

REALIDAD VIRTUAL Y SU UTILIDAD COMO TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO PARA EL ACCIDENTE CEREBROVASCULAR: REVISIÓN SISTEMÁTICA

VIRTUAL REALITY AND ITS USAGE AS PHYSIOTHERAPEUTIC TREATMENT FOR THE STROKE: SYSTEMATIC REVIEW

Katerine Paola Remache Chanatasig^{1*}

¹ Carrera de fisioterapia, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2298-0798>. Correo: kremache6368@uta.edu.ec

Mónica Cristina Tello Moreno²

² Carrera de fisioterapia, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-8803>. Correo: mc.tello@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: kremache6368@uta.edu.ec

Resumen

El tratamiento fisioterapéutico convencional ha demostrado ser efectivo para el abordaje de las secuelas después de un accidente cerebrovascular sin embargo la inmersión de la realidad virtual como tratamiento fisioterapéutico es una herramienta prometedora para la rehabilitación. El objetivo de este estudio fue determinar la utilidad del tratamiento fisioterapéutico con realidad virtual para el accidente cerebrovascular. La metodología involucró la búsqueda de ensayos controlados aleatorios, ensayos clínicos en las bases de datos PubMed y SciELO, siguiendo las directrices PRISMA donde se seleccionaron 17 estudios relevantes. Estos mostraron mejoras significativas utilizando soportes, softwares, asistencia robótica, consolas de juegos domésticas. Las mejoras fueron evidentes en la recuperación motora, cognitiva, deambulacion. Los resultados son prometedores y respaldan la utilidad de la realidad virtual como tratamiento fisioterapéutico para el abordaje oportuno y eficaz de las secuelas después de un accidente cerebrovascular al igual que mejorar la calidad de vida. En conclusión la herramienta de realidad virtual que se destaca son los soportes permitiendo la ejecución de tareas de manera ágil al igual que la combinación de estas con terapias convencionales potencian los resultados.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular; realidad virtual; rehabilitación.

Abstract

Conventional physiotherapeutic treatment has been shown to be effective in addressing the sequelae after stroke however virtual reality immersion as a physiotherapeutic treatment is a promising tool for rehabilitation. The aim of this study was to determine the usefulness of physiotherapeutic treatment with virtual reality for stroke. The methodology involved searching for randomized controlled trials, clinical trials in PubMed and SciELO databases, following PRISMA guidelines where 17 relevant studies were selected. These showed significant improvements using braces, software, robotic assistance, and home game consoles. Improvements were evident in motor, cognitive and ambulation recovery. The results are promising and support the usefulness of virtual reality as a physiotherapeutic treatment for the timely and effective management of post-stroke sequelae as well as improving quality of life. In conclusion, the virtual reality tools that stand out are the supports that allow the execution of tasks in an agile manner, as well as the combination of these with conventional therapies that enhance the results.

Keywords: Stroke; virtual reality; rehabilitation.

Fecha de recibido: 23/09/2023

Fecha de aceptado: 15/12/2023

Fecha de publicado: 19/12/2023

Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) es el proceso donde un área del cerebro se ve afectada por alteración en los vasos sanguíneos y consecuentemente presentando un déficit neurológico de forma temporal o permanente (Salas Martínez et al., 2019), el ACV de tipo isquémico que es el más común se produce por el insuficiente suministro de sangre y oxígeno al cerebro, mientras que el de tipo hemorrágico se produce por fugas de vasos sanguíneos (Kuriakose & Xiao, 2020).

A nivel mundial el 81 % de muertes son atribuidas a enfermedades no transmisibles como el ACV con 400.000 muertes (16-09-2021-Who-Ilo-Almost-2-Million-People-Die-from-Work-Related-Causes-Each-Year @ Www.Who.Int, n.d.), la segunda causa de muerte (World Health Organization (WHO), 2018). Los factores de riesgo frecuentes para desarrollar un ictus de tipo isquémico es el tabaquismo, consumo de alcohol, hipertensión y diabetes mellitus (Vargas-Murcia et al., 2021), el sexo masculino es el más afectado (Bernabé-Ortiz & Carrillo-Larco, 2021), a partir de los 50 años aumenta el riesgo para desarrollar un ACV (Gamarrá insfran JL, 2020).

Los sobrevivientes presentan alteraciones a largo plazo en la función cognitiva, motora, tono muscular, trastornos psicológicos, estos aspectos son indispensables en las actividades de la vida diaria al no ser funcionales afectan drásticamente la calidad de vida, lo que lleva a la dependencia en aquellos pacientes (Donkor, 2018; Ictus, 2019; Xuefang et al., 2021).

Las alternativas de tratamiento convencional tienen como objetivo el mejorar la calidad de vida del paciente y de familiares (García-Pérez et al., 2021), que han sido afectados de forma radical (Assessment, 2020). Un tratamiento fisioterapéutico y farmacológico a largo plazo ayuda a mejorar la capacidad

funcional (Assessment, 2020), para ello se han utilizado distintos métodos fisioterapéuticos pero ninguno tiene superioridad en su efectividad, actualmente las técnicas que se utilizan son orientadas a la neuroplasticidad y la realización de tareas, inicialmente la rehabilitación enfocada en la prevención de afecciones cutáneas, cambios posturales, estimulación sensorial, regulación de espasticidad, cinesiterapia, equilibrio y marcha (Han & Simitses, 1991).

Teniendo en cuenta los estudios en las últimas décadas acerca del tratamiento terapéutico después de un ACV y sus efectos positivos aún existen vacíos sobre el tratamiento más acertado para el ACV aunque existieron mejoras significativas, la recuperación no fue completa, la mayoría de investigaciones están dirigidas a la restauración del flujo sanguíneo hacia el cerebro para minimizar los déficits neurológicos (Assessment, 2020; Kuriakose & Xiao, 2020).

Las nuevas tecnologías han sido implementadas en los programas de rehabilitación como en la rehabilitación vestibular que a más de ser eficaces son seguras (Alvarez, 2020). Una de ellas es la realidad virtual (RV) que ha sido utilizada en el área neurológica enfocada a una fisioterapia de carácter lúdico (Alvarez, 2020).

La RV inmersa en un tratamiento fisioterapéutico ha tenido resultados favorables en la función motora, cognitiva, marcha, equilibrio y calidad de vida, por lo tanto, el respaldo a este entrenamiento es moderado (Lee et al., 2019). En este contexto la RV es una herramienta prometedora en la rehabilitación neurológica sin embargo los estudios son limitados (Zhang et al., 2021). Por lo tanto, esta revisión bibliográfica tiene como objetivo determinar la utilidad del tratamiento fisioterapéutico con realidad virtual para el accidente cerebrovascular.

Materiales y métodos

Tipo y diseño del estudio

Este estudio de revisión realizó la búsqueda de artículos en idioma inglés-español entre 2018 y 2023 sobre la utilidad de la realidad virtual como tratamiento fisioterapéutico para el accidente cerebrovascular.

