

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA

**EFFECTIVIDAD DE LA TERAPIA DE REALIDAD VIRTUAL SOBRE EL
EQUILIBRIO Y LA MARCHA EN PERSONAS CON ACCIDENTE
CEREBROVASCULAR. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**



Autor: Alcantud Monedero, Ana.

Nº expediente: 2097.

Tutor: José Gabriel Cano Montoro.

Departamento y Área: Departamento de Patología y cirugía.

Curso académico: 2019- 2020.

Convocatoria: Junio.

INDICE

1. Resumen	1
2. Abstract	2
3. Introducción	3
4. Material y método	5
5. Resultados	7
6. Discusión	9
7. Conclusión	14
8. Bibliografía	15
9. Anexo	17



1. RESUMEN.

Introducción: Las enfermedades cerebrovasculares (ECV) son la tercera causa de muerte en países occidentales, la primera causa de discapacidad adquirida en el adulto y la segunda causa de demencia. La realidad virtual (RV) es una terapia en la cual los participantes son capaces de interactuar con imágenes proyectadas y manipular objetos virtuales, además de realizar actividades orientadas en la tarea, dando al usuario la sensación de estar inmerso en un entorno simulado.

Objetivo Principal: Investigar si la aplicación de realidad virtual es efectiva para mejorar el equilibrio y la marcha en la población con accidentes cerebrovasculares.

Material y Métodos: Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos PubMed, Cochrane, PEDRo y ScienceDirect utilizando las palabras clave "stroke", "virtual reality", "rehabilitation", "postural balance" y "gait" combinados con el operador booleano AND. Se seleccionaron un total de 15 resultados tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados: En los artículos seleccionados los autores hallaron mejoras significativas en la marcha y en las variables vinculadas a ella (cadencia, velocidad de marcha, longitud de paso y zancada); en puntuaciones de BBS y TUG para el equilibrio dinámico; así como diferencias significativas en los parámetros relacionados con el equilibrio para el equilibrio estático. Todas las mejoras favorecieron a la intervención de realidad virtual.

Conclusión: La realidad virtual es un método seguro que ha surgido recientemente para promover la recuperación funcional después de un accidente cerebrovascular. Debe ser considerada una alternativa adicional a la rehabilitación. Es efectiva para mejorar parámetros de la marcha y el equilibrio dinámico y estático tras el ictus. Los efectos obtenidos podrían deberse a la retroalimentación multisensorial (intrínseca y extrínseca) y a la capacidad de la terapia para crear entornos virtuales altamente repetitivos y con ejercicios específicos y orientados a tareas.

2. ABSTRACT

Introduction: Cerebrovascular diseases are the third cause of death in western countries, the leading cause of adult acquired disability, and the second leading cause of dementia. Virtual reality is a therapy, in which participants are able to interact with projected images and manipulate virtual objects, in addition to performing task-oriented activities, giving users the feeling of being immersed in a simulated environment.

Goals: To investigate whether the virtual reality application is effective in improving balance and gait in the population with strokes.

Material and methods: A bibliographic research was carried out in different databases as PubMed, Cochrane, PEDRo and ScienceDirect, using the key terms "*stroke*"; "*virtual reality*"; "*rehabilitation*"; "*postural balance*" and "*gait*"; using the Boolean operator AND. Finally, 15 results were selected after applying the inclusion and exclusion criteria.

Results: In the selected articles, the authors found significant improvements in the gait and in the variables related to it (cadence, gait velocity, step length and stride length); in BBS and TUG scores for dynamic balance; as well as significant differences in parameters related to equilibrium for static equilibrium. All the improvements favored the RV intervention.

Conclusion: Virtual reality is a safe method, which has recently emerged to promote functional recovery after cerebrovascular diseases. It should be considered as an additional alternative to rehabilitation. It is effective in improving gait parameters and dynamic and static balance after stroke. The effects obtained could be due to multisensory feedback (intrinsic and extrinsic), and the ability of the therapy to create highly repetitive virtual environments with specific and task-oriented exercises.

3. INTRODUCCIÓN.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las enfermedades cerebrovasculares (ECV) se consideran la tercera causa de muerte en países occidentales tras la cardiopatía isquémica y el cáncer, la primera causa de discapacidad adquirida en el adulto y la segunda de demencia después del Alzheimer.¹ La ECV se caracteriza por tener una etiología multifactorial en la que intervienen distintos factores de riesgo, que en algunas ocasiones se presentan asociados.²

La incidencia mundial de ECV es de 200 casos nuevos por cada 100.000 habitantes cada año siendo variable en diferentes países, y puede estar relacionada con factores genéticos y ambientales, edad poblacional y prevalencia de los factores de riesgo asociados.³ En España, se estima que la incidencia del ictus es de 150-250 casos nuevos por cada 100.000 habitantes al año.⁴ y será más recurrente a partir de los 55 años, de modo que el riesgo de padecerlo se duplicará por cada década.¹ Los datos de prevalencia en nuestro país son escasos y provienen de estudios realizados en poblaciones con muestras pequeñas³, obteniéndose cifras entre el 3,8% y 11,8% en mayores de 65 años.⁵

La principal consecuencia a la que hacen frente los pacientes que han sufrido un ictus es la hemiparesia, la cual, afecta en diversos grados. La paresia del miembro superior es una de las alteraciones más frecuentes seguida de la paresia del miembro inferior.⁶ Un estudio realizado en nuestro país muestra que los supervivientes pasados 3 meses presentaban discapacidad moderada o grave. En la población dependiente por ictus, lo más frecuente es que se produjera un deterioro físico y mental.⁵

Teniendo en cuenta el progresivo envejecimiento de la población, y que aproximadamente tres cuartas partes de los casos de ictus afectan a pacientes mayores de 65 años, la incidencia y prevalencia de esta patología se verá incrementada.⁴ Supondrá una importante disminución de la calidad de vida en la población anciana,⁷ un incremento notable en la necesidad de rehabilitación y de cuidados, y un mayor consumo de recursos sanitarios respecto al resto de la población.⁸ Una adecuada prevención tiene un gran peso en la reducción del impacto de la enfermedad, por lo que es imperativo mejorar ella, y en la rehabilitación de las secuelas.

