

Adrià Calvet, Blanca Parga, Lucía González, Rubén Barreñada, Silvia Herrera

**EFICACIA DEL TRATAMIENTO MEDIANTE TERAPIAS CON
NUEVAS TECNOLOGÍAS COMPARADO CON LA TERAPIA
CONVENCIONAL EN PACIENTES CON ICTUS CRÓNICO:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Dirigido por el Dr. Joan Ramon Margalef Pérez

Grado de Fisioterapia



**UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI**

**REUS
2026**

Vistiplau pel lliurament i defensa del
Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia

En/na..... **Joan Ramon Margalef Perez**en la
seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

EFICACIA DEL TRATAMIENTO MEDIANTE TERAPIAS CON
NUEVAS TECNOLOGÍAS COMPARADO CON LA TERAPIA
CONVENCIONAL EN PACIENTES CON ICTUS CRÓNICO:
REVISIÓN SISTEMÁTICA

REALITZAT PER:

Adrià Calvet Raya

Blanca Parga Letrán

Lucía González Villanueva

Rubén Barreñada Romero

Silvia Herrera Plou

☒ ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data 06/05/2026

MARGALEF
PEREZ JOAN
RAMON -
47627208G

Firmado digitalmente
por MARGALEF PEREZ
JOAN RAMON -
47627208G
Fecha: 2026.05.08
20:48:28 +02'00'

RESUMEN

Título: Eficacia del tratamiento mediante terapias con nuevas tecnologías comparado con la terapia convencional en pacientes con ictus crónico: Revisión Sistemática.

Introducción: El accidente cardiovascular (ACV) o ictus es una de las principales causas de daño cerebral adquirido y discapacidad en adultos. Su rehabilitación mediante nuevas herramientas como la realidad virtual (RV) podría llegar a ser un buen recurso para mejores resultados en ictus crónicos, ampliando la capacidad de mejora tanto en los campos cognitivos como motores.

Objetivos: Comprobar la eficacia del tratamiento mediante realidad virtual comparado con la terapia convencional en pacientes con ictus crónico, determinando si existe una diferencia significativa entre la rehabilitación motora con la realidad virtual y la terapia convencional, determinar qué tipo de terapia es más eficaz y describir las diferentes modalidades de tratamiento con la realidad virtual.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA 2020 en las bases de MEDLINE a través de PubMed y PEDro, seleccionando ensayos realizados entre 2021 y 2026. Se utilizó la estrategia PICOS para definir los criterios de inclusión. Se incluyeron estudios realizados a personas adultas con daño cerebral adquirido con ACV en estado crónico. Los datos extraídos se basaron en participantes, intervención, valoración y seguimiento de los pacientes y resultados clínicos. Se ha evaluado el riesgo de sesgo, siendo bajo en la mayoría de los estudios.

Resultados: De 1748 artículos identificados, 12 cumplieron los criterios de inclusión. La terapia con nuevas tecnologías mostró mejoras significativas en un 85% de los artículos revisados, especialmente cuando se combinó con terapia convencional. Se obtuvieron resultados satisfactorios en la recuperación de la función motora y cognitiva de los pacientes, aunque se necesitan más ensayos controlados aleatorizados para determinar la efectividad del entrenamiento con realidad virtual.

Conclusión: La rehabilitación del ictus crónico mediante herramientas de realidad virtual es eficaz en la mejora de las secuelas motoras. Su combinación con la terapia convencional resulta más útil que la terapia convencional aislada.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular, realidad virtual, rehabilitación, fisioterapia convencional, nuevas tecnologías.

ABSTRACT

Title: Effectiveness of treatment using therapies with new technologies compared to conventional therapy in patients with chronic stroke: Systematic Review.

Introduction: Stroke is one of the leading causes of acquired brain injury and disability in adults. Rehabilitation using new tools such as virtual reality could be very useful in achieving better outcomes in chronic stroke, expanding the potential for improvement in both cognitive and motor skills.

Objectives: verify the effectiveness of virtual reality treatment compared to conventional therapy in patients with chronic stroke, determining if there is a significant difference between motor rehabilitation with virtual reality and conventional therapy, determining which type of therapy is more effective and describing the different treatment modalities with reality.

Materials and methods: A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines in the MEDLINE databases via PubMed and PEDro, selecting trials conducted between 2021 and 2026. The PICOS strategy was used to define inclusion criteria. Studies involving adults with acquired brain injury due to stroke in a chronic state were included. Data extracted were based on participants, intervention, patient assessment and follow-up, and clinical outcomes. The risk of bias was assessed and found to be low in most studies.

Results: Of 1748 articles identified, 12 met the inclusion criteria. Therapy using new technologies showed improvements in 85% of the reviewed articles, especially when combined with conventional therapy. Satisfactory results were obtained in the recovery of patients motor and cognitive function, however, more randomized controlled trials are needed to determine the effectiveness of virtual reality training.

Conclusion: Rehabilitation of chronic stroke using virtual reality tools is effective in improving motor impairments. Its combination with conventional therapy is more beneficial than conventional therapy alone.

Keywords: Stroke, virtual reality, rehabilitation, conventional physiotherapy, new technologies.

1. INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus es la segunda causa principal de muerte a nivel mundial y una de las principales causantes de daño cerebral adquirido y discapacidad en adultos, generando secuelas motoras, funcionales y cognitivas, afectando considerablemente la calidad de vida de los supervivientes. (1)

Existen 2 tipos principales de ictus: el isquémico y el hemorrágico. Dentro de los hemorrágicos se encuentran la hemorragia intracerebral y hemorragia subaracnoidea.

En los ictus isquémicos se produce una obstrucción en un vaso sanguíneo que provoca una disminución del flujo de sangre al cerebro, mientras que en los hemorrágicos ocurre la rotura de un vaso sanguíneo y la sangre se filtra en la cavidad intracraneal. (1)

Se han identificado 3 causas principales de ictus isquémico: enfermedades de grandes vasos como la aterosclerosis, disección arterial y embolia arterial. También encontramos enfermedades de vasos pequeños como la lipohialinosis, y por último, los cardioembolismos causados por arritmias, enfermedad valvular, bioprótesis y válvulas cardíacas mecánicas y miocardiopatías. (1)

Las causas que pueden provocar un ictus hemorrágico intracraneal incluyen la vasculopatía hipertensiva, angiopatía amiloide cerebral, coagulopatías y otras vasculopatías. En el caso de las hemorragias subaracnoideas la gran mayoría son provocadas por una rotura de aneurisma. (1)

Los factores de riesgo de los ACV pueden clasificarse en factores no modificables como el sexo y la edad, en factores conductuales como el tabaquismo, la actividad física y la dieta, también incluyen factores médicos como la hipertensión y la diabetes, y finalmente, están los factores ambientales como la contaminación y los factores psicológicos como la ansiedad y la depresión. (2)

Los síntomas dependen del tipo de ACV y de la zona del cerebro afectada, incluyendo cefalea intensa sin causa conocida, dificultad para caminar, mareos, adormecimiento, confusión o dificultad para hablar, entre otros. Entre las complicaciones más frecuentes destacan la debilidad muscular, trastornos del lenguaje, la pérdida del control motor, alteración cognitiva y la pérdida de control de esfínteres, además de infecciones urinarias, trombosis venosa profunda y osteoporosis. (3)

La recuperación tras un ictus es un proceso dinámico y sobre todo multifactorial cuyo éxito depende de la precocidad, intensidad y constancia del tratamiento rehabilitador además del estado funcional inicial del paciente, episodios previos y factores biológicos como la edad.