Selección de fuentes de información

Para el presente estudio se recurrió a distintas bases de datos y sistemas de indexación relacionados con la fisioterapia neurológica y rehabilitación física.

Las bases de datos seleccionadas para la revisión bibliográfica fueron PubMed y SciELO por su calidad de información en el área de salud y rehabilitación, dichas bases de datos proporcionaron artículos relevantes para la investigación.

Estrategia de búsqueda

En la base de datos PubMed y SciELO para la elección de artículos se utilizaron los siguientes filtros: tipos de estudios (ensayos clínicos, ensayos controlados aleatorios), texto completo gratis (free full text), tiempo de publicación (últimos 5 años), idioma (inglés y español). A continuación, se utilizaron los siguientes términos y marcadores booleanos: ((virtual reality) AND (stroke) AND (rehabilitation)). La búsqueda en las distintas fuentes se realizó desde el 25 de septiembre de 2023 hasta el 13 de octubre de 2023.

Criterios de selección y valoración del estudio

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: artículos en inglés y español en forma de ensayos clínicos, ensayo controlado aleatorio sobre las alternativas de tratamiento después de un ACV, población humana, tiempo de publicación de los últimos 5 años y con acceso a los textos completos de forma gratuita.

Los criterios de exclusión fueron: estudios que no hablan de la patología, población pediátrica, población con afecciones cardiorrespiratorias, estudios con una muestra menor a 30 participantes.

Siguiendo las directrices del modelo (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) PRISMA (Page et al., 2021), después de buscar en las bases de datos seleccionadas fueron encontrados 445 artículos para la revisión y aplicación de criterios de inclusión y exclusión, finalmente los artículos incluidos para la revisión sistemática fueron 17.

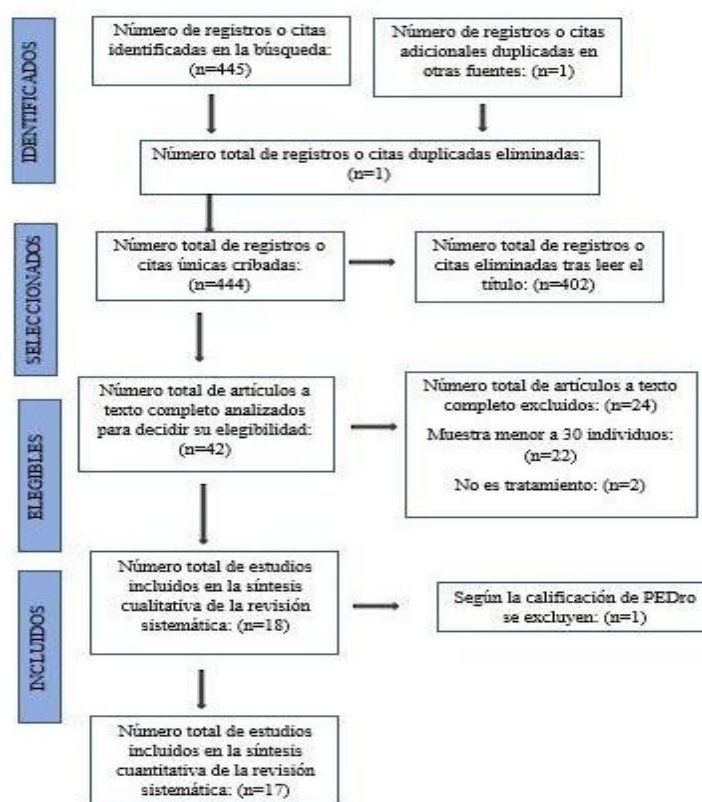


Figura 1. Estrategia de búsqueda.

Valoración de la calidad metodológica

En este estudio, se empleó la Escala de Evidencia PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Esta escala consta de 11 criterios utilizados para evaluar la calidad metodológica de un estudio clínico. Estos criterios abordan aspectos relacionados con el diseño del estudio, la calidad de la información presentada y la validez de los resultados (Maher et al., 2008).

La evaluación cualitativa de la evidencia (**tabla 1**) mostró que la media $\pm$ de la puntuación total de los artículos es de $7,5 \pm 1,248$ respectivamente. Entre estos estudios 4 tuvieron una calidad excelente, 13 tuvieron una calidad buena y 1 tuvo una calidad regular, el mismo que fue descartado para la revisión.

Tabla 1: Evaluación cualitativa.

Tabla 1. Escala de PEDro												
Autores	Once ítems basados en la Tabla 1											Total /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
(Yu Huang et al., 2022)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9/10
(Long et al., 2020)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7/10
(Chen et al., 2022)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8/10
(Cho & Lee, 2019)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8/10
(Schuster-Amft et al., 2018)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8/10
(Oh et al., 2019)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
(Park et al., 2021)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
(Anwar et al., 2021)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8/10
(Choi et al., 2019)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
(Adomavičienė et al., 2019)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
(Faria et al., 2020)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
(Sana et al., 2023)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9/10
(Yang et al., 2022)	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	6/10
(Rodríguez-Hernández et al., 2021)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
(Maier et al., 2020)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
(Bai et al., 2022)	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	5/10
(Yao et al., 2020)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9/10
(Rodríguez-Hernández et al., 2023)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9/10

cumple el criterio: 1 punto

no cumple el criterio: 0 puntos

*El primer ítem se refiere a la validez externa del estudio y no otorga puntos.

Ítem 1: Los criterios de elección fueron especificados.

Ítem 2: Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos).

Ítem 3: La asignación fue oculta.

Ítem 4: Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.

Ítem 5: Todos los sujetos fueron cegados.

Ítem 6: Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.

Ítem 7: Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

Ítem 8: Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

Ítem 9: Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”

Ítem 10: Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

Ítem 11: El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Resultados y discusión

Características de la bibliografía

De los 17 estudios utilizados en la revisión bibliográfica 4 estudios comparan a la fisioterapia convencional con la fisioterapia basada en RV, 2 estudios comparan la efectividad de herramientas virtuales, 6 estudios combinan el tratamiento convencional con la realidad virtual y 5 estudios investigan la efectividad de dispositivos de RV **Tabla 2.**

Tabla 2. Información de los artículos incluidos.