La realidad virtual (RV) es una herramienta novedosa que en los últimos años ha tenido un desarrollo relevante en la rehabilitación de déficits ocasionados en el sistema nervioso.⁹ Se define como el "*uso de simulaciones interactivas creadas con hardware y software para presentar a los usuarios oportunidades de participar en entornos que parecen y se sienten similares a los objetos y eventos del mundo real*"¹⁰. Los participantes interactúan con imágenes

proyectadas y manipulan objetos virtuales, además de realizar actividades orientadas en la tarea, dando al usuario la sensación de estar inmerso en un entorno simulado. Proporciona diferentes formas de retroalimentación en tiempo real a través del entorno seguro, siendo la más común la estimulación visual y auditiva, con el fin de mejorar el aprendizaje motor. Está dirigida a aumentar la neuroplasticidad al dotar al paciente de un entrenamiento repetitivo de actividades específicas.¹¹ Realizar este tipo de entrenamiento puede inducir la reorganización de la arquitectura neural y estimular la recuperación de las habilidades motoras tras un daño neurológico.¹²

Cada vez aparecen más estudios que demuestran los beneficios de la RV en la mejora del equilibrio y la marcha en pacientes neurológicos, ya que son predictores de independencia funcional y están asociados con el riesgo de caídas. Por ello, un déficit en ambos va a limitar las actividades de la vida diaria y la calidad de vida del paciente.¹²

Se ha estudiado la aplicación de la realidad virtual sobre pacientes con lesiones medulares, esclerosis múltiple, Parkinson...etc, y una de las principales áreas donde más se ha investigado es en la rehabilitación de pacientes con ictus.⁹ La mayoría de estos ensayos muestran resultados en la aplicación de la terapia virtual en extremidades superiores. Sin embargo, son limitados los ensayos y revisiones que centran este tipo de rehabilitación en extremidades inferiores tras un accidente cerebrovascular (ACV).¹¹ Por lo tanto, el objetivo de esta revisión bibliográfica es investigar si la aplicación de realidad virtual es efectiva para mejorar el equilibrio y la marcha en la población con accidentes cerebrovasculares.

4. MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudios: Revisión Bibliográfica.

Para la elaboración de esta revisión bibliográfica se ha llevado a cabo una búsqueda durante los meses de marzo y abril de 2020 a través de las bases de datos PubMed, Cochrane Library, PEDro y ScienceDirect con el fin de recopilar ensayos clínicos y revisiones bibliográficas realizadas desde el año 2010 hasta el 2020. La estrategia de búsqueda se basó en introducir los siguientes descriptores: *stroke*, *virtual reality*, *rehabilitation*, *postural balance*, *gait* y combinarlos con el operador booleano AND.

Los filtros utilizados para delimitar la búsqueda fueron:

- Todo tipo de estudios (revisiones bibliográficas, metaanálisis, ensayos clínicos, artículos de revistas científicas)
- Fecha de publicación: desde 2010 hasta 2020.
- Realizado en humanos.
- Idiomas: inglés y español

Criterios de inclusión:

Una vez realizada la búsqueda se acotaron los siguientes criterios de inclusión:

- Fecha máxima de publicación: 10 años.
- Patología: Accidentes cerebrovasculares.
- Ensayos que estudiaran los efectos de la realidad virtual sobre el equilibrio y marcha.
- Ensayos que comparasen una intervención basada en realidad virtual con una intervención de fisioterapia convencional.

Por ello, se excluyeron todos aquellos estudios que no cumplieran los criterios de inclusión mencionados.

Procedimiento:

La primera búsqueda se llevó a cabo en el buscador PubMed, donde se usaron los descriptores *stroke*, *virtual reality*, *rehabilitation*, *postural balance* y *gait* combinados con el operador booleano AND, además de los filtros descritos anteriormente. Se obtuvo un total de 23 resultados. Tras la lectura del título y el abstract se eliminaron 2 artículos los cuales pertenecían a estudios que aplicaban una intervención de realidad virtual en otras poblaciones como son pacientes con Ataxia y Parkinson. Tras leer completamente cada uno de los resultados encontrados y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se volvieron a eliminar 8 artículos.

La segunda búsqueda fue en la base de datos Cochrane Library, en él se hizo una búsqueda aplicando las palabras clave *stroke*, *virtual reality*, *postural balance* y *gait* combinadas con el operador booleano AND. Se encontró un resultado el cual se descartó debido a que no cumplía uno de los criterios de inclusión descritos.

La tercera búsqueda realizada fue en el buscador PEDro, para ello se usaron los descriptores citados anteriormente. Se obtuvieron 4 resultados, todos se descartaron para el estudio, ya que uno no cumplía la población de pacientes que buscamos, y los tres restantes eran estudios ya encontrados en PubMed.

La cuarta búsqueda fue realizada en la base de datos ScienceDirect donde se usaron los descriptores *stroke*, *virtual reality*, *rehabilitation*, *postural balance* y *gait* combinados con el operador booleano AND. Tras aplicar los filtros Research articles y review articles además del periodo de tiempo desde los años 2010 hasta 2020 se obtuvieron un total de 155 resultados. Después de la lectura del título y el abstract se extrajeron 10 artículos, y tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión y eliminar los estudios duplicados los resultados se redujeron a un estudio.

De forma simultánea, se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed utilizando los descriptores y filtros anteriores excepto el filtro "Humanos". Se rescató un artículo, el cual, tras leer el título y el abstract, cumplía con los criterios de inclusión, por lo que se decidió incluirlo en los resultados. Finalmente, nuestra recopilación de artículos se redujo a 15 resultados, fueron seis ensayos clínicos, cinco revisiones bibliográficas y cuatro metaanálisis como muestra *Diagrama de flujo en la búsqueda* que puede verse en el Anexo.