Las alteraciones motoras son los principales objetivos de la neurorehabilitación. Estos déficits dificultan la capacidad de los pacientes para realizar las actividades de la vida diaria (AVD) además de provocar problemas médicos a largo plazo. (4)

El tratamiento convencional post-ictus se basa en la inhibición del tono muscular y de los patrones de movimiento anormales. Se busca facilitar el movimiento funcional mediante la estimulación activa durante los cuadros de hipotonía o inactividad, de esta manera se promueve una reorganización neurológica eficiente. En este tipo de tratamiento es imprescindible integrar la rehabilitación motora selectiva apoyándose en técnicas manuales que proporcionan una estimulación multisensorial. Los métodos más destacados son; Bobath, facilitación neuromuscular propioceptiva, terapia de movimiento inducido por restricción, entrenamiento de fuerza y reeducación de la marcha. (5)

Durante los últimos años se han desarrollado tecnologías aplicables en la neurorrehabilitación, las cuales permiten crear entornos interactivos simulando situaciones reales, favoreciendo un entrenamiento específico, motivador y con un gran número de repeticiones. Esto facilita el refuerzo, la autocorrección y participación activa del paciente. (4) En concreto, la terapia basada en RV, se ha consolidado como una herramienta que podría potenciar los resultados terapéuticos, ya que proporciona un feedback en cuanto al rendimiento y permite al paciente ajustar sus movimientos en tiempo real, fomentando la neuroplasticidad y la reorganización funcional del sistema nervioso. (6)

La RV se basa en simulaciones generadas por un ordenador que permiten al paciente interactuar con distintos entornos (7) y se clasifica según su grado de inmersión en tres tipos: inmersiva, semi-inmersiva o no inmersiva. En la inmersiva el paciente forma parte casi por completo del entorno virtual, en la semi-inmersiva se mezclan elementos reales y virtuales y en la no inmersiva el paciente interactúa con una pantalla, pero sin aislamiento del entorno real. (8)

Por todo lo mencionado proponemos que el objetivo de este trabajo sea comparar la efectividad de las técnicas de fisioterapia convencionales con las terapias potenciadas con tecnología en la recuperación funcional de pacientes adultos con daño cerebral adquirido por ACV, basándose en la evidencia recogida mediante búsquedas en PubMed.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta revisión sistemática es comprobar la eficacia del tratamiento mediante realidad virtual comparado con la terapia convencional en pacientes con ictus crónico.

Objetivos específicos:

- Determinar si existe una diferencia significativa entre la rehabilitación motora con realidad virtual y terapia convencional, con el fin de identificar qué tipo de terapia es más eficaz para el tratamiento del ictus crónico.
- Conocer las diferentes modalidades de tratamiento mediante realidad virtual para la rehabilitación motora del ictus crónico para las funciones de tronco, la extremidad superior y la extremidad inferior.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática, para realizarla hemos hecho uso de ensayos clínicos aleatorizados publicados en español y en inglés durante los últimos 5 años (desde 2021 hasta febrero de 2026).

La revisión se ha desarrollado según las directrices establecidas de PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) que proporciona un marco estructurado para realizar revisiones sistemáticas de forma transparente y reproducible. (9) Así mismo se han desarrollado los criterios de elegibilidad (4.2.) mediante la estrategia de PICOS [Patient, problem or population; Intervention; Comparison, control or comparator; Outcome(s)].

3.1. PROTOCOLO Y REGISTRO

Este trabajo está dentro de la asignatura de Trabajo de Fin de Grado de fisioterapia en la Universitat Rovira i Virgili dentro del curso académico 2025-2026.

3.2. CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

La definición de los criterios de elegibilidad, de inclusión y exclusión se han llevado a cabo según el acrónimo PICOS (población, intervención, comparación, resultados y tipo de estudio).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión según PICOS

Elementos	Descripción
P (población)	Pacientes adultos con daño cerebral adquirido con ACV isquémico o hemorrágico
I (intervención)	Tecnologías aplicadas a la rehabilitación: realidad virtual
C (comparación)	Fisioterapia convencional
O (resultados)	Efectos generados sobre la función motora
S (tipo de estudio)	Ensayos clínicos aleatorizados

Criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos aleatorizados.
- Población adulta con problemas neurológicos.
- Artículos publicados durante los últimos 5 años (2021-2026).

- Estudios en inglés o castellano.
- Población diagnosticada con la patología “Ictus”.

Criterios de exclusión:

- Artículos que no traten de la patología en específico.
- Artículos con falta de fiabilidad y solidez.
- Artículos que aborden otros aspectos de la patología estudiada.
- Artículos que no contengan un grupo de comparación.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

La revisión sistemática se ha realizado haciendo una búsqueda de información en las bases de MEDLINE a través de PubMed y PEDRO. Se ha realizado una búsqueda manual en las páginas anteriormente nombradas y se han seleccionado los artículos que cumplían tanto los criterios de inclusión como los de exclusión previamente escogidos.

La última búsqueda fue realizada el 19 de febrero de 2026.

3.4 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA:

Para este estudio se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de PubMed y Physiotherapy Evidence Database (PEDro). El día 19 de febrero de 2026 se realizó una última búsqueda tanto en la base de datos de PubMed como en PEDro.

Se han realizado la siguiente búsquedas en PubMed:

1. (((Stroke) OR (ACV)) AND (Virtual Reality)) AND (Rehabilitation) → Con esta segunda búsqueda inicialmente salían 1.513 artículos, pero después de añadir los filtros quedarían 29 artículos en total.
 - 5 años: 754
 - Free full text: 541
 - Adultos +19 años: 115
 - Humanos: 115
 - Randomized controlled trial: 29

En PEDro realizamos una sola búsqueda con los siguientes términos y filtros:

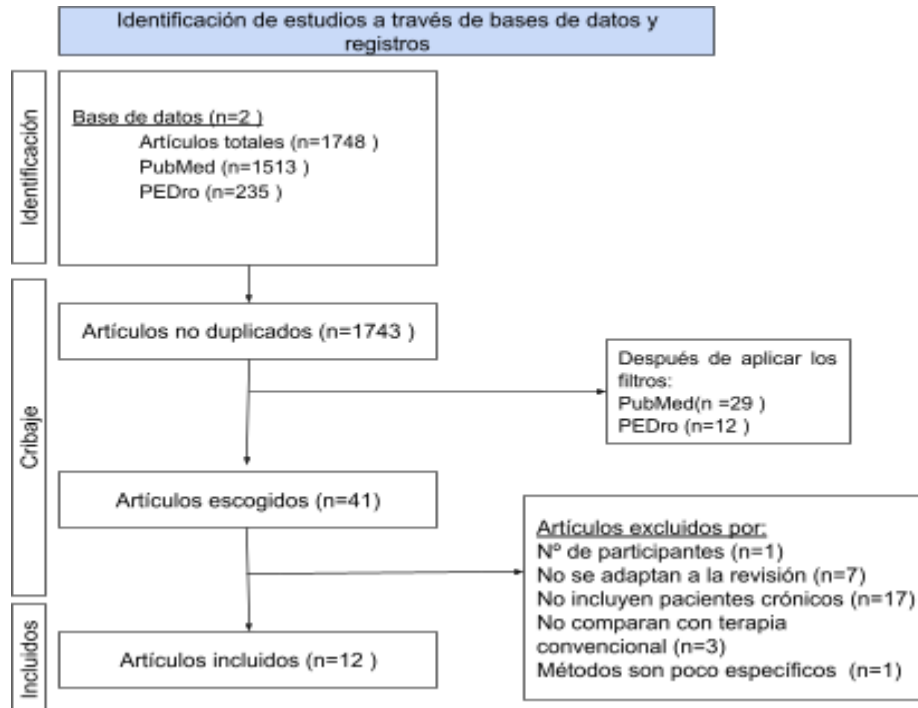
1. Virtual reality AND stroke → Con la primera búsqueda obtenemos 235 resultados, pero después de los filtros obtenemos 14 artículos.
 - Clinical trial: 152
 - 5 años: 57
 - Mínimo Score de 7: 14

4. RESULTADOS

4.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

En la figura 1 se puede ver el diagrama de flujo de la búsqueda y selección de estudios.