Autor y año	Características de los artículos
-------------	----------------------------------

(Huang et al., 2022).	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: 30 pacientes con ACV de ambos sexos divididos aleatoriamente en grupos de VRT (n=15) y COT (n=15). Instrumento: COT: tablero de clavijas, escalera para trepar y conos de emplazamiento. VRT: dispositivo de HMD. Intervención: COT: entrenamiento de extremidades superiores y VRT: 15 escenas enfocadas en las extremidades superiores enfocadas en apuntar, disparar, golpear, lanzar objetos, agitar los brazos. Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 16 semanas, de 2-3 días por semana con una duración de 60 minutos. Resultados: Se demostró que la aplicación de herramientas de la realidad virtual tiene resultados prometedores en la rehabilitación de pacientes con accidente cerebrovascular mejorando la función motora.
(Long et al., 2020)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 60 participantes de ambos sexos fueron asignados aleatoriamente en los grupos de RV (n=30) y control (n=30). Instrumento: RV: Doctor Kinetik compuesto por una pantalla de computadora controlada táctilmente. Control: rehabilitación convencional Intervención: RV: mediante juegos de realidad virtual contenían tareas como flexión de miembro superior, abducción, recolección, círculo de hombros, entrenamiento cruzado o mixto y el control: rehabilitación convencional Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 3 semanas por 5 días a la semana con una duración de 45 minutos por sesión. Resultados: Un total de 52 participantes culminaron el ensayo. La rehabilitación basada en la realidad virtual es una herramienta que demuestra efectividad en la mejora de la autoeficacia y actividades de la vida diaria en pacientes con ACV.
(Chen et al., 2022)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 36 participantes de ambos sexos fueron asignados aleatoriamente a un grupo de RV (n= 18) y grupo control (n= 18). Instrumento: RV: sistema de entrenamiento interactivo (A2, YiKang Ltd., China) y un brazo exoesqueleto de soporte de peso pasivo. Sesiones: La intervención de ambos grupos fue de 2 semanas con 5 sesiones por semana con una duración de 60 minutos. Intervención: RV: los pacientes en sedestación con los brazos colocados en el soporte ejecutaron tareas como huevo frito, recolección de manzanas y tiro al arco enfocadas en el alcance y agarre y el control: recibió terapia convencional de agarre, movimiento selectivo de los dedos. Resultados: Todos los participantes completaron el estudio, en donde se identificó que el entrenamiento con RV mejora el proceso neuronal cognitivo de anticipación motora estas mejoras se corroboraron mediante la mejora en la funcionalidad de la mano.

(Schuster-Amft et al., 2018)	Tipo de estudio: Ensayo multicéntrico aleatorizado Muestra: Los 54 participantes elegibles de ambos sexos con fueron asignados aleatoriamente a grupos GE: (n=22) y el GC: (n=32). Instrumento: GE: usaron guantes con sensores adjuntos para medir los movimientos de los dedos y el GC: no se impusieron restricciones sobre el material utilizado. Sesiones: Ambos grupos intervenidos durante 4 semanas con 4 sesiones a la semana con una duración de 45 minutos cada una. Intervención: GE: en el grupo experimental los pacientes estaban en bipedestación o sedestación frente al sistema enfocados en los movimientos de dedos y brazo lo que constaba de 3 modos; uso de movimientos reales de brazo o mano, reflejos de los movimientos reales de brazo o mano, siguiendo los movimientos de brazo o mano y el GC: se realizaron técnicas manuales, aprendizaje motor, movilizaciones, estiramientos y ejercicios de propiocepción. Resultados: El entrenamiento basado en la realidad virtual es una buena opción para pacientes con deficiencias sensoriomotoras en manos y brazos, se dice que el entrenamiento basado en la realidad virtual es más aplicable en pacientes con deficiencias más leves.
(Oh et al., 2019)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 31 participantes inscritos de ambos sexos fueron designados aleatoriamente a un grupo GE: (n=17) Y GC: (n=14). Instrumento: GE: manipulador tridimensional conformado por un monitor y ordenador convencional (Joystima) GC: instrumentos reales con 3 grados de libertad Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 6 semanas por 3 días a la semana con una duración de 30 minutos por sesión. Intervención: GE: combinaron el entrenamiento con instrumentos reales con un entorno virtual que realizaban tareas de pellizco, girar, mover y sostener las extremidades paréticas GC: terapia convencional con ejercicios de movilidad, funcional activo, motricidad fina y gruesa. Resultados: El grupo experimental tuvo mayores efectos terapéuticos en la función motora en extensión de muñeca y espasticidad en la flexión y poder del pellizco de la punta mientras que en el grupo control mostró mejoras en el pellizco lateral y palmar.

(Park et al., 2021)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 44 participantes de fueron asignados aleatoriamente a un GE: (n=22) y GC: (n=22) Instrumento: GE: programa de miembros superiores de RAPAEEL Smart Glove TM GC: terapia convencional Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 4 semanas por 5 días a la semana con una duración de 30 minutos la sesión Intervención: GE: entrenamiento convencional y el programa de juegos con actividades como atrapar, exprimir, pescar, cocinar, limpiar, servir vino, pintar, pasar páginas. GC: entrenamiento para mejorar la funcionalidad de las extremidades superiores Resultados: El grupo experimental y control no presentaron diferencias significativas pero sin embargo el grupo experimental mostró mejoras superiores en cuanto a la funcionalidad de la mano y el desempeño en las actividades de la vida diaria.
(Anwar et al., 2021)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 68 pacientes de ambos sexos fueron divididos aleatoriamente en los grupos de RV (n=34) y PT (n=34). Instrumento: GE: consola de juegos doméstica Nintendo Wii y GC: juegos en un entorno natural Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 6 semanas por 3 días a la semana con una duración de 60 minutos cada sesión Intervención: GE: juegos de equilibrio cambiar su peso en la tabla de equilibrio, ejercicios aeróbicos correr en el lugar, entrenamiento de fuerza y ejercicios estáticos y GC: estiramiento músculos tensos- flexores, fortalecimiento para extensores débiles, entrenamiento de equilibrio y coordinación. Resultados: El estudio demostró la efectividad de la realidad virtual para restaurar el equilibrio y funcionalidad de las extremidades inferiores en comparación con el tratamiento convencional.
(Choi et al., 2019)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio simple ciego Muestra: Los 36 participantes de ambos sexos fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos: Terapia de espejo GR(n=12), Terapia de espejo convencional (n=12) y grupo control (n=12) (59,33±13,63 años) Instrumentos: Terapia de espejo GR: controlador de movimiento Leap (monitor, espejo, Leap Motion Home), Terapia de espejo convencional: método tradicional de terapia con espejo, grupo control: terapia con espejo. Sesiones: Todos los grupos fueron intervenidos durante 5 semanas por 3 días a la semana y la duración de cada sesión era de 30 minutos. Intervención: Terapia de espejo GR: los programas de juegos tenían tareas como reconocer una mano, quitar y empujar un bloque. Terapia de espejo convencional: el programa constaba de 10 movimientos con la mano no afectada a lado del espejo y grupo control: terapia con espejo similar para no ver las manos. Resultados: Los 3 grupos presentaron resultados significativos en cuanto a la función motora de las extremidades superiores en el que sobresale el grupo GR es decir la terapia espejo basada en dispositivos ya que tiene un efecto positivo en la función motora.