5. RESULTADOS.

Se emplearon seis ensayos clínicos extraídos de la búsqueda para elaborar una tabla de resultados tal y como puede verse en el Anexo como *Tabla de resultados*.

En esta revisión bibliográfica, los ensayos clínicos utilizados tuvieron lugar entre 2014 y 2019. Todos correspondían a ensayos controlados aleatorizados^{13,15,17,18} con diferentes modos de enmascaramiento: simple ciego^{14,15,17,18} y triple ciego.¹³

Se incluyeron un total de 155 individuos que habían sufrido un accidente cerebrovascular crónico^{13, 15-18}, de los cuales 42% eran pacientes hospitalizados, 25.16% eran ambulatorios y 33% restante no se especificaba la procedencia de la población de estudio.

La edad media de los integrantes fue de 58.65 años. El accidente cerebrovascular tuvo mayor presentación en hombres que en mujeres, donde el hemisferio derecho fue el más afectado y el ictus isquémico predominó sobre el hemorrágico.

El tiempo medio transcurrido desde el inicio del accidente cerebrovascular hasta el comienzo de la intervención fue de 31.04 meses, donde todas las personas incluidas en los ensayos les habían diagnosticado un ictus al menos 6 meses antes de la intervención, estas habiendo conservado la capacidad de caminar con o sin ayudas durante 10-15 min^{14,16} o 10 metros.^{13,17} Solo uno estudio contempló como criterio de inclusión un año como período mínimo tras el incidente.¹³

Los ensayos clínicos empleados muestran cierto consenso en los criterios de inclusión y exclusión como puede verse en el Anexo: *Tabla de criterios de inclusión* y *Tabla de criterios de exclusión*. La mayoría fijaron como criterio de inclusión la no presencia de enfermedades cardiovasculares u otras condiciones médicas importantes^{14,17,18}, la capacidad entender instrucciones simples¹⁵⁻¹⁷, una puntuación ≥ 21 - ≤ 24 en Mini Mental Test^{15,16,18} y la no toma de medicación o medicación estables en el último año^{13,14,18}.

En cuanto a los criterios de exclusión, dos estudios^{14,15} no especificaron cuales fueron dichos criterios. Los más empleados fueron la presencia de fracturas o limitaciones ortopédicas graves en los últimos 6 meses^{13,16,17}.

Los ensayos clínicos constaban de un grupo experimental (tratamiento con RV) y un grupo control (mismo tratamiento que el grupo experimental, pero sin RV). Cuatro estudios^{13,14,16,17} basaron su intervención en caminar sobre una cinta rodante mientras los pacientes contemplaban imágenes de deambulación comunitaria^{16,17} o interactuaban con juegos virtuales^{13,14}. Un estudio¹⁵ observó el movimiento del lado no afecto sobre la extremidad afecta, y otro¹⁸ visualizó en una pantalla el movimiento real en comparación con el movimiento simulado. Adicionalmente al tratamiento percibido en el grupo experimental o control, cinco estudios¹⁴⁻¹⁸ recibieron tratamiento de fisioterapia convencional. La duración de la intervención varió desde 4 semanas^{13,15,16,18} a 6 semanas^{14,17}. En lo que respecta al número de sesiones semanales, cuatro estudios^{14,16-18} decidieron llevar a cabo la intervención durante 3 veces/semana, un estudio¹³

determinó 2 veces/ semana y otro¹⁵ marcó 5 veces/semana. La duración de las sesiones varió desde 30 minutos^{13,15-18} a 45 minutos¹⁴

En cuanto a las medidas de resultados utilizadas encontramos que:

- En la capacidad de marcha emplearon:
 - Test de marcha 10 m (10MWT)¹³⁻¹⁵: fue el más usado, consiste en una prueba que mide el tiempo necesario para recorrer 10 metros a una velocidad cómoda.¹⁴
 - Sistema GAITRire^{17,18} es una pasarela sensible a la presión capaz de evaluar parámetros espaciotemporales de la marcha.¹⁷
- Para determinar el equilibrio dinámico emplearon:
 - Escala de Berg (BBS)^{13-15,17,18} evalúa el grado de equilibrio funcional y el riesgo de caída. Una puntuación inferior a 40 puntos indica riesgo de caída alto.¹⁴
 - Timed Up and Go (TUG)^{13-15,17,18} mide el tiempo necesario para que la persona se levante de una silla, camine 3 metros a una la velocidad normal, gire sobre sí mismo, vuelva hacia la silla y se siente.¹⁷
 - Prueba de alcance funcional (FRT)^{13,15} el paciente se sitúa paralelo a una pared, con una flexión de hombro de 90° y con los brazos extendidos, y se le solicita que flexione el tronco hacia delante. Mide la distancia que un paciente es capaz de alcanzar con su brazo extendido sin desplazar sus pies.¹⁵
- En el equilibrio estático varios estudios se han servido de una plataforma de fuerza conectada a un software informático.¹⁵⁻¹⁷ Miden la longitud y velocidad de balanceo postural estático.¹⁶

La obtención de los datos se llevó a cabo antes¹³⁻¹⁸, durante¹³ y tras el estudio¹³⁻¹⁸; y solo uno¹³ hizo un seguimiento pasados cuatro meses tras finalizar el estudio. Otro ensayo¹⁴ valoró la fuerza de las extremidades inferiores y el deterioro motor con la Escala Medical Research Council (MRC) y Fugl Meyer, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las medidas anteriormente citadas fueron las siguientes:

- Marcha: tres estudios¹³⁻¹⁵ obtuvieron mejoras significativas en 10MWT que favorecen al grupo experimental. A su vez, dos estudios^{17,18} obtuvieron mejoras significativas en variables relacionadas con la marcha (cadencia, velocidad, longitud de paso y zancada) y solo este último¹⁸ distinguió entre el lado parético y no parético para dichas variables.
- Equilibrio dinámico: cinco estudios^{13-15,17,18} obtuvieron mejoras significativas en puntuación de BBS que favorecían a la intervención de terapia virtual. Los valores de

TUG aumentaron significativamente para los grupos que realizaron RV en cuatro estudios.^{14,15,17,18}

- Equilibrio estático: dos ensayos^{15,16} determinaron que existían diferencias significativas en variables relacionadas con el equilibrio postural, como distancia de balanceo total, distancia de balanceo anteroposterior y mediolateral. Solo este último¹⁶ evaluó la velocidad de equilibrio postural.