Figura 1. Diagrama de flujo



4.2 PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

En la tabla 2 se pueden ver las características de los estudios seleccionados.

Tabla 2. Características de los estudios seleccionados

Estudio	Participantes	Intervención	Valoración	Resultados
Dąbrowská M. et al. (2023) (10)	Se incluyeron pacientes que habían sufrido un ACV isquémico en la arteria cerebral media >6 meses. El ensayo cuenta con 50 participantes (n=50). Se incluyeron a aquellos que tenían entre 40-79 años, en condiciones estables y capacidad para participar, una puntuación de menos de 25 puntos en un examen de estado mental, sin problemas visuales, buena función de agarre en la extremidad afectada y movilidad funcional de 3-5 en la Escala de Movilidad Funcional (FAC).	Los 50 participantes se dividieron en 2 grupos, el grupo control compuesto por 25 participantes y el grupo experimental con otros 25 participantes. El grupo de intervención recibió entrenamiento de RV mediante el Oculus Quest 2 y terapia convencional durante un mínimo de 10 y un máximo de 15 sesiones, 3 veces a la semana durante 4-5 semanas. En cuanto al grupo control, este recibió únicamente terapia convencional, 2 sesiones a la semana de fisioterapia y otras 2 sesiones a la semana de terapia ocupacional.	Los pacientes de ambos grupos se sometieron a un examen inicial. Se realizaron las pruebas del estado mental (MMSE), el índice de Barthel (BI) y el índice de equilibrio de Berg (BBS), el programa de evaluación de la discapacidad de la OMS 2.0 (WHODAS 2.0) y la movilidad (FAC). Los datos clínicos se obtuvieron de los registros médicos y entrevistas.	Según el estudio, la RV no mostró cambios significativamente mayores en comparación con la terapia convencional. Aunque los pacientes mejoraron su calidad de vida e independencia estos avances fueron similares a los obtenidos con la terapia convencional. Cabe recalcar que son necesarios más ensayos para confirmar estos resultados.

Choi J. B et al. (2024) (11)	Se incluyeron adultos con ACV en fase subaguda/ crónica. El ensayo cuenta con 46 participantes (n=46). Entre los criterios de inclusión exigieron que los pacientes tuvieran la fuerza muscular parcialmente conservada en la muñeca, capacidad cognitiva adecuada, estabilidad postural, ausencia de deterioro cognitivo y rigidez muscular moderada.	Los 46 participantes se dividieron en 2 grupos, el grupo experimental con 23 participantes y el grupo control con 23 participantes. Las sesiones del grupo experimental se basaron en 20 minutos de RV mediante el uso de un guante inteligente combinados con 20 minutos de terapia manual. El grupo control solo recibió terapia convencional durante 40 minutos cada día. Ambos grupos realizaron sesiones de 40 minutos durante 5 días a la semana con una duración de 8 semanas.	Para la evaluación previa y posterior de todos los participantes, se utilizaron la Evaluación Fugl–Meyer para la extremidad superior (FMA-UE), la prueba de función manual (MFT), el registro de actividad motora (MAL) y la Prueba de Función de Mano Jebsen–Taylor (JTHFT) para evaluar los cambios en la función del miembro superior y se midieron las amplitudes de los potenciales evocados motores (MEPs) para comparar la activación de la corteza cerebral.	El grupo experimental mostró una mejora en la función del miembro superior y en la activación de la corteza cerebral. Además se demuestra que la combinación de terapia basada RV y terapia orientada a tareas es efectiva para favorecer la recuperación funcional y potencia efectos terapéuticos sinérgicos. Se destaca que son necesarios más estudios para comprobar la verdadera eficacia de la terapia con RV.
Kwak HD et al., (2024) (12)	Los participantes son adultos con ACV en fase crónica. El estudio cuenta con 44 participantes (n=44). Los criterios de inclusión fueron: padecer un ACV de >6 meses,	Los 44 participantes fueron asignados de manera aleatoria o a un grupo de intervención donde se utilizó un tipo de Realidad Virtual Inmersiva (RVI) llamada Oculus Quest 2	Se realizaron pruebas antes de comenzar el ensayo, estas fueron: Timed Up and Go (TUG) y la Escala de Berg para valorar el equilibrio y por otro lado se utilizó el FDM 1.5 ZEBRIS	El grupo de intervención mejoró significativamente en cuanto al equilibrio y a las habilidades de marcha que se habían valorado previamente. Por lo que la RVI presenta un alto potencial como

	con una puntuación de 24 o más en el Korean Mini-Mental State Examination (K-MMSE), conscientes, con marcha independiente más de 10 metros, comprensión oral, habilidad para seguir las instrucciones, sin discapacidades visuales o auditivas y compromiso con el tratamiento.	combinada con terapia convencional o a un grupo de control donde solo recibían terapia convencional. Durante 5 semanas, 5 veces a la semana, 30 minutos al día ambos grupos recibieron la misma terapia física. Además, el grupo de intervención utilizó RV con una frecuencia de 5 semanas, 3 veces a la semana y 30 minutos al día.	Medical para valorar la longitud de zancada, velocidad de marcha y apoyo unipodal de la extremidad afectada.	herramienta de rehabilitación pero aún se necesita más evidencia y más estudios sobre ella.
Wan C et al. (2025) (13)	Los participantes son adultos con ACV en fase subaguda temprana o crónica. Se incluyeron pacientes de entre 18-75 años, con afectación moderada de la extremidad inferior (EEl), imaginación motora y capacidad cognitiva conservadas, la capacidad de poder caminar al menos 10 metros y habilidades correctas	Se asignaron los participantes en 2 grupos: grupo de control (pedaleo convencional) con 19 participantes y el grupo experimental (pedaleo con RV) con 19 participantes. El grupo experimental utilizó el Brain-Computer Interface (BCI), Motor Imagery a modo de doble tarea. El entrenamiento combinó la tarea del pedaleo con las herramientas de RV. Ambos	La valoración principal fue mediante la Escala de Equilibrio de Berg (BBS). Los resultados secundarios incluyeron Time Up and Go (TUG), la Evaluación de Extremidades Inferiores de Fugl-Meyer (FMA-LE), la Prueba de Modalidades de Símbolos y Dígitos (SDMT) y el índice de atención promedio.	Los cambios en las valoraciones del grupo experimental fueron significativamente mejores que las del grupo control. Este estudio mostró efectos positivos en el modo de doble tarea del entrenamiento de pedaleo sobre el equilibrio y la atención en participantes con ACV.

	de comprensión y comunicación para cooperar en el estudio. Tras estos criterios, el estudio contó con 38 participantes (n=38).	grupos entrenaron 20 minutos diarios, 5 días a la semana durante 4 semanas, junto con la rehabilitación convencional.		El estudio sugiere una mayor investigación respecto al tema.
Tomczuk D. et al. (2025) (14)	El estudio incluye 16 participantes (n=16), los cuales cuentan con adultos con ACV en fase crónica, con una media de 61 años.	En este ensayo se dividieron dos grupos, el control donde se realizaba fisioterapia convencional únicamente 6 días a la semana y el grupo intervención con 6 días a la semana de terapia mediante un entrenamiento con gafas de RV. El periodo de seguimiento fue de dos semanas.	Se evaluó mediante la escala EVA, para valorar la intensidad del dolor subjetivo y el cuestionario EQ-5D para valorar la calidad de vida	Los resultados obtenidos fueron que mediante la escala EQ-5D-L no se encontró una diferencia significativa entre la mejora en ambos grupos, pero mediante la escala visual analógica (EVA) se vio una diferencia significativa entre el grupo control y el de intervención. Por lo tanto, la terapia mediante RV puede favorecer a la mejora del paciente, pero con una muestra tan pequeña y en un corto periodo de tiempo se necesita más investigación.
Pregolato G et al. (2026) (15)	En este estudio se incluyeron 62 participantes (n=62), todos adultos, con ACV subagudos	Los individuos fueron asignados aleatoriamente a tratamiento asistido por robot, realidad virtual	La valoración inicial fue mediante mediciones antes y después de la intervención utilizando como	Las mejoras del grupo de RV fueron significativas en la FMA