(Adomavičienė et al., 2019):	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 42 participantes de ambos sexos fueron divididos aleatoriamente en grupos AG: (n=17) y KG: (n=25) Instrumentos: AG: la rehabilitación convencional asistido por robot Armeo Spring KG: un programa de realidad virtual basado en Kinetic Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos con un programa de rehabilitación convencional durante 5 semanas por 5 días de 3-4h cada sesión. Intervención: AG: entrenamiento con terapia ocupacional, neuropsicología, logopedia, tareas motoras y KG: con juegos de ejercicio combinando los movimientos naturales Resultados: Las habilidades de autocuidado fueron significativas después del entrenamiento basado en Kinetic, ambas tecnologías demostraron efectividad en la función cognitiva al igual que la cinemática de las extremidades superiores.
(Faria et al., 2020):	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 36 participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los grupos TG: (n=19) y Reh@City v2.0: (n=17) Instrumentos: TG: entrenamiento adaptativo con lápiz y papel) y Reh@City v2.0 Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos por 12 ocasiones. Intervención: TG: consta de 11 tareas en entornos clínicos y Reh@City v2.0 entrenamiento de memoria, atención, funciones ejecutivas, lenguaje. Resultados: Un total de 32 participantes culminaron el ensayo en donde se obtuvo resultados positivos en el grupo Reh@City v2.0 ya que mejoró la función cognitiva en los dominios de habilidad visuoespacial y funcionamiento ejecutivo, mientras que en el grupo TG mejoró el dominio de orientación, memoria verbal.
(Sana et al., 2023):	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 34 participantes de ambos sexos fueron asignados aleatoriamente a grupos VRT: (n=17) y VR: (n=17). Instrumentos: GE: consola Nintendo Wii, la Wii Balance Board, GC: terapia convencional en rehabilitación vestibular. Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 8 semanas por 3 días a la semana. Intervención: GE: juegos de estabilidad y equilibrio, GC: estabilidad de miradas, equilibrio con rotaciones de cuello, entrenamiento de marcha caminar en diferentes velocidades, giros Resultados: De los 34 participantes 2 en cada grupo abandonaron el estudio quedando un total de 30 participantes, entonces entre los grupos VRT Y VR hubo mejoras significativas en el grupo VR en cuanto a la mejora de mareos sin embargo ambos grupos mejoraron positivamente el equilibrio, marcha respectivamente. Se concluye que la rehabilitación vestibular como la RV mejoran los mareos, equilibrio y marcha en pacientes con ACV agudos.

(Yang et al., 2022)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 39 participantes fueron asignados aleatoriamente a al grupo AR-Centre (n=23) y AR-Home (n=16) Instrumentos: AR- home: una cámara de Microsoft Kinect V2 RGB-D un monitor y AR-centre: fisioterapia convencional. Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 4-10 semanas por 2-5 días por semana con una duración de 120 minutos por sesión Intervención: AR-centre: ejercicios individualizados según la necesidad del paciente para la función motora de extremidades superiores e inferiores, entrenador humano 75% y 25% por un entrenador virtual y en AR- home: 75 % por formadores virtuales con ejercicios de los fisioterapeutas pregrabados, y el 25% por entrenadores humanos. Resultados: Ambos grupos tuvieron resultados significativos en cuanto a la funcionalidad al igual que en el equilibrio.
(Rodríguez-Hernández et al., 2021)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 43 participantes fueron asignados aleatoriamente a un GE: (n=23) y GC: (n=20). Instrumentos: GE: el guante HANDTUTOR para la mano y 3Dtutor para las extremidades superiores GC: fisioterapia convencional Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 5 semanas por 5 días a la semana con una duración de 75 minutos por sesión. Intervención: GE: práctica intensiva y repetitiva en entornos y tareas que simulan movimientos de la mano y GC: técnicas manuales como masaje, movilidad asistida pasiva, y activa de miembros superiores e inferiores. Resultados: Los 43 participantes culminaron el estudio, en el grupo experimental se obtuvieron mejoras significativas en el aprendizaje motor por que el entrenamiento convencional combinado con la RV parece ser más eficaz para mejorar la calidad de vida en pacientes con ACV sin embargo cabe mencionar que posterior a los 3 meses de culminar la intervención los efectos en cuando al dolor, ansiedad y depresión se reducen.
(Maier et al., 2020)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 30 participantes de ambos sexos con ACV en fase crónica asignados de forma aleatoria con la asignación prevista 1:1 en el GE: (n=15) y en GC: n=15). Instrumentos: GE: mediante el sistema RGS GC: fisioterapia convencional. Sesiones: La intervención para ambos grupos fue de 6 semanas con 30 minutos de entrenamiento diario. Intervención: GE: diferentes objetivos ejemplo el esferoides que entrena la atención constelaciones tarea de memoria viso espacial a corto plazo el escenario controlador de encontrar o sacar cosas y GC: tareas cognitivas individuales que debían completarse. Resultados: Los participantes del GE presentaron mejoras en cuanto a atención y conciencia espacial mientras que en el GC no se observaron mejoras significativas en la función ejecutiva y el dominio de la memoria.

(Yao et al., 2020)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 40 participantes de ambos sexos de 18-80 años fueron designados de forma aleatoria a un GE: (n=20) y a un GC: (n=20) Instrumentos: GE: consistía de una ontología mecánica proporcionaba escenas de realidad virtual GC: estimulación transcraneal de corriente continua, electrodos colocados correspondientes a la corteza motora del hemisferio no afectado. Sesiones: la intervención fue durante 2 semanas por 5 días a la semana con una duración de 20 minutos cada sesión. Intervención: GE: movimientos pasivo, asistido, activo y resistente los juegos como golpear un objeto con una pelota con la mano hemipléjica GC: se aumentó rápidamente a 2ma y luego se redujo hasta 0 Resultados: Posterior a la intervención ambos grupos presentaron resultados con una mejora significativa pero el grupo experimental tuvo un resultado más importante.
(Rodríguez-Hernández et al., 2023)	Tipo de estudio: Ensayo controlado aleatorio Muestra: Los 46 participantes fueron distribuidos aleatoriamente por una proporción 1:1 en un GE (n=23) y GC (n=20) Instrumentos: GE: dispositivos SVR consistió en la aplicación del guante HandTutor 3D Tutor y Rehametrics GC: terapia convencional Intervención: GE: entornos y tareas virtuales que simulan los movimientos similares a las actividades de la vida diaria GC: la intervención convencional consistió en técnicas de terapia manual (masajes); movilización asistida pasiva y activa de los miembros superiores e inferiores. Sesiones: Ambos grupos fueron intervenidos durante 3 semanas por 5 días a la semana con una duración de 150 minutos por sesión Resultados: Los 43 participantes culminaron el estudio, se encontró disminución en el tono muscular en ambos grupos pero más notable en el grupo experimental al igual que el aumento de la función motora fue más notable en este mismo grupo por lo que se concluye que la combinación de la terapia convencional con la realidad virtual es más eficaz para mejorar la función motora de la mano.