Además, cabe destacar que el grupo control también mejoró la puntuación de BBG en tres ensayos^{14,15,17}, así como obtuvo mejoras significativas en dos estudios para los valores de TUG, marcha y variables vinculadas con la marcha.^{14,17}

6. DISCUSIÓN

La mayoría de las personas que sufren un ictus desarrollan alteraciones posturales, falta de equilibrio estático y dinámico,^{9,13} lo que ocasiona un mayor riesgo de caídas.¹³ La rehabilitación está orientada a la mejora del control del equilibrio funcional y a la prevención de caídas tanto en pacientes con ACV subagudo como crónico.¹⁹ Sin embargo, el uso de la realidad virtual en la rehabilitación del miembro inferior en pacientes con ictus son limitados,¹¹ pero la evidencia muestra que es segura para rehabilitar dichas funciones incidiendo en el equilibrio, la velocidad de marcha y la fuerza muscular.¹⁹

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue determinar si la aplicación de realidad virtual se considera efectiva para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con ictus. Por ello, los artículos que se extrajeron contaban con una intervención de RV junto a una terapia de fisioterapia convencional. Todos ellos determinaron mejoras significativas para los parámetros de equilibrio y marcha. Varios estudios argumentaron que el efecto del entrenamiento podría verse aumentado cuando la realidad virtual se combina con entrenamiento de apoyo robótico, superar obstáculos y rehabilitación convencional¹²; y sugieren que esta técnica puede usarse como método de tratamiento complementario junto con la rehabilitación tradicional¹⁹. Dos artículos^{15,18} de esta revisión dedicaron el mismo tiempo para el tratamiento convencional fisioterapia que para la terapia virtual. Un artículo muestra que, para el mismo tiempo dado de tratamiento, la RV aporta más beneficios que la rehabilitación estándar.²³

Todos los ensayos obtuvieron mejoras significativas en los parámetros de velocidad de marcha, puntuación de BBS y el tiempo de TUG. Dichos resultados están apoyados por diferentes estudios que señalan que el tratamiento de equilibrio y la marcha juntos a rehabilitación virtual

fueron más eficaces para mejorar la velocidad de marcha y TUG que el entrenamiento de la marcha y equilibrio por sí solos.¹⁹ Sin embargo, en contraposición a esto, un estudio no pudo llegar a la conclusión de que la terapia virtual en comparación con la convencional fuera más efectiva para mejorar dichos parámetros.¹⁰ Además, diversos estudios argumentan que el uso de tratamiento virtual en pacientes con ictus crónico mejoró variables espaciotemporales de la marcha como velocidad, cadencia, longitud de paso y zancada.^{11,19,20}

Un estudio¹⁵ obtuvo los mejores resultados en cuanto a parámetros de marcha, equilibrio dinámico y estático. Este consistía en un cuadro de reflexión de terapia virtual (VRRT) el cual se posicionaba sobre la extremidad inferior afectada, de modo que tras grabar el movimiento de lado no afectado, se proyectaba sobre dicho cuadro. Permite al paciente observar la imagen proyectada sobre su miembro afectado. Tras comparar el resto de los ensayos con el anterior estudio, observamos que un ensayo¹³ obtuvo peores resultados en los parámetros medidos. Podría deberse a que las personas que conformaban la muestra padecían una hemiparesia residual al accidente cerebrovascular, presentaban una edad media más alta (65.2 años) y un periodo de tiempo desde el inicio del ictus (9,06 años) mayor a todos los estudios recogidos. Existe una influencia negativa de la edad con respecto a la recuperación funcional, ya que personas con edades mayores se asocian a un mayor deterioro funcional.²⁴ Además, la mejoría en la evolución del ictus se considera estabilizada tras haber transcurrido como mínimo 6 meses tras el incidente, y estas mejoras pueden observarse en menor medida pasados un año y medio.³ Por ello, esto puede ser el hecho por el cual los resultados variaron en comparación con los demás, pero no podemos afirmar que sea la causa de unos resultados menos significativos.

La Realidad Virtual frente a la rehabilitación convencional presenta una serie de ventajas, como son las siguientes:

- La retroalimentación multisensorial proporciona al paciente la capacidad de interactuar con el entorno con diversidad de mecanismos¹⁰ por medio de la retroalimentación intrínseca (información auditiva, visual o propioceptiva) y la extrínseca (conocimiento del rendimiento o de los resultados).²⁰ En esta revisión bibliográfica, todos los estudios¹³⁻¹⁸ se han servido de la retroalimentación intrínseca en sus diferentes formas, y tres ensayos^{14,16,18} contaban con retroalimentación extrínseca. Diversos autores demostraron que la visualización del movimiento y las entradas auditivas o somatosensoriales proporcionan entornos enriquecidos durante la práctica de RV, que pueden facilitar el aprendizaje motor, mejorar la movilidad funcional y ofrecer posibilidades para la neuroplasticidad. Esta información sensorial permite que el sistema nervioso central pueda controlar mejor la posición y orientación de los segmentos corporales adaptándose al entorno externo.²³ Esto puede ser relevante, ya que tras un ictus las habilidades intrínsecas de aprendizaje motor pueden verse

comprometidas.^{20,21} Además, manifiestan que la retroalimentación visual, auditiva o sensorial aumentada puede tener un papel importante en la mejora del equilibrio y marcha de pacientes con ictus.²²