	tempranos, subagudos tardíos y crónicos de primer evento y deterioro motor de extremidades superiores de leve a severo. Los criterios de inclusión fueron pacientes con su primer ACV y con una puntuación entre 5-61 en la escala FMA-UE.	o tratamiento convencional durante 4 semanas, 5 días a la semana, 1 hora al día. El tratamiento asistido por robot fue proporcionado por el dispositivo Braccio di Ferroa (Celin s.r.l.) y el tratamiento de realidad virtual fue entregado por el Sistema de Rehabilitación de Realidad Virtual (VRRS, Khymeia Group Ltd.). El grupo control recibió terapia convencional.	indicador principal la Escala FMA-UE para la función motora gruesa. Las medidas secundarias incluyeron la Evaluación de Fugl-Meyer para la función sensorial, el rango articular y el dolor. La Escala Ashworth modificada para medir el tono muscular y la Medidas de Independencia Funcional (FIM), para determinar el grado de autonomía en las AVD.	con un aumento promedio de 7,14 puntos. También observamos cómo los pacientes que respondieron clínicamente al tratamiento mostraron una reducción significativa en la fusión de las sinergias musculares, todo lo contrario a los que no respondieron clínicamente al tratamiento, por lo tanto los cambios en el patrón de fusión de sinergias pueden servir como un marcador potencial para distinguir a los respondedores de los no respondedores.
Marques-Sule E et al. (2021) (16)	En este estudio se incluyeron adultos con ACV crónico. Se estudiaron 29 pacientes que habían tenido el primer ictus en un hemisferio cerebral (n=29), inicio del ictus al menos 1 año	Los individuos se asignaron aleatoriamente en 2 grupos. El grupo de fisioterapia convencional y el grupo de RV con Nintendo Wii.	Se realizaron pruebas antes y después de comenzar el ensayo. Se midió la funcionalidad con el test Time Up and Go, el equilibrio con la escala de Tinetti y la Berg Balance Scale y las actividades	El estudio mostró resultados con mejoras significativas en funcionalidad, equilibrio y actividades de la vida diaria al agregar RV con Nintendo Wii a la terapia física convencional.

	antes del estudio y limitación física en las extremidades superiores e inferiores. Los criterios de inclusión fueron tener una puntuación >24 en el Mini Mental State Examination, poder mantener la bipedestación y no sufrir patologías cardiovasculares que impidan el reentrenamiento.	El grupo de RV incluye entrenamientos de equilibrio con la Wii Balance Board y ejercicios de las extremidades superiores (EESS) con el paquete Wii Sports, añadidos a la fisioterapia convencional. Ambas intervenciones duraron 4 semanas, 2 sesiones por semana.	de la vida diaria y la función motora con la Fugl- Meyer Limb Motor Assessment.	
Salvalaggio S. et al. (2022) (17)	Los participantes son adultos con ACV principalmente en fase crónica. Se incluyeron a 124 pacientes (n=124) con diagnóstico de primer ictus cortical-subcortical unilateral hemorrágico o isquémico, mayores de 18 años y con puntuación entre 0-4 en la versión italiana de la Escala de Ictus de los Institutos Nacionales de la Salud.	Los individuos se asignaron aleatoriamente en 2 grupos. El grupo con visualización continua de un profesor virtual (n=62) y otro sin una visualización de profesor virtual (n=62). Ambas intervenciones recibieron la misma cantidad de terapia de RV (4 semanas, 5 días a la semana durante 1 hora) y 1 hora adicional de terapia convencional al día.	El resultado primario fue la Evaluación Fugl- Meyer de la extremidad superior. Otras medidas de resultados clínicos fueron las siguientes: Fugl- Meyer, la Prueba del tablero de nuevo agujeros y la Prueba de caja y bloques para la destreza manual. También se incluyó la Escala de Rendimiento de Alcance, la Escala de Ashworth Modificada y la Medida de independencia Funcional. La valoración instrumental consistió	Añadir un profesor virtual no aporta una ventaja clínica significativa adicional sobre la RV que ya ofrece el feedback multimodal. Los resultados sugieren que en pacientes la clave está en la intensidad y en la combinación de tecnologías con terapia convencional más que en la modificación de un feedback visual específico.

			en 8 ejercicios cinemáticos de 10 repeticiones cada uno evaluados mediante 3 variables: duración media del movimiento, velocidad lineal y número de submovimientos para determinar la fluidez motora.	
Hernandez A. et al. (2022) (18)	Los participantes son adultos con ACV en fase crónica. El estudio cuenta con 51 participantes (n=51). Los criterios de inclusión fueron: padecer un ACV de >6 meses, con una puntuación de 2-6 en el componente de brazo de Chedoke-McMaster.	En este ensayo controlado aleatorio se asignaron 2 grupos: un grupo experimental que realizó un programa de ejercicios en casa a través del sistema Jintronix y un grupo control que realizó un programa de ejercicios en el hogar, Graded Repetitive Arm Supplementary Program (GRASP). El entrenamiento se realizó durante 4 semanas, 5 veces por semana durante más de 20 minutos por sesión.	A los pacientes se les evaluó al inicio, durante la intervención y después de la intervención, mediante la Evaluación Fugl-Meyer, Escala de Impacto del ictus y el registro de Actividad Motora-14.	Los resultados del estudio muestran una mejora en la recuperación del miembro superior en ambos grupos, la eficacia viene dada por la dosis del ejercicio, donde los pacientes que realizaron más horas de tratamiento consiguieron mejoras clínicas significativas.
Akinci M et al. (2023) (19)	Consta de 56 adultos (n=56) con ACV crónico con una edad media de 60 años y con un	En este ensayo controlado aleatorio se asignaron 4 grupos:	Los pacientes se evaluaron mediante la prueba de marcha de 6 minutos, Prueba de marcha	Los resultados mostraron mejoras significativas en todos los grupos, pero los grupos de

	tiempo >8 meses después del diagnóstico de ictus. Los criterios de inclusión fueron pacientes con una puntuación de 2 o más en la escala FAC, con capacidad cognitiva para comprender los ejercicios y no presentar patologías neurológicas u ortopédicas que les impida realizar la rehabilitación.	Un grupo de resistencia que realizó un entrenamiento con lokomat con Faster, un grupo control que realizó un programa de entrenamiento convencional, un grupo de atención que realizó ejercicios con Gabarelo i Smile y un grupo de motivación y sincronización de actividades con Curve Pursuit, Treasures y High Flyer. El entrenamiento se realizó durante 6 semanas, 3 veces por semana y los grupos de Lokomat recibieron entrenamiento adicional.	de 10 metros, escala de equilibrio Berg, para evaluar la marcha, el equilibrio, la estabilidad y los límites de estabilidad.	RV mostraron mejor resistencia, estabilidad postural y equilibrio. Como limitaciones los autores afirman que no saben si estas mejoras se podrán mantener en el tiempo, por el corto periodo de estudio.
Hsu H-Y et al. (2022) (20)	Los participantes son adultos con ACV en fase crónica. El estudio cuenta con 54 participantes (n=54). Los criterios de inclusión fueron: padecer un ACV de >6 meses, con una puntuación de 23-60 en	En este ensayo controlado aleatorio se asignaron 2 grupos: un grupo experimental (n=18) que realizó un programa de rehabilitación de terapia espejo basada en RV (VR-MT) y un grupo control que realizó un	Los pacientes se evaluaron , pretratamiento, post-intervención y en seguimiento a las 12 semanas, de diferentes aspectos como son: la funcionalidad motora de extremidades superiores con FM-UE, el monofilamento de	La VR-MT parece tener efectos potenciales en la restauración de la función motora de las extremidades superiores, aunque se necesitan más estudios ya que la evidencia es bastante débil.