Características del estudio

Se obtuvieron 17 artículos para incluir en la revisión bibliográfica. Todos los artículos incluidos en la revisión fueron de tipo ensayo clínico, ensayo controlado aleatorio (Adomavičienė et al., 2019; Anwar et al., 2021; Chen et al., 2022; Cho & Lee, 2019; Choi et al., 2019; Faria et al., 2020; Huang et al., 2022; Long et al., 2020; Maier et al., 2020; Oh et al., 2019; Park et al., 2021; Rodríguez-Hernández et al., 2021, 2023; Sana et al., 2023; Schuster-Amft et al., 2018; Yang et al., 2022; Yao et al., 2020).

En cuanto a las características de los participantes, la muestra varía desde 30 individuos hasta 68, la edad entre 18 y 90 años. En relación al sexo de los participantes de los 762 que componen esta revisión 295 son mujeres y 467 son hombres.

En 7 (Anwar et al., 2021; Choi et al., 2019; Faria et al., 2020; Huang et al., 2022; Long et al., 2020; Maier et al., 2020; Yang et al., 2022) estudios las intervenciones fueron a pacientes con ACV crónico, 7 (Chen et al., 2022; Oh et al., 2019; Rodríguez-Hernández et al., 2021, 2023; Sana et al., 2023; Yao et al., 2020) estudios intervinieron en pacientes con ACV subagudo y en 3 estudios (Adomavičienė et al., 2019; Cho & Lee, 2019; Park et al., 2021; Schuster-Amft et al., 2018) la intervinieron a pacientes con ACV agudo.

En la duración de las intervenciones 4 estudios que intervinieron durante 4 semanas (Cho & Lee, 2019; Park et al., 2021; Schuster-Amft et al., 2018; Yang et al., 2022), 3 estudios (Anwar et al., 2021; Maier et al., 2020; Oh et al., 2019) intervinieron durante 6 semanas, 3 estudios (Adomavičienė et al., 2019; Choi et al., 2019; Rodríguez-Hernández et al., 2021) intervinieron durante 5 semanas, 2 estudios (Long et al., 2020; Rodríguez-Hernández et al., 2023) intervinieron durante 3 semanas, 2 estudios (Chen et al., 2022; Yao et al., 2020) intervinieron durante 2 semanas, 1 estudio (Sana et al., 2023) intervino durante 8 semanas, 1 estudio (Huang et al., 2022) intervino por 16 semanas, 1 estudio (Faria et al., 2020) intervino por 12 ocasiones, la frecuencia de la intervención en todos los estudios variaba de 2-5 días por semana y la duración de las sesiones de 20 a 150 minutos dependiendo del entrenamiento excepto 1 estudio (Adomavičienė et al., 2019) la duración era de 3-4 horas y en 2 estudios (Faria et al., 2020; Sana et al., 2023) no mencionan la duración.

La evaluación de funcionalidad de las extremidades superiores se realizó mediante Fugl-Meyer (FME-UE) (Adomavičienė et al., 2019; Chen et al., 2022; Choi et al., 2019; Huang et al., 2022; Rodríguez-Hernández et al., 2023; Yang et al., 2022; Yao et al., 2020), rango de movimiento activo (AROM) (Huang et al., 2022), funcionalidad de las extremidades inferiores (FMA-LE) (Anwar et al., 2021; Yang et al., 2022), escala de equilibrio de Berg (BBS) (Anwar et al., 2021; Yang et al., 2022), función motora (FMA-MF) (Anwar et al., 2021), rango articular (FMA-JR) (Anwar et al., 2021), dolor articular (FMA-JP) (Anwar et al., 2021), índice de discapacidad de mareos (DHI) (Sana et al., 2023), time up and go (TUG) (Sana et al., 2023), prueba de caja y bloque (Schuster-Amft et al., 2018), escala de Ashworth Modificada (MAS) (Adomavičienė et al., 2019; Oh et al., 2019; Rodríguez-Hernández et al., 2023), Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Faria et al., 2020; Maier et al., 2020; Oh et al., 2019), prueba muscular manual (MMT) (Choi et al., 2019; Oh et al., 2019), escala analógica visual EuroQoL (EQ-VAS) (Rodríguez-Hernández et al., 2021), investigación de acción (ARAT) (Chen et al., 2022; Rodríguez-Hernández et al., 2023; Yao et al., 2020), el índice de Barthel (BI) (Long et al., 2020; Yao et al., 2020), Test de reconocimiento visual (VRT) (Cho & Lee, 2019), Test de rendimiento continuo auditivo (ACPT) (Cho & Lee, 2019), función motora total (FIM) (Cho & Lee, 2019), Cuestionario de Autoeficacia para Accidentes Cerebrovasculares (SSEQ) (Long et al., 2020), prueba de la fuerza de la mano (Park et al., 2021), función de la mano Jebsen –Taylor (JTHFT) (Park et al., 2021) y actividades de la vida diaria con Barthel modificado (K-MBI) (Park et al., 2021).

Efectos de la intervención

En cuanto a las intervenciones realizadas en los 17 estudios 4 (Anwar et al., 2021; Huang et al., 2022; Sana et al., 2023; Schuster-Amft et al., 2018) comparan la fisioterapia convencional con la fisioterapia basada en RV, un estudio (Huang et al., 2022) enfocado en la función motora del miembro superior comparó un entrenamiento usando tablero de clavijas, escaleras y conos apilables con un tratamiento inmerso en RV con un escenario de juegos comerciales con tareas como apuntar, disparar, golpear, agitar y lanzar, los resultados significativos fueron en FMA-UE ($p < 0,05$) excepto coordinación y velocidad ($p = 0,055$) y en la puntuación AROM – pronación de antebrazo ($p = 0,048$) y extensión del codo ($F = 9,840$, $p = 0,007$).

Al igual que en otro estudio (Schuster-Amft et al., 2018) comparó un entrenamiento convencional de movilidad pasiva, estiramientos, control postural, propiocepción, habilidades motoras y finas con un entrenamiento inmerso en RV utilizando un guante sensor de movimientos de dedos y brazos. Los resultados de ambos grupos fueron similares según la prueba de caja y bloque fue de $21,5 \pm DE 16$ al inicio y de $24,1 \pm DE 17$ mientras que los pacientes que tenían menor deterioro tenían mejores resultados, por lo que la RV puede ser una herramienta elegible para pacientes con discapacidades más leves.

En un estudio (Anwar et al., 2021) dirigido a las extremidades inferiores el entrenamiento con ejercicios de equilibrio, aeróbicos, fuerza, fortalecimiento y estáticos con una consola de juegos Nintendo Wii mostró mejoras significativas en BBS, (FMA-MF), (FMA-JR), (FMA-JP) ($p < 0,001$). Aportando a estos resultados otro estudio (Sana et al., 2023) con la misma consola de juegos dirigida a mareos, rotaciones de cuello, los resultados obtenidos fueron positivos TUG ($P < 0,01$), en los mareos por DHI :($p < 0,01$).