- Los estudios incluidos¹³⁻¹⁸ realizaron una intervención de terapia virtual altamente repetitiva y con ejercicios específicos y orientados a una tarea. Se ha planteado que el entrenamiento repetitivo es un elemento a favor en el aprendizaje motor y en la recuperación de la locomoción, que puede mejorar la distancia y velocidad de caminar^{10,22,23}, y que para conseguir una reorganización cerebral es necesario que las acciones estén relacionadas con un fin.⁹ En dos artículos mencionados, los integrantes observaron imágenes comunitarias mientras caminaban sobre una cinta rodante^{16,17}. Estas simulaban actividades del mundo real como caminar por la calle, sortear desniveles o terrenos irregulares o caminar bajo condiciones climáticas cambiantes.²³ Un artículo¹⁸ incluido informó que sus participantes afectados con hemiparesia tras el ictus, mejoraron la transferencia de peso hacia el lado parético al imitar el movimiento de sobrepasar obstáculos con imágenes comunitarias. Ciertos autores defienden que simular entornos comunitarios proporcionan tareas más complejas al paciente²³ y los exponen a escenarios de forma gradual, sin riesgos²⁰ y en dosis más altas que tratamientos tradicionales. Este tipo de intervención puede ser ventajosa para resolver problemas y dominar nuevas habilidades que no son seguras realizarlas en el mundo real.¹⁰

La intensidad de la intervención no fue muy dispar entre los ensayos de esta revisión bibliográfica, predominando una frecuencia de 3 sesiones/semana durante 4 semanas. Un ensayo aclara que se requieren como mínimo 10 sesiones¹² y 8 semanas para obtener un efecto con tratamiento virtual, ya que la adaptación física al ejercicio ocurre transcurridas 6-8 semanas.¹⁹ Ciertos autores determinan que los pacientes que recibieron tratamiento con mayor intensidad mejoraron el grado de discapacidad con respecto a aquellos donde el tratamiento fue menos intenso.²⁵ Frente a esto, un estudio expone que una frecuencia de tratamiento más alta se asocia a un efecto menor en los resultados: Demuestra que este tipo de pacientes requieren de descanso para interiorizar los movimientos.¹⁹

Cuatro de los artículos incluidos¹⁴⁻¹⁷ realizaron cambios en los parámetros (aumento de intensidad, velocidad en la marcha, variación de ejercicios transcurridas semanas) durante el transcurso de la intervención. Un artículo afirma que, para el aprendizaje óptimo, los ejercicios pueden aplicar restricciones, modificar la velocidad y su dificultad para que se ajusten a las características y necesidades del paciente.²² La adaptación constante al nivel de dificultad podría haber motivado a los pacientes a ser conscientes de sus limitaciones y a hacerlos mejorar en cada sesión.²⁶

Ninguno de los estudios aclara que se hayan producido efectos adversos durante el transcurso de las intervenciones, de modo que esto puede explicar que la terapia de RV es segura para los sujetos con accidente cerebrovascular crónico.²³

Limitaciones de los artículos:

El número de estudios incluidos en esta revisión bibliográfica fue pequeño, por lo que tiene que haber cierta cautela para generalizar los resultados. Además, la muestra de estudio estaba compuesta por un número reducido de integrantes, donde la mayoría de ellos fueron pacientes con accidente cerebrovascular crónico. Se considera que un ictus está en fase crónica cuando han transcurrido 6 meses desde el inicio y muestra una estabilización en su clínica.²⁷ Sin embargo, no se incluyeron pacientes con ictus agudo y subagudo debido a la variabilidad de capacidades y deficiencias que presentaban. Esto puede deberse a que en ambos periodos aparecen los primeros síntomas y se produce una mejora progresiva respectivamente²⁷, por lo que los resultados en la mejoría podrían no ser atribuidos a la intervención virtual¹⁹ sino a la evolución natural de la enfermedad.

Los estudios tampoco tuvieron en cuenta la gravedad de ictus inicial y el grado de discapacidad con el que contaban los participantes. Varios artículos demuestran que el estado de la enfermedad influye en el efecto de RV.²² Cuanto mayor sea la gravedad inicial del ictus, menor es la capacidad de recuperación, y una discapacidad inicial grave se considera un dato desfavorable sobre el nivel de función a largo plazo.²⁸ No se informó si los pacientes realizaron actividad física antes del ictus, debido a que una mejor situación funcional previa al ictus se asocia a una mejor evolución.²⁷

Ningún estudio indicó si los efectos del tratamiento virtual perduraban en el tiempo¹³⁻¹⁸. Tan solo un artículo¹³ realizó una medición de seguimiento 4 semanas tras finalizar la intervención. Hay cierta controversia con respecto a esto, debido a que la evidencia científica afirma que los beneficios ocasionados en los pacientes no perduran pasados de 1 a 3 meses tras el cese de la intervención.¹¹ Sin embargo, varios autores declaran que las ganancias obtenidas no se mantienen y pueden mantenerse o mejorarse con el tiempo.¹²

Los resultados obtenidos en los estudios no se extrapolaron a las actividades de la vida diaria, como caminar dentro de la comunidad o participar activamente dentro de ella. Tal y como describe una revisión bibliográfica, la escala Funcional Ambulatory Classifier (FAC) está diseñada para determinar la capacidad de marcha y la posterior evolución del paciente. Varios autores evaluaron a los integrantes de su estudio con dicha escala y obtuvieron aumentos significativos en los tiempos y velocidades de deambulación comunitaria tras la intervención de RV. Una mejora en la puntuación, supone una mayor capacidad enfrentarse a perturbaciones ambientales, lo que podría conducir a una deambulación más independiente.²⁰

La realidad virtual favorece la neuroplasticidad pero ningún estudio exploró que se produjera una reorganización cortical con pruebas de imagen tras la intervención. La evidencia acerca de la neuroplasticidad es modesta¹² y una revisión bibliográfica describió que, tras el entrenamiento virtual, se producen activaciones en la corteza somato-sensorial primaria durante la marcha, lo que sugiere que este tipo de rehabilitación facilita los cambios neuoplásticos en la corteza.²⁰

Por último, ningún estudio incluido tuvo en cuenta la motivación y disfrute de los participantes al utilizar las herramientas de RV. Se cree que un aumento de la motivación disminuye la percepción del esfuerzo,²² y la falta de esta puede conducir a la interrupción del tratamiento, suponiendo un obstáculo en la mejora del equilibrio y la marcha.¹² Que los integrantes se sientan motivados y comprometidos durante el entrenamiento virtual depende de las características del individuo y de la propia intervención.²² Un estudio midió el nivel de motivación en personas con ictus, consideraron la intervención de RV fácil de usar y de aprender, útil para mejorar los déficits y altamente motivadora.²⁶ Por ello los ensayos deben considerarlo como medida en sus resultados.