	la FM-UE y una puntuación no inferior a 24 en el MMSE.	programa de terapia ocupacional convencional. El entrenamiento se realizó 2 veces por semana con 20 min de tareas convencionales y 30 min con el sistema RV.	Semmes-Weinstein, la actividad motora con el registro de actividad motora, la escala de Ashworth modificada y la prueba de cajón y bloques. el registro de actividad motora, la escala de Ashworth modificada y la prueba de caja y bloques se registraron en la pretratamiento, post-intervención y seguimiento a las 12 semanas.	
Miclaus RS. et al. (2021) (21)	Los participantes son adultos con ACV en fase crónica. El estudio cuenta con 59 participantes (n=59). Los criterios de inclusión fueron: padecer un ACV de >6 meses, con flexión de cadera $\geq 20^\circ$ y rodilla $\geq 30^\circ$.	En este ensayo controlado aleatorio se asignaron 2 grupos: un grupo experimental que realizó una terapia RV con software MIRA y sensores Kinect y un grupo control que realizó un protocolo de fisioterapia convencional. El entrenamiento se realizó durante 3 semanas, 3 veces por semana con un total de 70 minutos por sesión.	Los pacientes se evaluaron mediante 4 escalas: FIM para las AVD, MRS para la discapacidad y la dependencia, MAS para el grado de espasticidad y la FMA-LE, y también se realizó un TUG para medir el riesgo de caída.	Los resultados que se obtuvieron fueron: Mejora por parte de la RV y terapia espejo en rango de movimiento, fuerza muscular, funcionalidad de extremidades inferiores y equilibrio postural.

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular; FAC: Escala de Movilidad Funcional; MMSE: Mini-Mental State Examination; BI: Índice de Barthel; EBI: Índice de Barthel Extendido; BBS: Escala de Equilibrio de Berg; RV: Realidad Virtual; FMA-UE: Evaluación Fugl-Meyer; RVI: Realidad Virtual Inmersiva; K-MMSE: Korean Mini-Mental State Examination; EEII: Extremidad inferior; EESS: Extremidad Superior; TUG: Timed up and Go; AVD: Actividades de la Vida Diaria;

4.3 TABLA DE EXCLUSIÓN

Tabla 3. Criterios de exclusión de los artículos

Motivo de exclusión	Estudios
Nº de participantes <15	Ase H et al., (2025)
No se adaptan a la revisión	Kiper P et al., (2022); Janavičiūtė-Pužauskė J et al., (2025); Kim ES et al., (2025); Shannon M et al., (2024); Namgung E et al., (2024); Dos Santos P et al., (2026); Maggio MG et al., (2025)
No incluye pacientes crónicos	Lin RC et al., (2021); Sheehy L et al., (2021); De Rooij IJM et al., (2021); Widmer M et al., (2021); Rodriguez M et al., (2021); Cho HY et al., (2021); Llorens R et al., (2021); He J et al., (2025); Widmer M et al., (2022); Patel J et al., (2025); Chen L et al., (2022); Yaman F et al., (2022); Guo C et al., (2025); Liu Y et al., (2025); Sylaja PN et al., (2026); Sun Y et al., (2026)
No compara con terapia convencional	Kayabinar B et al., (2021); George A et al., (2025); Namgung E et al., (2025)
Métodos poco específicos	Errante A et al., (2022);

4.4 EVALUACIÓN RIESGO DE SESGO:

En la tabla 4 se muestra la evaluación de la metodología del trabajo. Se ha tenido en cuenta la aleatorización de los participantes del estudio, la ocultación de la asignación, el ciego de los participantes y de la aplicación de la intervención, así como el de los evaluadores, las diferencias entre grupos y los abandonos, evaluando así el riesgo de sesgo. (Tabla 4)

Tabla 4. Análisis del riesgo de sesgo

Estudio	Aleatorización	Ocultación de asignación	Ciego de participantes	Ciego de aplicación de intervención	Diferencias entre grupos	Ciego evaluadores	Abandonos	Riesgo de sesgo
Dąbrowská M. et al. (2023)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Choi J. B et al. (2024)	+	?	-	-	+	?	+	Moderado
Kwak HD et al., (2024)	+	?	-	-	+	?	+	Moderado
Wan C et al., (2025)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Tomczuk D. et al. (2025)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Pregnotato G et al. (2026)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Marques-Sule E et al. (2021)	+	+	+	-	?	+	?	Moderado
Salvalaggio S. et al. (2022)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Hernandez A. et al. (2022)	+	+	-	-	+	+	-	Moderado
Akinci M et al. (2023)	+	?	-	-	+	+	?	Moderado
Hsu H-Y et al. (2022)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo
Miclaus RS. et al. (2021)	+	+	-	-	+	+	+	Bajo

+ → Bajo riesgo; - → Alto riesgo; ? → No valorable

4.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

En primer lugar se exponen los artículos en los que se ha utilizado la realidad virtual junto con la fisioterapia convencional para la rehabilitación de la extremidad superior y la activación de la corteza cerebral.

Para empezar, el artículo de Choi JB et al. (11), que buscan investigar los efectos de la terapia robótica basada en RV combinada con la terapia orientada a tareas sobre la activación de la corteza cerebral y la función del miembro superior en pacientes con ACV. Se utilizaron diferentes herramientas de medida para registrar la evolución de cada uno de los grupos: FMA-UE, MFT, Motor activity Log, Amount of Use (MAL-AOU), Motor activity Log, Quality of Movement (MAL-QOM), JTHFT, and MEPa. Tras la realización del estudio, los resultados de 46 pacientes demostraron que el grupo experimental mostró una mejora en la función del miembro superior y en la activación de la corteza cerebral, con resultados de un 29,46 en el FMA-UE en el grupo experimental, en comparación a los 25,38 puntos del grupo control.

Este estudio también tiene algunas limitaciones como son el alto coste de los dispositivos de tratamiento con robots, el número reducido de participantes y el hecho de que no se evaluaron las actividades básicas de la vida diaria ni la motivación y satisfacción de los participantes después de la intervención.

Basándonos en los resultados de este estudio, la intervención combinada de la terapia con robot basada en RV y la terapia orientada a tareas será útil para mejorar la función del miembro superior en pacientes con ACV en la práctica clínica, sin embargo, se requiere más investigación para verificar estos resultados.

A continuación, exponemos el estudio de Pregnotato G et al. (2026) (15), donde evalúan los efectos de diferentes modalidades de rehabilitación (tratamiento asistido por robot, RV y terapia convencional) sobre la función motora de las extremidades superiores en pacientes con ictus isquémico o hemorrágico unilateral en fases subagudas y crónicas. Tras la intervención, los resultados mostraron cambios en la función motora evaluada mediante la escala Fugl-Meyer para extremidades superiores, así como en variables secundarias como la función sensorial, el rango articular, el dolor, el tono muscular (Escala de Ashworth modificada) y la independencia funcional. El estudio concluye que los cambios en el patrón de fusión de sinergias pueden actuar como un marcador potencial para diferenciar a los pacientes respondedores de los no respondedores al tratamiento, independientemente del tipo de intervención aplicada.

Continuamos con el de Salvalaggio S. et al. (2022) (17). Este estudio evalúa los resultados obtenidos tras realizar terapia convencional y por otro lado terapia con RV. La gran diferencia fue que en la terapia convencional se realizaron ejercicios de cuerpo completo adaptados al paciente y en la RV movimientos más simples que involucraron una sola articulación además de los ejercicios complejos. Fueron un total de 124 pacientes divididos en 2 grupos de 62 personas. Como conclusión se obtuvo que la combinación de ambas terapias generaron un efecto terapéutico de gran magnitud en la recuperación del miembro superior, pero no de forma significativa.