Por otro lado, las herramientas de RV en 2 estudios (Adomavičienė et al., 2019; Faria et al., 2020) comparan su efectividad, el entrenamiento para la función motora asistido por un robot (Armeo Spring) y terapia ocupacional, tareas motoras con un entrenamiento basado en Kinect (software) mediante juegos combinando movimientos naturales. El entrenamiento basado en Kinect demostró mayor nivel de independencia en las actividades de autocuidado ($p < 0,05$) y en FMA-UE se ven mejoras significativas en la movilidad del brazo hemiparético, los reflejos y agarre mejoró en ambos grupos ($p > 0,05$), en el grupo KG aumentó el tono muscular de codo y muñeca (Adomavičienė et al., 2019). En esta misma línea de comparación, enfocada a la función cognitiva y motora en donde Reh@City v2.0 entrena memoria, atención, lenguaje y funciones ejecutivas, consta de las mismas tareas de lápiz y papel desarrolladas ciudades, tiendas, parques y calles virtuales y Task Generator que consta de un entrenamiento adaptativo con papel y lápiz que consta de 11 tareas (cancelación, secuencias numéricas, resolución de problemas, asociación, comprensión, pares de imágenes, búsqueda de palabras, laberintos, categorización, secuencias, memoria), las mejoras significativas en capacidad visoespacial, funcionamiento ejecutivo se presentaron en el grupo de Reh@City v2.0 con la evaluación de MoCA, mientras que las mejoras en orientación estaban en el grupo TG (Faria et al., 2020).

En 6 estudios (Cho & Lee, 2019; Choi et al., 2019; Oh et al., 2019; Rodríguez-Hernández et al., 2021, 2023; Yao et al., 2020) combinan instrumentos reales con un entorno virtual mediante un software, con juegos y misiones realizando ejercicios de rango de movimiento, AVD, habilidades motrices y función cognitiva, las mejoras positivas fue en la espasticidad y mejoras significativas en MMT (PZ 0.39 y PZ 0.48) respectivamente para extensión de dedos, pellizco palmar (PZ 0, 08 Y PZ 0,24) respectivamente Y MAS (PZ 0.22) para extensión de muñeca, flexión de codo (PZ 0.22), extensión de codo (PZ 0,34) (Oh et al., 2019). Por otro lado, un estudio combina la terapia espejo convencional que incluye movilidad de brazo con un controlador de movimiento (Leap Motion) con tareas como construir un bloque sobre un objeto en movimiento, empujar, levantar un bloque, las mejoras fueron significativas en la función motora ($p < 0,05$) (Choi et al., 2019).

En 2 estudios (Rodríguez-Hernández et al., 2021, 2023) la comparación de las técnicas manuales, movilidad, ejercicios con pelotas y mancuernas con un dispositivo de realidad virtual (HANDTUTOR) basado en la práctica intensiva y repetitiva en tareas que simulan la flexión-extensión de dedos y muñeca, los resultados fueron según la puntuación EQ-VAS fue de $86,5 \pm 7,1$ después de la intervención y $78,3 \pm 10,3$ a los tres

meses de seguimiento(Rodríguez-Hernández et al., 2021), en otro estudios(Rodríguez-Hernández et al., 2023) mediante la intervención con el guante HandTutor 3D Tutor y Rehametrics para la función motora de las extremidades superiores, los resultados obtenidos fueron en la puntuación de FMA-UE aumentaron en el grupo experimental y el tono muscular este disminuye notablemente :1,22/0,39 .

La combinación de la estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS) con RV mediante escenas, juegos con tareas como golpear un objeto con una pelota utilizando la mano hemipléjica, los resultados significativos fueron en: FM-UE, ARAT, BI $P < 0,001$, respectivamente (Yao et al., 2020). La combinación de un entrenamiento cognitivo computarizado mediante el programa de Eriksson y Dahlin-Ivanoff que trabajo la memoria a corto plazo con un entrenamiento basado en RV mediante un dispositivo de visualización (HDM), se ejecutaron tareas de memoria, atención retener y recordar información. Los resultados en el Test de reconocimiento visual VRT: GE: 1.82 GC: 0.76 y Test de rendimiento continuo auditivo ACPT: ge: 10.24 fueron significativos para el grupo experimental mientras que en la función motora total FIM, la puntuación fue significativa 19,19(Cho & Lee, 2019).

5 estudios (Chen et al., 2022; Long et al., 2020; Maier et al., 2020; Park et al., 2021; Yang et al., 2022) investigan la efectividad de dispositivos de RV en el miembro superior. Un estudio dirigido a investigar el efecto de la realidad virtual en la autoeficacia realizó la intervención fisioterapéutica tradicional con juegos virtuales con actividades de recolección, flexión bilateral, abducción, los resultados obtenidos según la puntuación de SSEQ hubo mejoras significativas en el dominio de actividades $P = 0,017$, $Z = -2.392$ y en MBI las diferencias entre grupos fueron significativas $P = 0,03$, $Z = -2,171$ sin embargo este no superó a la terapia convencional en la función motora(Long et al., 2020). En este mismo enfoque otro estudio un entrenamiento inmerso en RV mediante un entorno virtual (A2, YiKang) con un soporte de exoesqueleto realizó tareas de agarre,alcance, recoger y transferir objetos, lo resultados de las puntuaciones ARAT y UL-FMA fueron significativamente mayores en el grupo VR ($p = 0,019$)(Chen et al., 2022).

Otra herramienta de RV es un entrenamiento de RAPAEEL Smart Glove TM, que tiene actividades como atrapar mariposas, pelotas, pescar, exprimir naranjas, cocinar, los resultados tuvieron diferencias significativas en las pruebas de fuerza de la mano, JTHFT y K-MBI entre los dos grupos(Park et al., 2021). Mientras que otro estudio una intervención fisioterapéutica en casa para la funcionalidad de extremidades conformado por un formador virtual en un 75% (Microsoft Kinect V2 RGB-D) y ejercicios pregrabados por el fisioterapeuta 25% , los resultados obtenidos fueron significativos en FMA-UE (AR-Casa: $p = 0,0043$), FMA-LE (AR-Casa: $p = 0,0052$) y en la capacidad de equilibrio (BBS: $p = 0,0438$), la tasa de contacto se redujo entre un 90,00% en AR-Home(Yang et al., 2022). En otro estudio dirigido a la función cognitiva realizó una intervención con el sistema RGS con entrenamiento en la atención básica, memoria viso espacial a corto plazo. Las mejoras significativas fueron en la atención ($p < .01$), conciencia espacial ($p < .01$) y funcionamiento cognitivo generalizado ($p < 0,001$)(Maier et al., 2020).

