.	GC: Recibieron 45 minutos de terapia rutinaria por 6 días a la semana con 30 minutos de terapia convencional enfocada al equilibrio sentado durante 4 semanas.	
An y Park, 2022	N= 40 GE=20 GC=20	GE	Pre-I CST= 54,10 ± 6,72 TUG= 23,15 ± 4,06 Post -I CST= 35,21 ± 7,76 TUG= 14,47 ± 4,37	GE: Realidad virtual	GE: Recibieron 30 minutos de realidad virtual en 3 días de la semana durante 4 semanas con un total de 12 sesiones.	Las variables CST y TUG mejoraron significativamente en ambos grupos (p <0,05).
		GC	Pre-I CST= 52,63 ± 6,53 TUG= 22,31 ± 3,21 Post -I CST= 3,52 ± 9,95 TUG= 15,31 ± 4,68	GC: Terapia convencional	GC: Recibieron 30 minutos de terapia convencional en 3 días de la semana durante 4 semanas con un total de 12 sesiones.	
Lee y Lee, 2021	N=20 GE=10 GC=10	GE	Pre-I FSA Left= 107,00 ± 12,75 FSA Right= 126,44 ± 12,33 Post -I FSA Left= 127,99 ± 8,58 FSA Right= 136,36 ± 16,06	GE: Realidad virtual con terapia ocupacional	GE: Recibieron 30 minutos de realidad virtual con 30 minutos de terapia ocupacional, tres veces por semana, durante ocho semanas.	Hubo diferencias significativas en el grupo experimental y de control con respecto a FSA (p>0,05)
		GC	Pre-I FSA Left= 110,47 ± 12,56 FSA Right= 115,66 ± 11,59 Post -I FSA Left= 118,40 ±10,25 FSA Right= 123,20 ± 5,92	GC: Terapia ocupacional regular con programa regular de entrenamiento del equilibrio sentado	GC: Recibieron 30 minutos de realidad virtual con 30 minutos de programa regular de entrenamiento del equilibrio sentado, tres veces por semana, durante ocho semanas.	
Walia et al., 2020	N=48 GE1= 16 GE2= 16 GC= 16	GE (I)	Pre-I PTP= 0.93 (0,20) BBS= 0.48 (0,1) Post -I PTP= 2,53 (0,22) BBS= 0,76 (0,32)	GE (I): Realidad virtual en equilibrio con estimulación eléctrica.	GE (I): Recibieron 30 minutos de realidad virtual en equilibrio más estimulación eléctrica tres veces por semana, durante 4 semanas.	La variable BBS mostró significancia de (0,84-0,98; p<0,001).
		GE (II)	Pre-I PTP= 1,53 (0,28) BBS= 1,76 (0,28) Post -I PTP= 2,93 (0,19) BBS= 0,14 (0,26)	GE (II): Realidad virtual en equilibrio con estimulación con descargas eléctricas.	GE (II): Recibieron 30 minutos de realidad virtual en equilibrio más estimulación con descargas eléctricas tres veces por semana durante 4 semanas.	
		GC	Pre-I PTP= 1,59 (0,23) BBS= 1,49 (0,23) Post -I PTP= 4 (2,8) BBS= 18 (9,5)	GC: Realidad virtual en equilibrio.	GC: Recibieron 30 minutos de realidad virtual en equilibrio tres veces por semana durante 4 semanas.	
Khurana et al., 2017	N=30 GE= 15 GC=15	GE	Pre-I *mFRT* 16,85 ± 5,06 *T-shirt* 23,93 ± 10,96 Post -I *mFRT* 23,46 ± 5,44 *T-shirt* 13,91 ± 8,05	GE: Realidad virtual en equilibrio	GE: Recibieron 45 minutos de realidad virtual en equilibrio con una frecuencia de 5 veces por semana durante 4 semanas.	Hubo una diferencia significativa en el grupo experimental en mFRT (p = 0,001).
		GC	Pre-I *mFRT* 16,23 ± 3,68 *T-shirt* 22,88 ± 9,02 Post -I *mFRT* 23,46 ± 5,44 *T-shirt* 13,91 ± 8,05	GC: Terapia convencional que tienen ejercicios del mundo real	GC: Recibieron 45 minutos de terapia convencional con la frecuencia de 5 veces por semana durante 4 semanas.	
Tak et al., 2015	N=26 GE=13 GC=13	GE	Pre-I *mFRT* Foward= 175,13±48,39 D=116,95±44,92 I= 110,62±29,40 *T-shirt* 29,50±10,95 Post -I *mFRT* Foward= 243,67±73,84* D= 166,91±33,47* I= 138,76±23,46* *T-shirt* 22,60±8,28*	GE: Realidad virtual con terapia convencional	GE: Recibieron 30 minutos de realidad virtual en 3 sesiones por semana con 60 minutos de terapia convencional por 5 sesiones durante 6 semanas.	Ambos grupos mostraron una mejora significativa en mFRT y T-shirt (p<0,05).
		GC	Pre-I *mFRT* Foward= 164,79±99,91 D= 104,49±43,87 I= 118,26±25,56 *T-shirt* 23,59±11,35 Post -I *mFRT* Foward= 164,79±99,91 D= 111,31±45,91* I= 128,26±26,20* *T-shirt* 22,15±12,28*	GC: Terapia convencional	GE: Recibieron 60 minutos de terapia convencional por 5 sesiones, durante 6 semanas.	