Vemos el de Hernandez A. et al. (2022) (18), en este estudio se comparan dos terapias. La primera usa la plataforma de RV Jintronix y la segunda utiliza el manual GRASP. La gran diferencia que se presenta es que en el grupo que utiliza el manual lo hace de manera autónoma. Eran un total de 51 participantes. El estudio concluye que ambas terapias obtienen resultados beneficiosos para la recuperación del miembro superior. Lo que diferenciaba el nivel de eficacia era la dosis de ejercicio pautada, no el tipo de herramienta utilizada, por lo cual, no podemos diferenciar la eficacia según la herramienta.

Por último, en el de Hsu H-Y et al. (2022) (20), buscan evaluar los diferentes efectos de un programa de terapia espejo basado en la realidad virtual (RV) sobre la función motora de diversos pacientes con ACV en fase crónica. Se realizó un ensayo controlado aleatorizado con 54 pacientes, donde los resultados mostraron que al no haber una diferencia significativa en una de las escalas, la Fugl-Meyer, el grupo experimental de la RV y la terapia espejo mostró mejoras significativamente mayores en las diferentes pruebas como la BBT. Con estos resultados los autores sugieren que el grupo experimental pareció tener efectos potenciales en la restauración de la función motora de la extremidad superior. Sin embargo, se necesitan más estudios confirmatorios debido a la evidencia bastante débil de agregar RV a MT para mejorar el resultado primario de este estudio.

En segundo lugar, se exponen los artículos en los que se ha utilizado la realidad virtual para la rehabilitación de la extremidad inferior y la mejora del equilibrio.

En lo que respecta al primer artículo, Kwak HD et al. (12), buscan evaluar los efectos del entrenamiento de equilibrio utilizando dispositivos de RVI totalmente inmersivos basados en controladores táctiles sobre las habilidades de equilibrio y de marcha en pacientes con ACV. Tras la realización del ensayo, los resultados de 36 pacientes demostraron que el entrenamiento de equilibrio con Realidad Virtual Totalmente Inmersiva basado en

controladores táctiles mejoró significativamente la Escala de Equilibrio de Berg y los resultados de la prueba TUG. También, se destacó más la mejora significativa en las habilidades de la marcha, incluyendo la velocidad de la marcha, la longitud del paso del lado afectado, la longitud de la zancada y el soporte de un solo miembro del lado afectado en comparación con el grupo control.

En cuanto al segundo estudio, Wan C et. al. (2025) (13), se busca evaluar los efectos de un entrenamiento de pedaleo en modo de doble tarea combinando BCI, imaginería motora y RV sobre el equilibrio y la atención en pacientes con ictus en fase subaguda-temprana o crónica. Tras la realización del ensayo, los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo mejoras significativamente mayores en la Escala de Equilibrio de Berg, la prueba de Timed Up and Go y la prueba de modalidades símbolo-dígito en comparación con el grupo control. Estos resultados sugieren que el entrenamiento combinado en doble tarea puede ser más eficaz para mejorar el equilibrio, la movilidad y la atención en personas con ACV.

En relación con el siguiente artículo, Marques-Sule E et al. (2021) (16), se evalúa si añadir la Nintendo Wii a la terapia física convencional mejora la funcionalidad, el equilibrio y la autonomía en pacientes con ictus crónico. El estudio compara estas dos intervenciones tras un programa de 4 semanas. Participaron unos 29 pacientes. Tras la intervención se mostraron resultados significativamente superiores en cuanto a funcionalidad, equilibrio y actividades de la vida diaria con la terapia combinada agregando la Nintendo Wii a la terapia convencional.

En referencia al estudio analizado, Akinci M et al. (2023) (19), se evalúan los efectos de distintos formatos de realidad virtual sobre la marcha y el equilibrio en supervivientes de un ACV crónico. El ensayo constó con 56 pacientes y los resultados presentan mejoras significativas en todos los grupos, pero hubo diferencias según el tipo de software utilizado. El grupo de “Resistencia” que utilizó la aplicación Lokomat Faster obtuvo mejores resultados en cuanto a la velocidad y a la distancia de caminata. En cambio, el grupo de “Atención y Motivación” que utilizaban las aplicaciones Gabarello y Smile tuvieron mejoras en el equilibrio según la Escala de Berg y la estabilidad postural. Por lo que los autores llegaron a la conclusión de que la selección de aplicaciones específicas de RV en el entrenamiento robótico es fundamental, ya que cada una impacta de manera distinta y según el objetivo que queramos conseguir.

Para acabar podemos ver el artículo de Miclaus RS. et al. (2021) (21), donde se busca evaluar si el entrenamiento basado en RV en comparación con la terapia física convencional

es más efectivo en el ámbito del equilibrio y la función de los miembros inferiores en pacientes con ACV crónico/ agudo. Tras 11 ensayos controlados aleatorizados con 59 pacientes en total se muestran diferencias significativas en el grupo de intervención. El equilibrio se evaluó mediante la Escala de Berg y la movilidad funcional con el test Timed Up and Go. Por lo que los autores llegan a la conclusión de que la RV mejora la intensidad en la repetición de tareas por lo que proporciona un feedback inmediato potenciando el aprendizaje y la recuperación funcional. Pero se hace hincapié en que se necesitan más estudios y muestras más amplias para establecer guías clínicas definitivas en la rehabilitación post-ictus.

Por último se exponen los artículos en los que se ha utilizado la realidad virtual para la adhesión al tratamiento y el dolor.

En relación al primer artículo, Dąbrowská M et al. (2023) (10), buscan evaluar cómo influye la rehabilitación convencional combinada con la realidad virtual (RV, Oculus Quest 2) sobre la calidad de vida y los autocuidados en pacientes crónicos post-accidente cerebrovascular. Tras la realización del ensayo, los resultados de 50 pacientes no muestran diferencias significativas entre los dos grupos de intervención en las puntuaciones de WHODAS 2, autosuficiencia y equilibrio, lo que sí que registran es que los pacientes del grupo intervención refieren una mejor adhesión al tratamiento. Sin embargo, se necesitan más ensayos controlados aleatorizados para determinar la efectividad del entrenamiento con RV sobre la calidad de vida y la autosuficiencia en pacientes post-accidente cerebrovascular.

Por otro lado, en el segundo artículo, Tomczuk D et al. (2025) (14), buscan evaluar si mediante la terapia con RV, puede producir una mejora de la calidad de vida y una reducción de los niveles de dolor de los pacientes con ictus en fase crónica comparado con una terapia convencional. Valorado mediante dos escalas diferentes, la escala EVA, para evaluar el dolor subjetivo y la escala EQ-5D para valorar la calidad de vida. Los resultados fueron los siguientes: no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en las puntuaciones EQ-5D, y en la calidad de vida. En cambio, en la valoración del dolor, la diferencia fue significativa entre el grupo control e intervención, mostrando una mayor mejora en el grupo intervención. Aunque el pequeño tamaño de la muestra y el corto seguimiento temporal del estudio limitó la obtención de más resultados concluyentes entre los dos grupos, por lo tanto, harían falta más estudios con grupos mayores.

5. DISCUSIÓN

En primer lugar, se expone la discusión de los resultados relacionados con la extremidad superior.

Desde una visión global, muchos estudios demuestran una mejora significativa en la funcionalidad motora, especialmente de la extremidad superior. Uno de los estudios afirma que los resultados dependen directamente de la dosis e intensidad pautada en el tratamiento, independientemente de que tipo de terapia se utilice. En otros se menciona que la mejora significativa se obtuvo a partir de la intensidad y de la combinación de ambas terapias e incluso se propone que estos resultados se pueden asociar a una activación de la corteza cerebral, favoreciendo los niveles de atención durante las sesiones de tratamiento. En todos los estudios con resultados beneficiosos en la extremidad superior se consigue aumentar el rango articular y la fuerza muscular además de la funcionalidad en las AVD. (11)(15)(17)(18)(20)

En segundo lugar, se expone la discusión de los resultados relacionados con el equilibrio y extremidad inferior.