7. CONCLUSIÓN.

La evidencia acerca de la terapia de realidad virtual es cada vez mayor, pero sigue siendo escasa en comparación con la bibliografía que aborda el tratamiento con RV de las extremidades superiores.

A medida que las nuevas tecnologías van formando parte de nuestra vida diaria, es probable que la realidad virtual se use cada vez más en la rehabilitación clínica. La mayoría de los sistemas de RV son herramientas seguras, efectivas, capaces de crear entornos virtuales altamente repetitivos y con ejercicios específicos y orientados a tareas. Es considerada una alternativa adicional a la rehabilitación donde sus efectos pueden verse aumentados siempre que se combine con la terapia convencional.

En base a los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica podemos concluir que el entrenamiento con terapia de realidad virtual es efectivo para mejorar parámetros de la marcha y el equilibrio dinámico y estático. Los efectos obtenidos por la RV podrían deberse a la retroalimentación multisensorial (intrínseca y extrínseca) proporcionada por dichos sistemas, el cual favorece el aprendizaje motor, mejorar la movilidad funcional y recuperación de la locomoción. La gravedad de ictus y el grado de discapacidad inicial podrían haber influido en los resultados.

La realidad virtual ha surgido recientemente como un método importante para promover la recuperación funcional después de un accidente cerebrovascular, aunque todavía no existe un consenso claro en cuanto a la pauta de tratamiento a seguir, frecuencia semanal, las dosis de tiempo, así como periodo de tiempo en el que perduran los efectos. Debe existir cierta cautela a la hora de interpretar los resultados debido al número reducido de la muestra y a que los resultados solo se han obtenido de poblaciones con ACV crónico.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1- González-Ruano P, Suárez C, Ruíz-Giménez N. Abordaje del accidente cerebrovascular. Sistema Nacional de Salud. 2002; 26:93-106.
- 2- Moreno VP, García-Raso A, García-Bueno MJ, Sánchez-Sánchez C, Meseguer E, Mata R et al. Factores de riesgo vascular en pacientes con ictus isquémico. Distribución según edad, sexo y subtipo de ictus. Rev Neurol. 2008; 46(10): 593-8.
- 3- Arias-Rivas S, Vivancos-Mora J, Castillo J. Epidemiología de los subtipos de ictus en pacientes hospitalizados atendidos por neurólogos: resultados del registro EPICES (I). Revista de Neurología. 2012; 54(7):385-393.
- 4- Gállego J, Herrera M, Jericó I, Muñoz R, Aymerich N, Martínez-Vila E. El ictus en el siglo XXI: Tratamiento de urgencia. In Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 2008; 31:15-30.
- 5- Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Ictus en Atención Primaria. Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo de la Comunidad de Madrid; 2009. Guías de Práctica Clínica en el SNS: UETS N° 2007/5-2.
- 6- Silva MR, Soto-González M. Efectos de la terapia de espejo en el ictus. Revisión sistemática. Fisioterapia. 2016; 38(2):90-98.
- 7- Brea A, Laclaustra M, Martorell E, Pedragosa, À. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis. 2013; 25(5): 211-217.
- 8- Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares. El Atlas del ictus en España. Sociedad Española de Neurología. 2019.
- 9- Monzó, AAB, Ibáñez MAM. Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora de los pacientes tras un Ictus: Una revisión Bibliográfica. Rev Fisioter (Guadalupe). 2013; 12(2): 7-22.
- 10- Laver KE, Lange B, George, S., Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane database of systematic reviews. 2017 (11).
- 11- Gibbons EM, Thomson AN, de Noronha M, Joseph S. Are virtual reality technologies effective in improving lower limb outcomes for patients following stroke—a systematic review with meta-analysis. Topics in stroke rehabilitation. 2016; 23(6):440-457.
- 12- Porras DC, Siemonsma P, Inzelberg R, Zeilig G, Plotnik M. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: systematic review. Neurology. 2018; 90(22): 1017-1025.
- 13- Fishbein P, Hutzler Y, Ratmansky M, Treger I, Dunsky A. A Preliminary Study of Dual-Task Training Using Virtual Reality: Influence on Walking and Balance in Chronic Poststroke Survivors. J Stroke and Cerebrovasc Dis. 2019; 28(11):104343.
- 14- Park J, Chung Y. The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke. NeuroRehabilitation. 2018; 43(2):227-235.