Según Huang et al. (2022) un entrenamiento de tareas motoras para miembro superior en un escenario de juegos comerciales obtuvo buenos resultados en el rendimiento motor, excepto en velocidad y coordinación, en rango de movimiento (extensión y pronación), la fisioterapia convencional con técnicas manuales, movilidad, control motor, habilidades motoras han tenido buenos resultados sin embargo según Schuster-Amft et al. (2018) la utilización de un guante sensor de movimientos en la realización de tareas motoras mejoró la función motora en pacientes con deterioro moderado y grave mientras que los individuos con menos

deterioro tenían mejores resultados, por lo que esta herramienta sería muy apropiada para pacientes con secuelas leves. Con un aporte positivo según Rodríguez-Hernández et al. (2021) la utilización del guante HANDTUTOR en tareas que simulan el movimiento de AVD en un entorno virtual mejorando la calidad de vida, por otro lado la función motora, movilidad aumentaron, mientras la espasticidad se redujo (Rodríguez-Hernández et al., 2023), por lo que este dispositivo es favorable en combinación con la terapia convencional para mejorar la calidad de vida de los pacientes con secuelas de ACV. Según Young-Bin Oh et al. (2019) afirman que el tono muscular en la musculatura afectada mejora significativamente después de una intervención combinada de un entorno virtual con instrumentos reales, esta es una opción muy apropiada que se puede adaptar a cualquier paciente y sus necesidades. Sin embargo, en una intervención a corto plazo los resultados positivos no son permanentes y van disminuyendo después de finalizar la intervención (Rodríguez-Hernández et al., 2021). Sin embargo según Aušra Adomavičienė et al. (2019) obtuvieron resultados positivos en un entrenamiento a corto plazo con nuevas tecnologías recuperando el nivel funcional, autocuidado, entonces es importante continuar con la indagación de estas tecnologías para la correcta elección de alguna de estas en nuestro entrenamiento.

En este mismo contexto según Ling Chen et al. (2022) el entrenamiento de alcance y agarre en un entorno virtual con apoyo de un (exoesqueleto) mejoro la anticipación motora y el proceso neuronal cognitivo, más efectivo en pacientes con discapacidades más graves. Aportando a favor de estos dispositivos portátiles según Parque Yun-Sang y colaboradores mejoran la experiencia sensorial al realizar movimientos de la mano (Park et al., 2021). Además según Xiaoling Yao et al. (2020) el combinar la RV con la (tDCS) facilitan el beneficio en el deterioro motor y funcional. Dichos resultados aportan para futuros estudios para continuar demostrando la eficacia de la RV combinada.

El uso del Nintendo Wii según Naveed Anwar et al. (2021) en el entrenamiento de marcha y equilibrio han tenido resultados positivos en la función motora, rango articular, dolor, estos resultados concuerdan con Vishal Sana et al. (2023) que se vieron mejoras en el equilibrio, marcha, dominios físicos, disminución de mareos, la implantación de esta herramienta en la rehabilitación vestibular tradicional tendría mayores beneficios, ya que es accesible y no tiene alta complejidad en su uso.

Las secuelas del ACV afectan la calidad de vida, según Yi Long y colaboradores un entrenamiento mediante un juego de realidad virtual con tareas similares a las AVD mejoró el dominio de actividades y el nivel de independencia (Long et al., 2020). Sin embargo, esta intervención inmersa en RV no supera al tratamiento convencional. Mientras que la combinación de la terapia espejo tradicional con un controlador de movimiento que es eficaz en la función motora, calidad de vida, depresión y molestias en el cuello (Choi et al., 2019). Esta alternativa es elegible para que la rehabilitación sea entretenida y confortable.

La función cognitiva se ve deteriorada después de un ACV, según Dong-Rae Cho y Sang-Heon Lee un entrenamiento cognitivo computarizado combinado con RV mediante un HMD con tareas de memoria, atención, emparejamiento, tiene buenos resultados en la mejora de la función cognitiva (Cho & Lee, 2019). Según Ana Lúcia Faria y colaboradores los resultados obtenidos de un entrenamiento cognitivo mediante el uso de Reh@City v2.0 fue efectivo en los diferentes dominios cognitivos apoyando al uso de la RV (Faria et al., 2020). Aportando a estas afirmaciones según Martina Maier y colaboradores un entrenamiento cognitivo con el sistema RGS con tareas de atención básica, memoria visoespacial, se afirma que la atención y

conciencia espacial tienen mejoras y contribuyen al estado de ánimo (Maier et al., 2020). Esta estrategia de rehabilitación es muy innovadora que permite acelerar el proceso de rehabilitación.

Es importante mencionar que Zhen-Qun Yang et al. (2022) mediante una intervención domiciliar con un entrenador virtual en su mayoría y complementación del entrenador físico obtuvieron buenos resultados en la funcionalidad, equilibrio disminuyendo la tasa de contagios, fortaleciendo la relación hombre-máquina. Por lo tanto, las diferentes estrategias o herramienta de la realidad virtual han demostrado efectividad en distintas áreas que se ven afectadas después de un ACV.

Conclusiones

Tras la revisión sistemática de estudios que abordan la realidad virtual como tratamiento de fisioterapia para el accidente cerebro vascular se evidencio que se puede acortar el tiempo de tratamiento comparado con la terapia convencional sola, en aspectos como la funcionalidad motora, cognitiva, equilibrio, marcha, deambulacion, y aspectos psicológicos.

De los dispositivos de realidad virtual analizados, es relevante destacar que el uso del exoesqueleto genera un soporte a las extremidades afectadas y permite realizar sus actividades de una manera más ágil a comparación de los otros como guantes sensores de movimientos, HDM, Smart Glove™, Handtutor, asistencia robótica (Armeo Spring), softwares (Kinect, Reh@City v2.0, Task Generator), y consolas de juegos domésticos (Nintendo Wii).

La realidad virtual puede ser una opción de tratamiento muy prometedora para tratar el ACV, pero su efecto se puede potenciar al combinar con terapias convencionales como terapia espejo, ocupacional, cinesioterapia, movilidad, ejercicios de propiocepción, motricidad fina y gruesa.

Referencias

- 16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year @ www.who.int. (n.d.). <https://www.who.int/es/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- Adomavičienė, A., Daunoravičienė, K., Kubilius, R., Varžaitytė, L., & Raistenskis, J. (2019). Influence of new technologies on post-stroke rehabilitation: a comparison of Armeo Spring to the Kinect system. *Medicina (Lithuania)*, 55(4). <https://doi.org/10.3390/medicina55040098>
- Alvarez, R. (2020). Review on the application of virtual reality to vestibular rehabilitation. *Revista Orl*, 11(1), 97–106.
- Anwar, N., Karimi, H., Ahmad, A., Mumtaz, N., Saqulain, G., & Gilani, S. A. (2021). A Novel Virtual Reality Training Strategy for Poststroke Patients: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6598726>
- Assessment, T. (2020). Continual long-term physiotherapy after stroke: A health technology assessment. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 20(7), 1–70.