En relación con los resultados de los otros estudios destacan beneficios relacionados con el control postural como pueden ser el equilibrio y la estabilidad. Sin embargo, a nivel de la marcha se reportan ligeras mejoras. Muchos de los estudios destacan que la investigación que existe continúa siendo escasa en cuanto a las extremidades inferiores. Esta área solo se destaca en la minoría de los estudios presentados. (12)(13)(16)(19)(21)

Y por último, se expone la discusión de los resultados relacionados con el dolor y adhesión al tratamiento.

Además de aportar una mejora física, la mayoría de los estudios presentados ofrecen una mayor adherencia al tratamiento por parte del paciente. Estos resultados se pueden asociar a una reducción de la percepción del dolor, favoreciendo una mayor adherencia al tratamiento y la mejora motora gracias al mayor rendimiento durante las sesiones de tratamiento. (10)(14)

Cabe destacar que muchos de los investigadores enfatizan en la necesidad de ampliar el tema de investigación mediante estudios más exhaustivos.

5.1. APLICABILIDAD

La evidencia es mucho más sólida en la mejora de la función motora de la extremidad superior. Por eso mismo la aplicabilidad sugiere que enfatizar en esta mejora debe ser una prioridad cuando el objetivo sea recuperar la manipulación o fuerza del brazo. Se considera que el tratamiento será aplicable y con alta probabilidad de mejora en esta área. Además, en pacientes que se consideren poco colaborativos o con poca motivación sería interesante llevar a cabo este tipo de tratamiento.

Por último, aunque en las extremidades inferiores no exista una base tan sólida se podría también probar de utilizar este tipo de terapia para ganar la estabilidad y el equilibrio perdido.

5.2. LIMITACIONES

Después de analizar los resultados sobre si la tecnología es una herramienta útil en la rehabilitación del ictus, existen ciertas limitaciones de la revisión que condicionan la interpretación de sus conclusiones.

En primer lugar, destaca el tamaño reducido de las muestras en gran parte de los ensayos clínicos seleccionados. Esta falta de volumen limita a la hora de generalizar los resultados observados a la población global de pacientes con ictus crónico. A esto se le suma la gran diferencia en los protocolos y herramientas empleadas. Se observa una gran diversidad de dispositivos comerciales de bajo coste, como la Nintendo Wii, con sistemas complejos como el guante inteligente NEOFFECT, sumada a la falta de información sobre la duración y frecuencia de las sesiones. Estas grandes diferencias dificultan realizar comparaciones y determinar cuál es la intervención más eficaz para cada perfil de paciente.

Otra limitación determinante es la falta de seguimiento a largo plazo. Aun existiendo beneficios de la RV de manera inmediata al tratamiento, algunos autores advierten que estos efectos pueden disminuir apenas un mes después de finalizar la terapia. Al no disponer de un seguimiento del paciente de manera prolongada, nos impide determinar si las mejoras funcionales son mantenidas en el tiempo. Asimismo, el sesgo de selección al haber restringido la búsqueda a los últimos cinco años (2021-2026) y únicamente a los idiomas inglés y castellano, es posible que existan investigaciones relevantes omitidas al haberse publicado en otras lenguas o en periodos de tiempo no incluidos.

Por último, se observa una carencia de variables cualitativas. Existen ensayos en los que no fueron evaluadas variables cualitativas cruciales como el impacto real de la terapia en su

autonomía para las actividades básicas de la vida diaria o la percepción de satisfacción del propio paciente.

5.3. LÍNEAS FUTURAS

A partir de carencias destacadas en los ensayos, se proponen diversas correcciones para fortalecer la evidencia.

Encontramos necesario realizar los ensayos clínicos aleatorizados con muestras más amplias y con un periodo de seguimiento de larga duración. Consideramos que mínimo habría que hacer un seguimiento de 6 a 12 meses, con esto conseguimos verificar si las mejoras funcionales se mantienen o son de manera temporal. También encontramos esencial realizar una personalización de herramientas. Como muchos autores sugieren, resulta idóneo investigar la eficacia de cada dispositivo en función del objetivo terapéutico. Por lo tanto es necesario definir qué dispositivos optimizan mejor objetivos concretos, como la marcha, el equilibrio o la función de los miembros superiores.

Dada la barrera para la integración clínica que suponen los costes elevados, comentado ya por diversos autores como Choi et al., futuros estudios deberían analizar si la implementación de estas tecnologías supone una reducción de la carga económica sanitaria a largo plazo al reducir la dependencia del paciente. Finalmente, es clave profundizar en el efecto sinérgico de las terapias combinadas, la interacción de la RV con diferentes técnicas como la imaginería motora, la estimulación transcraneal o las interfaces cerebro-computadora. Se debería observar si estas técnicas combinadas potencian la recuperación neurocognitiva y emocional de forma más integral que la simple mejoría física.

6. CONCLUSIONES

En relación a los objetivos que han sido nombrados anteriormente, las conclusiones de la revisión han sido las siguientes.

Como objetivo principal la revisión se basaba en comprobar la eficacia del tratamiento mediante realidad virtual comparado con la terapia convencional en pacientes con ictus crónico. Siguiendo y analizando los resultados expuestos anteriormente se ha llegado a la conclusión de que la rehabilitación del ictus crónico mediante herramientas de realidad virtual, es una herramienta eficaz en la mejora de las secuelas motoras en este tipo de pacientes. Esta herramienta, combinada con la terapia convencional, genera una mejoría tanto en la parte motora como la funcional, así como en la activación cerebral. Una de las mejoras más significativas entre los diversos estudios es la adhesión al tratamiento, donde los pacientes del grupo intervención tienen una mejor adhesión al tratamiento cuando se usa la realidad virtual.

La terapia mediante RV junto con la terapia convencional ha demostrado ser una herramienta muy útil en la rehabilitación de pacientes en estado crónico después de un ictus. No podemos determinar qué tipo de terapia es más eficaz si la RV o la convencional, ya que para generar mejores resultados, como se observa en los estudios, estas deben ir ligadas para proporcionar su máxima eficacia.

Respecto a los objetivos específicos se puede observar cómo en algunos estudios, la terapia combinada genera mejoras significativas frente a la terapia convencional sin RV, tanto en funciones de equilibrio, marcha y función motora. Por otro lado, hay estudios en los cuales esta mejora entre los dos grupos no es significativa, por lo cual no podemos afirmar que en todos los estudios analizados la terapia combinada es de mayor eficacia que la terapia convencional.