*N: número de pacientes; GE: grupo experimental; GC: grupo control; Pre-I: antes de la intervención; Post-I: después de la intervención; RV: realidad virtual; TC: terapia convencional; D: derecha; I: izquierda; mFRT: prueba de alcance funcional modificada; FIST: prueba de función en sedestación; FES: estimulación eléctrica funcional; T-shirt: prueba de la camiseta; CST: prueba de soporte de la silla; TUG: *timed up-and-go*; FSA: prueba de aplicación de sensibilidad a la fuerza; BBS: escala de equilibrio de Berg; PTP: Plataforma basculante ProKin; CPT: rehabilitación convencional con fisioterapia y terapia ocupacional.

DISCUSIÓN

Tras el análisis de los 7 ECAs incluidos en el estudio,[15, 16, 17, 18, 19, 20, 21] fue evidente que la medida más utilizada en ellos fue la prueba de alcance funcional modificada (mFRT), cuyos resultados finales fueron significativos (p<0,05) en los grupos control y experimental, cuando utilizaban RV combinada de terapia convencional u ocupacional; sin embargo, se conoce que hay una diferencia significativa de (p<0,001) cuando se combinaba con otras modalidades. Además, las medidas BBS, T-shirt, FIST y CST presentaron un 42,85 % de mejoría tras la aplicación de RV.

Estos resultados se alinean con el estudio de An y Park (2022)[17] en las variables equilibrio estático y dinámico, así como función de la marcha y la velocidad de patada, aunque la intervención fue de 12 semanas, y 30 minutos cada sesión.

Por otro lado, Manzanares y colaboradores (2021)[22] investigaron el impacto de una terapia de navegación con RV semi-inmersiva en la calidad de vida y capacidad funcional de personas con lesión medular espinal (LME) durante la fase subaguda. En tal sentido, se realizó un programa de rehabilitación con 15 pacientes en fase subaguda (intervención de seis semanas, seis meses desde la fecha de la lesión), con lo cual se obtuvo mejoría significativa en el grupo experimental, en las variables movilidad y equilibrio. De tal modo, los programas de ejercicio simulado, en LME, producen una mejora en la autopercepción.

El estudio de Lee y Lee (2021)[18] analiza cómo un programa de ejercicios basado en la realidad virtual puede mejorar la capacidad de equilibrio al sentarse en pacientes con LME con una evolución de más de 6 meses. Se demostraron avances estadísticamente significativos en un periodo de 8 semanas de intervención, en las puntuaciones de aplicación sensible de la fuerza y límites de estabilidad. Los participantes del grupo experimental, que recibieron terapia adicional basada en RV, manifestaron resultados superiores en comparación con el grupo control, que siguió un programa de rehabilitación regular. Asímismo, Alashram y colaboradores (2020),[23] en sus hallazgos preliminares sugieren que la RV puede mejorar el equilibrio en estos pacientes, especialmente en casos crónicos con clasificación C y D en la escala ASIA. Se propone que 12-20 sesiones de 30-60 minutos de RV podrían mostrar efectos beneficiosos. Los hallazgos de De Miguel Rubio y colaboradores (2020)[24] también expresan beneficios en el equilibrio medido a través de pruebas específicas como el mFRT y el T-Shirt Test, con resultados favorables en ambos casos; para la terapia de RV utilizaron la consola de videojuegos Nintendo Wii durante un periodo de 12 semanas. La revisión sistemática y metaanálisis de Abou y colaboradores (2020)[12] proporciona evidencia preliminar sobre los efectos beneficiosos de la terapia de RV para mejorar el equilibrio y la marcha en personas con LMT. Sus resultados sugieren que la terapia de RV combinada con rehabilitación convencional es más efectiva que solo la rehabilitación convencional para mejorar el equilibrio en posición de sentado. Además, se observó una tendencia de mejora en el equilibrio de pie y la función general de la marcha después de la terapia de RV.