- Bai, Y., Liu, F., & Zhang, H. (2022). Artificial Intelligence Limb Rehabilitation System on Account of Virtual Reality Technology on Long-Term Health Management of Stroke Patients in the Context of the Internet. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2688003>
- Bernabé-Ortiz, A., & Carrillo-Larco, R. M. (2021). Incidence rate of stroke in Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 38(3), 399–405. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2021.383.7804>
- Chen, L., Chen, Y., Fu, W. Bin, Huang, D. F., & Lo, W. L. A. (2022). The Effect of Virtual Reality on Motor Anticipation and Hand Function in Patients with Subacute Stroke: A Randomized Trial on Movement-Related Potential. *Neural Plasticity*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7399995>
- Cho, D.-R., & Lee, S.-H. (2019). Effects of virtual reality immersive training with computerized cognitive training on cognitive function and activities of daily living performance in patients with acute stage stroke: A preliminary randomized controlled trial. *Medicine*, 98(11), e14752. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014752>
- Choi, H. S., Shin, W. S., & Bang, D. H. (2019). Mirror therapy using gesture recognition for upper limb function, neck discomfort, and quality of life after chronic stroke: A single-blind randomized controlled trial. *Medical Science Monitor*, 25, 3271–3278. <https://doi.org/10.12659/MSM.914095>
- Donkor, E. S. (2018). Stroke in the 21st Century: A Snapshot of the Burden, Epidemiology, and Quality of Life. *Stroke Research and Treatment*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3238165>
- Faria, A. L., Faria, A. L., Faria, A. L., Pinho, M. S., Pinho, M. S., & Bermúdez I Badia, S. (2020). A comparison of two personalization and adaptive cognitive rehabilitation approaches: A randomized controlled trial with chronic stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00691-5>
- Gamarra insfran JL, S. D. R. (2020). *Universidad Internacional Tres Fronteras -UNINTER. Pedro Juan Caballero - Paraguay* 45. 15(2), 45–52. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-36962020000200045&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- García-Pérez, P., Rodríguez-Martínez, M. D. C., Lara, J. P., & de la Cruz-Cosme, C. (2021). Early occupational therapy intervention in the hospital discharge after stroke. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph182412877>
- Han, B., & Simitses, G. J. (1991). Analysis of anisotropic laminated cylindrical shells subjected to destabilizing loads. Part II: Numerical results. *Composite Structures*, 19(2), 183–205. [https://doi.org/10.1016/0263-8223\(91\)90022-Q](https://doi.org/10.1016/0263-8223(91)90022-Q)
- Huang, C. Y., Chiang, W. C., Yeh, Y. C., Fan, S. C., Yang, W. H., Kuo, H. C., & Li, P. C. (2022). Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02547-4>

Ictus, D. E. L. (2019). *ATLAS*.

Kuriakose, D., & Xiao, Z. (2020). Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijms21207609>

Lee, H. S., Park, Y. J., & Park, S. W. (2019). The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *BioMed Research International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7595639>

Long, Y., Ouyang, R. ge, & Zhang, J. qi. (2020). Effects of virtual reality training on occupational performance and self-efficacy of patients with stroke: a randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00783-2>

Maher, C. G., Moseley, A. M., Sherrington, C., Elkins, M. R., & Herbert, R. D. (2008). A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the PEDro database. *Physical Therapy*, 88(9), 1068–1077. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080002>

Maier, M., Ballester, B. R., Leiva Bañuelos, N., Duarte Oller, E., & Verschure, P. F. M. J. (2020). Adaptive conjunctive cognitive training (ACCT) in virtual reality for chronic stroke patients: A randomized controlled pilot trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-0652-3>

Oh, Y. Bin, Kim, G. W., Han, K. S., Won, Y. H., Park, S. H., Seo, J. H., & Ko, M. H. (2019). Efficacy of Virtual Reality Combined With Real Instrument Training for Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(8), 1400–1408. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.03.013>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Park, Y. S., An, C. S., & Lim, C. G. (2021). Effects of a rehabilitation program using a wearable device on the upper limb function, performance of activities of daily living, and rehabilitation participation in patients with acute stroke. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115524>

Rodríguez-Hernández, M., Criado-Álvarez, J. J., Corregidor-Sánchez, A. I., Martín-Conty, J. L., Mohedano-Moriano, A., & Polonio-López, B. (2021). Effects of virtual reality-based therapy on quality of life of patients with subacute stroke: A three-month follow-up randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062810>

Rodríguez-Hernández, M., Polonio-López, B., Corregidor-Sánchez, A. I., Martín-Conty, J. L., Mohedano-Moriano, A., & Criado-Álvarez, J. J. (2023). Can specific virtual reality combined with conventional

- rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01170-3>
- Salas Martínez, N. M., Lam Mosquera, I. E., Sornoza Moreira, K. M., & Cifuentes Casquete, K. K. (2019). Evento Cerebrovascular Isquémico vs Hemorrágico. *Recimundo*, 3(4), 177–193. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(4\).diciembre.2019.177-193](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(4).diciembre.2019.177-193)
- Sana, V., Ghous, M., Kashif, M., Albalwi, A., Muneer, R., & Zia, M. (2023). Effects of vestibular rehabilitation therapy versus virtual reality on balance, dizziness, and gait in patients with subacute stroke: A randomized controlled trial. *Medicine (United States)*, 102(24), E33203. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033203>
- Schuster-Amft, C., Eng, K., Suica, Z., Thaler, I., Signer, S., Lehmann, I., Schmid, L., McCaskey, M. A., Hawkins, M., Verra, M. L., & Kiper, D. (2018). Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLoS ONE*, 13(10), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204455>
- Vargas-Murcia, J. D., Isaza-Jaramillo, S. P., & Uribe-Uribe, C. S. (2021). Risk factors and causes of ischemic stroke in young patients (18-49 years) in Colombia. A systematic review. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatria*, 59(2), 113–124. <https://doi.org/10.4067/s0717-92272021000200113>
- World Health Organization (WHO). (2018). *the-Top-10-Causes-of-Death @ Wwww.Who.Int*. The Top 10 Causes of Death. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Xuefang, L., Guihua, W., & Fengru, M. (2021). The effect of early cognitive training and rehabilitation for patients with cognitive dysfunction in stroke. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 30(3), 1–11. <https://doi.org/10.1002/mpr.1882>
- Yang, Z. Q., Du, D., Wei, X. Y., & Tong, R. K. Y. (2022). Augmented reality for stroke rehabilitation during COVID-19. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01100-9>
- Yao, X., Cui, L., Wang, J., Feng, W., Bao, Y., Xie, Q., & Xie, Q. (2020). Effects of transcranial direct current stimulation with virtual reality on upper limb function in patients with ischemic stroke: A randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00699-x>
- Zhang, Q., Fu, Y., Lu, Y., Zhang, Y., Huang, Q., Yang, Y., Zhang, K., & Li, M. (2021). Impact of Virtual Reality-Based Therapies on Cognition and Mental Health of Stroke Patients: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 23(11), e31007. <https://doi.org/10.2196/31007>