Como modalidades de tratamiento mediante RV podemos encontrar un amplio repertorio, con sistemas tanto inmersivos como no inmersivos o videojuegos, como puede ser la Nintendo Wii. También hemos podido encontrar terapias mediante guantes inteligentes combinados con RV que han resultado de utilidad, así como sistemas como el Jintronix, sensores Kinect y asistentes con robots. La modalidad más útil de tratamiento resulta ser la que combina la terapia convencional con la RV, pero como se puede ver en las conclusiones de la mayoría de estudios, hace falta una mayor investigación para obtener resultados más concluyentes con este tipo de tecnología.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tadi P, Lui F. Acute stroke [Internet]. 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535369/>
2. National Heart, Lung, and Blood Institute. Accidente cerebrovascular: Causas y factores de riesgo [Internet]. Bethesda (MD): NHLBI; 17 jul 2023
3. National Heart, Lung, and Blood Institute. Síntomas de un accidente cerebrovascular [Internet]. Bethesda (MD): U.S. Department of Health and Human Services.
4. Gangemi A, De Luca R, Fabio RA, Lauria P, Rifici C, Pollicino P, Marra A, Olivo A, Quartarone A, Calabrò RS. Effects of Virtual Reality Cognitive Training on Neuroplasticity: A Quasi-Randomized Clinical Trial in Patients with Stroke. *Biomedicines*. 2023 Dec 6;11(12):3225.
5. Alessandro L, Olmos LE, Bonamico L, Muzio DM, Ahumada MH, Russo MJ, Allegri RF, Gianella MG, Campora H, Delorme R, Vescovo ME, Lado V, Mastroberti LR, Butus A, Galluzzi HD, Décima G, Ameriso SF. Rehabilitación multidisciplinaria para pacientes adultos con accidente cerebrovascular [Rehabilitación multidisciplinar para pacientes adultos con ictus]. *Medicina (B Aires)*. 2020; 80(1):54-68. Español. PMID: 32044742.
6. León-Ruiz M, Pérez-Nieves MT, Arce-Arce S, Benito-León J, Ezpeleta-Echávarri D. Evidencias actuales sobre la realidad virtual y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación postictus [Evidencia actual sobre la realidad virtual y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación post-ictus]. *Rev. Neurol.* 2019, 16 de diciembre; 69(12):497-506. Español. doi: 10.33588/rn.6912.2019148. PMID: 31820819.
7. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Nov 20;11(11):CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2025 Jun 20;6:CD008349.
8. Sofía López-Isola F, Íncera-Fernández D. Uso de Realidad Virtual Basada en Actividades de la Vida Diaria en la Rehabilitación Cognitiva del Ictus: Una Revisión Sistemática [Use of Virtual Reality Based on Daily Activities for Cognitive Rehabilitation After Stroke: A Systematic Review]. *Rev Neurol*. 2025 Apr 28;80(3):37507.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española De Cardiología [Internet]*. 2021 Jul 21;74(9):790–9. Available from:

10. Dąbrowská M, Pastucha D, Janura M, Tomášková H, Honzíková L, Baníková Š, Filip M, Fiedorová I. Effect of Virtual Reality Therapy on Quality of Life and Self-Sufficiency in Post-Stroke Patients. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Sep 15;59(9):1669.
11. Choi JB, Cho KI. Effects of virtual reality-based robot therapy combined with task-oriented therapy on upper limb function and cerebral cortex activation in patients with stroke. *Medicine (Baltimore)*. 2024 Jul 5;103(27):e38723.
12. Kwak HD, Chung E, Lee BH. The effect of balance training using touch controller-based fully immersive virtual reality devices on balance and walking ability in patients with stroke: A pilot randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2024 Jul 5;103(27):e38578.
13. Wan C, Zhang Q, Qiu Y, Zhang W, Nie Y, Zeng S, Wang J, Shen X, Yu C, Wu X, Zhang Y, Li Y. Effects of dual-task mode brain-computer interface based on motor imagery and virtual reality on balance and attention in patients with stroke: a randomized controlled pilot trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2025 Aug 29;22(1):187
14. Tomczuk D, Poleszak J, Kowalska A, Jankowska N, Trubalski M, Turżańska K. Virtual reality as a supplement to traditional rehabilitation after strokes: a preliminary study on therapy effectiveness. *Wiad Lek*. 2025;78(3):506-512.
15. Pregnolato G, Severini G, Maistrello L, Rimini D, Lencioni T, Carpinella I, Ferrarin M, Jonsdottir J, Cheung VCK, Turolla A. Muscle Synergy Analysis for Clinical Characterization of Upper Limb Motor Recovery After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2026 Feb;107(2):261-269.
16. Marques-Sule E, Arnal-Gómez A, Buitrago-Jiménez G, Suso-Martí L, Cuenca-Martínez F, Espí-López GV. Effectiveness of Nintendo Wii and Physical Therapy in Functionality, Balance, and Daily Activities in Chronic Stroke Patients. *J Am Med Dir Assoc*. 2021 May;22(5):1073-1080.
17. Salvalaggio S, Kiper P, Pregnolato G, Baldan F, Agostini M, Maistrello L, Turolla A. Virtual Feedback for Arm Motor Function Rehabilitation after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare (Basel)*. 2022 Jun 23;10(7):1175.
18. Hernandez A, Buby L, Archambault PS, Higgins J, Levin MF, Kairy D. Virtual Reality-Based Rehabilitation as a Feasible and Engaging Tool for the Management of Chronic Poststroke Upper-Extremity Function Recovery: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*. 2022 Sep 27;10(3):e37506.
19. Akıncı M, Burak M, Yaşar E, Kılıç RT. The effects of Robot-assisted gait training and virtual reality on balance and gait in stroke survivors: A randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2023 Jun;103:215-222.

20. Hsu HY, Kuo LC, Lin YC, Su FC, Yang TH, Lin CW. Effects of a Virtual Reality-Based Mirror Therapy Program on Improving Sensorimotor Function of Hands in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2022 Jun;36(6):335-345.
21. Miclaus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower Extremity Rehabilitation in Patients with Post-Stroke Sequelae through Virtual Reality Associated with Mirror Therapy. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Mar 6;18(5):2654.

8. CUADRO DE ABREVIATURAS

ACV: Accidente cerebrovascular

FAC: Escala de Movilidad Funcional

MMSE: Mini-Mental State Examination

BI: Índice de Barthel

EBI: Índice de Barthel Extendido

BBS: Escala de Equilibrio de Berg

RV: Realidad Virtual

FMUA-UE: Evaluación Fugl-Meyer de la extremidad superior

RVI: Realidad Virtual Inmersiva

K-MMSE: Korean Mini-Mental State Examination

EEII: Extremidades Inferiores

EESS: Extremidades Superiores

TUG: Timed Up and Go

AVD: Actividades de la Vida Diária

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

PICOS: Patient, problem or population; Intervention; Comparison, control or comparator; Outcome(s)

MEDLINE: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

PEDro: Physiotherapy Evidence Database

BCI: Brain - Computer Interface

MFT: Manual Function Test

MAL: Motor Activity Log

JTHFT: Jebsen - Taylor Hand Function Test

MEPs: Motor Evoked Potentials

FMA-LE: Evaluación Fugl-Meyer de la extremidad inferior

SDMT: Symbol Digit Modalities Test

EVA: Escala Visual Analogica

MRS: Modified Rankin Scale

FIM: Functional Independence Measure

GRASP: Graded Repetitive Arm Supplementary Program

MAS: Modified Ashworth Scale

VRRS: Virtual Reality Rehabilitation System

VR-MT: Virtual Reality Mirror Therapy

MT: Mirror Therapy

MAL-AOU: Motor activity Log, Amount of Use

MAL-QOM: Motor Activity Log, Quality of Movement

BBT: Box and Block Test

FIVR: Fully Immersive Virtual Reality (Realidad Virtual Totalmente Inmersiva)

tDCS: Transcranial Direct Current Stimulation

9. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento, primeramente, a nuestro tutor, Joan Ramon Margalef, por su orientación, apoyo constante y dedicación a lo largo de todo de todo el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado. Su guía, su experiencia y sus correcciones han sido fundamentales para enfocar correctamente este proyecto basado en la rehabilitación neurológica.

A nuestra familia y amigos, que gracias a su apoyo constante durante el grado nos ha permitido sobrepasar los momentos de máximo estrés. Gracias por enseñarnos los beneficios de la constancia y el esfuerzo. Este logro es tan vuestro como nuestro.

Sin olvidarnos de los investigadores y profesionales que han realizado los estudios a partir de los cuales hemos podido realizar esta revisión sistemática. Es de agradecer el sacrificio que conlleva realizar estudios sobre las nuevas herramientas y el impacto de estas en personas en situación de vulnerabilidad. Gracias a estos estudios, es posible determinar qué tecnologías complementan mejor a la terapia convencional.

Para finalizar, como grupo, la realización de este trabajo nos ha enriquecido tanto a nivel personal como académico, por los conocimientos que nos ha aportado durante la realización de este y por la experiencia que nos ha aportado el hecho de trabajar en equipo, reforzando nuestro interés por la fisioterapia neurológica.