Los resultados de Walia y colaboradores (2023)[25] mostraron una evidencia débil para el uso de entrenamiento locomotor con apoyo del peso corporal (BWST) como intervención para mejorar el equilibrio, aunque la combinación de BWST con estimulación mostró resultados prometedores. En cuanto a la RV, se observó una mejora significativa en el equilibrio, aunque los resultados provienen principalmente de estudios pre-post con un tamaño de muestra limitados.

La mayoría de los estudios incluidos en esta revisión tenían una media de duración de 30 minutos como mínimo y su máximo de 60 minutos, 3-5 veces por semana durante 4-6 semanas, lo que limita la generalización de los resultados. Además, la variedad de protocolos de intervención y la falta de estandarización en la medición de los resultados pueden dificultar la comparación entre estudios. A pesar de ello, se considera al estudio una base para futuras investigaciones debido a que la principal fortaleza fue la inclusión de ECAs con una puntuación mínima de 7/10 en la escala PEDro lo que asegura la calidad metodológica de los estudios analizados.

Otras limitaciones fueron no disponer un número significativo de artículos de tipo ECAs y la heterogeneidad de las variables de medición, así como la aplicación de los diferentes tipos de la RV, lo cual hizo imposible generalizar los resultados y realizar un metaanálisis.

CONCLUSIONES

La realidad virtual muestra un potencial significativo como herramienta complementaria en la rehabilitación del equilibrio estático y dinámico en pacientes con lesión medular traumática. A pesar de la limitación en el número y duración de los estudios, se observaron mejoras considerables en medidas como el mFRT, con intervenciones de más de 30 minutos, 3-5 veces por semana durante 4-6 semanas. Además, un considerable porcentaje de los casos mostró avances en las pruebas BBS, T-shirt, FIST y CST. No obstante, el alto costo y la complejidad tecnológica limitan la accesibilidad a esta herramienta en los centros de rehabilitación, lo que afecta la viabilidad de terapias prolongadas.

Conflictos de intereses:

Los autores afirman que no existen relaciones o compromisos que pudieran influir en el contenido presentado en este trabajo, ni que puedan interpretarse como posibles conflictos de interés.

Contribución de autores:

Conceptualización: Adamaris Lozada Ulloa, Joselin Tixi Guaraca

Investigación: Adamaris Lozada Ulloa, Joselin Tixi Guaraca

Metodología: Johannes Hernández Amaguaya

Curación de datos: Johannes Hernández Amaguaya, Adamaris Lozada Ulloa, Joselin Tixi Guaraca

Supervisión: Johannes Hernández Amaguaya

Redacción-borrador original: Adamaris Lozada Ulloa, Joselin Tixi Guaraca

Redacción-revisión y edición final: Johannes Hernández Amaguaya

Financiación:

Este estudio no tuvo financiación de ninguna entidad externa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maggio MG, Bonanno M, Manuli A, Onesta MP, De Luca R, Quartarone A, et al. Do Individuals with Spinal Cord Injury Benefit from Semi-Immersive Virtual Reality Cognitive Training? Preliminary Results from an Exploratory Study on an Underestimated Problem. Brain Sci. 2023;13(6):1-10.

2. Montero F. Actualización sobre la situación de la lesión medular en América Latina: retos y oportunidades en su atención. Rev Colomb Med Física Rehabil[Internet]. 2022[citado 03/06/2024];32(Suppl):[aprox. 20p]. Disponible en: https://revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/view/360/414

3. Guest J, Datta N, Jimsheleishvili G, Gater DR. Pathophysiology, Classification and Comorbidities after Traumatic Spinal Cord Injury. J Pers Med. 2022;12(7):1126.

4. González KE, Hidalgo JA, Alvear AS, Briones NS, Briones AD, Jurado TA, et al. Lesión traumática aguda de medula espinal. Presentación de una serie de casos clínicos y su abordaje quirúrgico. MedicienciasUTA[Internet]. 2023[citado 11/07/2025];7(3):[aprox. 10p]. Disponible en: https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/medi/article/view/2077

5. Florez WA, Guillermo ACC, García E, Castilla A, Ramos Y, Quintana L, et al. Pathobiology of traumatic spinal cord injury: an overview. Egypt J Neurosurg. 2024;39(27):1-5.

6. Anjum A, Yazid MD, Fauzi Daud M, Idris J, Ng AMH, Selvi Naicker A, et al. Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. Int J Mol Sci. 2020;21(20):1–35.