- 15- In T, Lee K, Song C. Virtual reality reflection therapy improves balance and gait in patients with chronic stroke: randomized controlled trials. *Med Sci Moni.* 2016; 22,4046.
- 16- Kim N, Park Y, Lee BH. Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27(3): 655-658.
- 17- Cho KH, Lee WH. Effect of treadmill training based real-world video recording on balance and gait in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *Gait & posture.* 2014;39(1): 523-528.
- 18- Lee CH, Kim Y, Lee BH. Augmented reality-based postural control training improves gait function in patients with stroke: Randomized controlled trial. *Hong Kong Physiotherapy Journal.* 2014; 32(2):51-57.
- 19- Lee HS, Par YJ, Park SW. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research international.* 2019.
- 20- Darekar A, McFadyen BJ, Lamontagne A, Fung J. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. *J Neuroeng Rehabilitation.* 2015;12(1):46.
- 21- Dos Santos LF, Christ O, Mate K, Schmidt H, Krüger J, Dohle C. Movement visualisation in virtual reality rehabilitation of the lower limb: a systematic review. *Biomed Eng Online.* 2016;15(3):144.
- 22- De Rooij IJ, Van De Port IG, Meijer JW. Effect of virtual reality training on balance and gait ability in patients with stroke: systematic review and meta-analysis. *Phys Therapy.* 2016;96(12): 1905-1918.
- 23- Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2015; 61(3):117-124.
- 24- Rodríguez López AJ, Pilar Pérez R, Pila Peláez R, Vargas Rodríguez ÁR. Factores determinantes del pronóstico en el ictus isquémico. *Revista Archivo Médico de Camagüey.* 2009;9(2):24-37.
- 25- Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, Meyer MJ, Teasell R. Neurorehabilitación tras el ictus. *Neurología.* 2010;25(3):189-196.
- 26- Lloréns R, Noé E, Colomer C, Alcañiz M. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Me Rehabil.* 2015;96(3):418-425.
- 27- Mata MD, Marzo MM, Almazán CG, Badellino JM, Padilla VC. Factores pronósticos en el ictus de la fase aguda a los tres años. *Rehabilitación.* 2011;45(1):18-23.
- 28- Blanco IS, Sangrador CO, Sánchez MI. Pronóstico de recuperación funcional en personas supervivientes de un ictus. *Rehabil Madr.* 2000;34(6):412-22.

9. ANEXO

Diagrama de flujo en la búsqueda

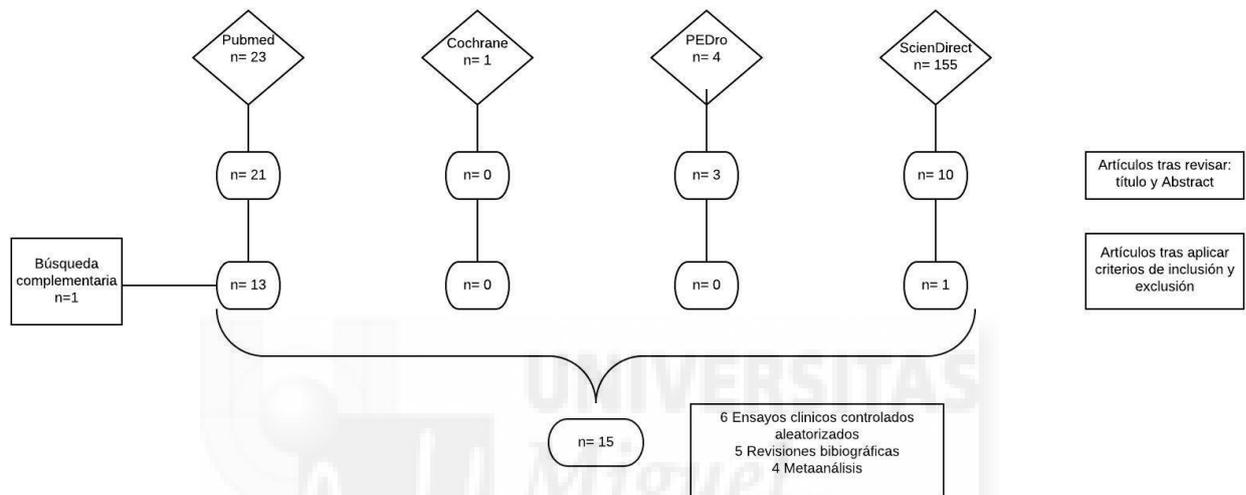


Tabla de resultados

Autor y año	Tipo de estudio	Población y muestra	Intervención	Variables medidas	Instrumento de medida	Resultados
Fishbein P et al (2019) ¹³	Ensayo controlado aleatorizado triple ciego	Accidente Cerebrovascular crónico n=22	<p>DTW (sist. SeeMe: proyección de video en TV con cinta de correr frente a ella):</p> <ul style="list-style-type: none"> - calentamiento: 8' ejercicios + 2' marcha alrededor gimnasio. - 3'x 3 juegos RV +3' marcha cinta entre juegos - 2' marcha en cinta <p>TMW:</p> <ul style="list-style-type: none"> - calentamiento: 8' ejercicios + 2' marcha alrededor gimnasio. - 20' marcha cinta. <p>Sesión: 30 min, 2 días/sem durante 4 sem.</p>	Equilibrio dinámico Marcha Nivel de confianza	FRT, LRT-L/R, BBG, TUG. 10mWT Escala ABC	<p>Diferencias significativas en el tiempo y nº pasos de 10mWT, TUG, Escala ABC en DTW tras intervención.</p> <p>Mejoras significativas en el grupo experimental después de la intervención DTW en BBS, FRT, LRT-L y LRT-R, no se encontraron para TMW tras intervención</p>
Park J, Chung Y (2018) ¹⁴	Ensayo controlado simple ciego	Accidente Cerebrovascular n=40	<p>VRGT (software Retroalimentación aumentada: proyección imágenes, salo obstáculos). Marcha en cinta con exoesqueleto. Velocidad marcha: 1,5-2,5 km/h. BWS: 30%. Intensidad de fuerza: 100%.</p> <p>Semana 3 y 5: aumentó 5% la velocidad, disminuyó 5% BWS y aumentó 10% intensidad.</p> <p>ARGT: mismo robot que VRGT, marcha en cinta ajustada con metrónomo</p> <p>CONTROL: Marcha en cinta.</p>	Equilibrio dinámico Marcha Funcionamiento motor. Fuerza muscular. Nivel dependencia.	BBG, TUG. 10mWT. FMA. MRC. MBI	<p>Escala Berg, Time up and Go, Marcha 10 m, Fulgi-Meyer y MRC aumentaron significativamente en ambos grupos y en grupo control aumentó significativamente tras intervención.</p> <p>Resultados MRC y FMA aumento significativamente mayor en VRGT en comparación ARGT.</p> <p>Diferencias significativas comparar resultados VRGT y ARGT con grupo control.</p>

			<p>Sesión: 45 min, 3 días/sem durante 6 sem.</p> <p>Todos recibían tto fisioterapia convencional: 5 días/semana durante 6 semanas.</p>			
In T, Lee K, Song C (2016) ¹⁵	Ensayo controlado aleatorizado simple ciego	Accidente Cerebrovascular crónico n=25	<p>-VRRT: proyección EE. II no afecta en la EE. II afectada sobre cuadro VRRT para reproducir mismo movimiento.</p> <p>- Control: mismo procedimiento, no vio la proyección en cuadro VRRT.</p> <p>Sesión: 30 min/día, 5 días/sem durante 4 semanas.</p> <p>Todos recibían tto fisioterapia convencional: 30 min/día, 5 días/semana durante 4 semanas</p>	Equilibrio dinámico. Equilibrio estático. Marcha	FRT, BBS, TUG. Plataforma Zebris. 10mWT	<p>Mejoras significativas en BBS tras intervención en VRRT y control. Significativamente mejor en VRRT. (p <0.05).</p> <p>Mejoras significativas FRT, TUG y 10 mWT en el grupo VRRT en comparación grupo control.</p> <p>Mejoras significativas en VRRT en equilibrio postural (distancia de balanceo mediolateral con OA y OC; distancia de balanceo anteropost y total con OA, pero no OC)</p>
Kim N, Park Y, Lee BH (2015) ¹⁶	Ensayo controlado aleatorizado	Accidente Cerebrovascular crónico n=17	<p>- CVRTT: marcha cinta + RV (imágenes marcha por aceras, cuesta abajo o sobre obstáculos).</p> <p>- Control: marcha sobre suelo, subir/ bajar escaleras, caminar sobre cuestas y superficies inestables.</p> <p>Sesión: 30 min/día, 3 días/sem durante 4 semanas.</p> <p>Todos recibían tto fisioterapia convencional (fortalecimiento muscular y entrenamiento equilibrio): 1 h/día, 5 días/semana durante 4 semanas</p>	Equilibrio estático	Plataforma Wii Nintendo	<p>Disminución significativa en velocidad marcha y balanceo postural anteropost y total en CVRTT</p> <p>Balanceo postural mediolat no significativamente diferente dos grupos.</p>

<p>Cho KH, Lee WH (2014) ¹⁷</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado simple ciego</p>	<p>Accidente Cerebrovascular crónico n=30</p>	<p>-TBRVR: marcha cinta + RV (6 grabaciones de video diferentes con audio. Repitieron 3 veces durante 10 min) - TT: marcha cinta sin grabación.</p> <p>Sesión: 30 min/día, 3 días/ sem, durante 6 semanas. Todos recibían tto fisioterapia convencional (terapia física, ocupacional y FES): 5 días/sem, durante 6 semanas</p>	<p>Equilibrio dinámico. Equilibrio estático. Marcha</p>	<p>BBG, TUG. Plataforma de fuerza. Pasarela sensible presión (GAITRite)</p>	<p>Diferencias significativas en el tiempo para equilibrio dinámico y marcha en TBRVR y TT. Diferencias significativas entre grupo experimental y control en equilibrio dinámico (BBS, TUG), velocidad de marcha, cadencia, apoyo con una extremidad y doble extremidad y longitud de zancada.</p>
<p>Lee CH, Kim Y, Lee BH (2014) ¹⁸</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado simple ciego</p>	<p>Accidente Cerebrovascular crónico n=21</p>	<p>-Experimental: ejercicios control postural con RV (videos de entrenamiento de control postural para guiar en el movimiento, proyectaba el movimiento simulado y movimiento real) en 3 etapas: 1° seis ejercicios DCS 2° cuatro ejercicios SD 3° seis ejercicios BP con pelota o punto de apoyo -Control: solo fisioterapia convencional</p> <p>Sesión: 30 min/día, 3 día/sem, durante 4 semanas. Todos recibían tto fisioterapia convencional: 30 min/días, durante 4 semanas</p>	<p>Equilibrio dinámico. Marcha.</p>	<p>BBG, TUG. Pasarela sensible presión (GAITRite)</p>	<p>Mejora significativa en BBS, TUG, velocidad de marcha, cadencia lado parético, y longitud paso y de zancada en ambos lados para grupo experimental.</p> <p>Mejoras significativas en TUG, longitud de paso y zancada en lado parético y longitud de zancada en lado no parético en grupo control.</p>

Tabla de criterios de inclusión

	Fishbein P et al (2019) ¹³	Park J, Chung Y (2018) ¹⁴	In T, Lee K, Song C (2016) ¹⁵	Kim N, Park Y, Lee BH (2015) ¹⁶	Cho KH, Lee WH (2014) ¹⁷	Lee CH, Kim Y, Lee BH (2014) ¹⁸
Deterioro leve del equilibrio		X				
No enfermedades cardiovasculares u otras condiciones médicas importantes		X	X			X
Entender y seguir instrucciones simples			X	X	X	
Capacidad comunicación concebida	X					
Mini Mental Test (≥ 21 - ≤ 24)			X	X		X
Hemiparesia residual	X				X	
No medicación o mediación estable último año	X	X				X

Tabla de criterios de exclusión

	Fishbein P et al (2019) ¹³	Kim N, Park Y, Lee BH (2015) ¹⁶	Cho KH, Lee WH (2014) ¹⁷	Lee CH, Kim Y, Lee BH (2014) ¹⁸
Fx o limitación ortopédica grave últimos 6 meses	X	X	X	
> 3 caídas último año	X			
Enfermedad neurológica, discapacidad visual, problema cardíaco	X		X	
Snd Empujador				X
Mini Mental Test <25	X			