7. Margetis K, Das JM, Emmady PD. Spinal Cord Injuries[Internet]. StatPearls Publishing; 2025[citado 11/07/2025]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560721/

8. Blasco M, Carretero E, Cruzado DP. Calidad de vida y autonomía en las actividades de la vida diaria en personas con lesión medular. TOG Coruña[Internet]. 2021[citado 11/072025];18(1):[aprox. 9p]. Disponible en:

https://www.revistatog.es/ojs/index.php/tog/article/view/106/86

9. Orsatti B, Diaz O. Efficacy of Virtual Reality in Neurorehabilitation of Spinal Cord Injury Patients: A Systematic Review. Rev Mex Ing Biomed[Internet]. 2021[citado 12/06/2024];42(2):[aprox. 10p]. Disponible en: https://www.rmib.mx/index.php/rmib/article/view/1141/901

Fabbri I, Betti F, Tedeschi R. Gait quality after robot therapy compared with physiotherapy in the patient with incomplete spinal cord injured: A systematic review. eNeurologicalSci. 2023;31:100467.

11. Leemhuis E, Esposito RM, De Gennaro L, Pazzaglia M. Go Virtual to Get Real: Virtual Reality as a Resource for Spinal Cord Treatment. Int J Environ Res Public Health[Internet]. 2021[citado 11/07/2025];18(4):[aprox. 24p]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7918193/

12. Abou L, Malala VD, Yarnot R, Alluri A, Rice LA. Effects of Virtual Reality Therapy on Gait and Balance Among Individuals With Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. Neurorehabil Neural Repair. 2020;34(5):375-88.

13. Tamayo KAM, Cajamarca OAV, García MBP. La realidad virtual en la recuperación del equilibrio de personas con lesión medular incompleta. Rev Cubana Med Milit[Internet]. 2025[citado 11/07/2025];54(3):[aprox. 10]. Disponible en: https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/76290/3054

14. Alcoba D. PRISMA y metaanálisis en la investigación científica. Fides et Ratio[Internet]. 2024[citado 11/07/2025];28(28):[aprox. 4p]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2024000200013&lng=es&tlng=es

15. Goel T, Sharma N, Gehlot A, Srivastav AK. Effectiveness of immersive virtual reality training to improve sitting balance control among individuals with acute and sub-acute paraplegia: A randomized clinical trial. J Spinal Cord Med. 2023;46(6):964-74.

16. Nair M, Kulkarni V, Shyam A. Combined Effect of Virtual Reality Training (VRT) and Conventional Therapy on Sitting Balance in Patients with Spinal Cord Injury (SCI): Randomized Control Trial. Neurol India. 2022;70(2):245-50.

17. An Y, Park C. The effects of virtual soccer game on balance, gait function, and kick speed in chronic incomplete spinal cord injury: a randomized controlled trial. Spinal Cord. 2022;60(6):504-9.

18. Lee MJ, Lee SM. The Effect of Virtual Reality Exercise Program on Sitting Balance Ability of Spinal Cord Injury Patients. Healthcare. 2021;9(2):1-7.

19. Walia S, Kumar P, Kataria C. Efficacy of Electrical Stimulation-Augmented Virtual Reality Training in Improving Balance in Individuals with Incomplete Spinal Cord Injury: Study Protocol of a Randomized Controlled Trial. Asian Spine J. 2020;15(6):865-73.

20. Khurana M, Walia S, Noohu MM. Study on the Effectiveness of Virtual Reality Game-Based Training on Balance and Functional Performance in Individuals with Paraplegia. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2017;23(3):263-70.

21. Tak S, Choi W, Lee S. Game-Based Virtual Reality Training Improves Sitting Balance after Spinal Cord Injury: A Single-Blinded, Randomized Controlled Trial. Med Sci Technol. 2015;56:53-9.

22. Manzanares A, Camblor Á, Romero S, Segado F, Gil A. Effect of a semi-immersive virtual reality navigation therapy on quality of life in persons with spinal cord injury. Disabil Rehabil Assist Technol. 2021;18(6):1-6.

23. Alashram AR, Padua E, Hammash AK, Lombardo M, Annino G. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review. J Clin Neurosci. 2020;72:322-7.

24. De Miguel A, Rubio MD, Salazar A, Moral JA, Requena F, Camacho R, et al. Is Virtual Reality Effective for Balance Recovery in Patients with Spinal Cord Injury? A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2020;9(9):1-12.

25. Walia S, Kumar P, Kataria C. Interventions to Improve Standing Balance in Individuals With Incomplete Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2023;29(2):56-83.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS