



Universidad de Valladolid



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Eficacia de la rehabilitación post-ictus con realidad virtual del miembro superior en comparación con la rehabilitación convencional. Revisión Sistemática.

Presentado por: Pablo Laseca Checa

Tutor: Diego Fernández Lázaro

Soria a 13 de junio de 2024

RESUMEN

Introducción: La realidad virtual es una simulación generada por computadora de un entorno o ambiente real, en el que se genera una interacción altamente motivadora del sujeto con el entorno virtual, a través de una interfaz hombre-máquina.

Objetivo: Analizar los efectos de la realidad virtual en miembro superior sobre la calidad de vida y marcadores de fisioterapia en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular.

Metodología: Siguiendo las directrices de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA), se revisaron sistemáticamente estudios de Medline (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro) y Scopus desde el inicio de las bases de datos hasta el 5 de mayo de 2024. Con el fin de evaluar la eficacia de la rehabilitación de la extremidad superior con realidad virtual en comparación con el tratamiento convencional en pacientes que habían sufrido un ictus, sobre marcadores fisioterápicos y de calidad de vida. Se utilizó la escala PEDro y McMaster para evaluar la calidad metodológica y la herramienta de Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo.

Resultados: Entre los 208 ensayos identificados en la búsqueda, solo 8 cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. En las escalas de calidad metodológica obtuvieron resultados que se correspondían con calidades buena, muy buena o excelente. Los resultados se dividieron en calidad de vida y marcadores de fisioterapia. Se observaron cambios en la *fugl meyer assessment scale* (FMA), *box and block test* (BBT), *Functional Independence Measure* (FIM), *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), *Jebsen-Taylor hand function test* (JTT), *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS), *Activities of Daily Living/ Instrumental Activities of Daily Living* (ADLs/IADLs), *range of movement* (ROM), la velocidad y el tiempo de ejecución de los movimientos. Siendo significativo ($p < 0,05$) principalmente en la escala FMA, BBT, ROM, en la velocidad y en el tiempo de ejecución.

Conclusiones: El uso de realidad virtual en la rehabilitación de pacientes con ictus, es más efectiva que la rehabilitación convencional aislada para marcadores de fisioterapia y de calidad de vida.

Palabras clave: realidad virtual, accidente cerebrovascular, miembro superior, rehabilitación.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Justificación	3
3. Objetivos.....	4
3.1 Objetivo principal	4
3.2 Objetivos secundarios	4
4. Material y métodos.....	4
4.1 Estrategia de búsqueda	4
4.2 Criterios de selección	5
4.3 Evaluación de la calidad metodológica.....	5
4.4 Extracción y síntesis de datos.....	5
5. Resultados	5
5.1 Selección de estudios	5
5.2 Evaluación de la calidad metodológica.....	6
5.3 Evaluación del riesgo de sesgo.....	9
5.4 Características de los participantes y las intervenciones.....	10
5.5 Evaluación de los resultados	10
6. Discusión.....	16
6.1 Marcadores de fisioterapia.....	16
6.2 Marcadores de calidad de vida.	17
6.3 Métodos de aplicación y formas de intervención	17
6.4 Limitaciones y fortalezas.....	19
7. Conclusiones.....	19
8. Bibliografía.....	20
9. Anexos	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gafas de realidad virtual.....	2
Figura 2. Microsoft kinnect®	3
Figura 3. Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de los Elementos de Información Preferidos para las Revisiones Sistemáticas y los Metaanálisis (PRISMA).....	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntuación según la escala PEDro de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión.....	7
Tabla 2. Puntuación según la escala McMaster Critical Review Form for Quantitative Studies de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión	8
Tabla 3. Puntuación del sesgo de los estudios según la herramienta de Cochrane	9
Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática.....	11
Tabla 5. Protocolo de intervención de recuperación funcional de la extremidad superior afecta en pacientes con ictus.....	18

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ACV: Accidente Cerebrovascular.

AVD/ADLs/IADLs: Actividades de la Vida Diaria/ *Activities of Daily Living/ Instrumental Activities of Daily Living*.

BBT: *Box and Block test*. (prueba de caja y bloques).

CM: Calidad Metodológica.

DE: Desviación Estandar.

FIM: *Functional Independence Measure*. (Medida de Independencia Funcional).

FMA UE: *Fugl-Meyer Assessment Upper Extremity*. (Evaluación Fugl-Meyer Extremidad Superior).

GC: Grupo Control.

GE: Grupo Experimental.

JTT: *Jebsen–Taylor hand function test*. (Prueba de función de la mano de Jebsen-Taylor).

MeSH: *Medical Subject Headings*. (Títulos de temas médicos)

MoCA: *Montreal Cognitive Assessment*. (Evaluación cognitiva de Montreal).

NE: Neuronas Espejo.

NIHSS: *National Institutes of Health Stroke Scale*. (Escala de accidentes cerebrovasculares de los Institutos Nacionales de Salud).

PEDro: *Physiotherapy Evidence Database*. (Base de datos de evidencia de fisioterapia)

PRISMA: *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses*. (Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis).

ROM: *Range Of Movement*. (Rango de movimiento articular).

RV: Realidad Virtual.

SNE: Sistema de Neuronas Espejo.

TE: Terapia de Espejo.

1. Introducción

El ictus representa la tercera causa de muerte en occidente, la primera de discapacidad física en adultos y la segunda causa de demencia, según fuentes de la Organización Mundial de la Salud. Al año, 15 millones de personas sufren un ictus, de las cuales 5 millones presentan una discapacidad irreversible. La hemiparesia es la alteración más habitual en estos pacientes, suponiendo un 80% de estos, le sigue con un 77,4% de los pacientes, la paresia del miembro superior y supone la principal causa de discapacidad funcional tras el Accidente Cerebro Vascular (ACV) (1), ya que produce dificultades para el desarrollo de las actividades de la vida diaria (AVD), tanto antes como después del tratamiento multidisciplinar (2).

Últimamente, se ha empezado a dar un mayor uso de nuevas tecnologías en el tratamiento de los pacientes con ACV, como la robótica o la realidad virtual (RV) (3). A pesar de esto, las intervenciones con estas nuevas tecnologías tienen un alto coste y su implementación en los servicios sanitarios es todavía muy baja. Con el objetivo de paliar estas carencias, se han establecido otras terapias resolutivas en estos pacientes como es la Terapia de espejo (TE) [basada en el Sistema de Neuronas Espejo (SNE)].

La primera vez que hubo evidencias de que el ser humano poseía un tipo de neuronas con propiedades similares a las Neuronas Espejo (NE) fue en 1995 (4). Pero, no se obtuvieron las primeras pruebas de que en el cerebro humano existen neuronas visuo-motoras con características “espejo” hasta 20 años después. Luego de observar una acción o cuando esta se está realizando en primera persona, se obtiene una determinada información sensorial que el SNE transforma. Esto, sostiene que sea el responsable de nuestra capacidad para entender las acciones ajenas. Además, juega un papel primordial en el aprendizaje de patrones motores a través de la observación de los movimientos (4). La observación, la imagen y la ejecución de la acción forman parte de la imitación como función cognitiva. Estos tres componentes permiten que el aprendizaje motor se mantenga en el tiempo (5).

Por lo tanto, se le atribuyen dos posibles funciones al SNE: I) Entender las intenciones de terceros cuando llevan a cabo una acción; II) Facilitar el aprendizaje de un movimiento a partir de la imagen mostrada de este. Todos estos hallazgos y evidencias han sido aplicados y han permitido desarrollar determinadas terapias relacionadas con la rehabilitación neurológica, entre otras (6). Se postula que la activación de las NE en el hemisferio contralateral a una extremidad amputada reduce la actividad de los sistemas responsables del dolor y permite la reorganización de la corteza somatosensorial. Esta hipótesis, nos da a entender que la TE, además de servir como terapia analgésica, también es aplicable como un instrumento de rehabilitación funcional (7).

La terapia frente a espejo utiliza un feedback visual. Es decir, se coloca un espejo entre el miembro sano y el afecto, bloqueando la visión de este último. Al mismo tiempo, se pide al paciente que movilice ambas extremidades (8), de modo que el movimiento de la extremidad no afectada cree una simulación visual del movimiento normal del lado parético.

Existen tres elementos clave en la neurorrehabilitación. Estos son: la repetición (importante para el aprendizaje motor y para que ocurran los cambios corticales responsables de este aprendizaje), el feedback sensorial (el cual tiene que ir ligado a la repetición, ya que por sí sola no genera aprendizaje) (9) y la motivación del paciente (la cual se consigue con sesiones de

tratamiento más atractivas y entretenidas) (7). Por esta razón y por otras que se tratarán a continuación, la RV es una gran opción para pacientes susceptibles de rehabilitación funcional. La electroterapia, la hidroterapia y el ejercicio terapéutico, son algunas de las técnicas de rehabilitación convencional más comunes para el tratamiento de los supervivientes de un ACV (10). Otro de los tratamientos que están en auge ahora mismo, es la terapia de movimiento inducido por restricción, en la que el miembro sano, es restringido durante cierto tiempo y, así, se obliga a usar el miembro afecto, esta terapia, parece tener mejoras sustanciales en la función motora de las extremidades superiores (11).

El inicio temprano de la fisioterapia puede conducir a una recuperación más rápida de los pacientes con accidente cerebrovascular. La rehabilitación temprana con ejercicio terapéutico es más propicia para la recuperación de las extremidades inferiores, pero se debe prestar más atención a la función de las extremidades superiores para una mejora similar entre extremidades superiores e inferiores (12).

La RV es una simulación generada por ordenador de un entorno o ambiente real en el que, a través de una interfaz hombre-máquina, se genera una interacción del sujeto con el entorno virtual muy motivador (7). Esto, hace más entretenida la ejecución de los ejercicios. Estos entornos mencionados pueden ser de dos tipos (7, 13-15).

1. Inmersivos: Se consigue una inmersión completa, aislando al paciente de su entorno real. Entre los materiales que se pueden utilizar para generar esta experiencia se encuentran los cascos de visualización estereoscópica, gafas de RV oclusivas, guantes, cabinas virtuales...



Figura 1. Gafas de realidad virtual.

2. No Inmersivos: Se interactúa con el entorno virtual sin estar aislado completamente del mundo real. Consolas comerciales de RV (Nintendo Wii®, Sony Playstation EyeToy® y Microsoft Kinect® entre otras)



Figura 2. Microsoft kinect®

Por lo tanto, la RV se puede utilizar para proporcionar al paciente un entrenamiento repetitivo y específico del ejercicio, los cuales son efectivos para el aprendizaje motor (16). La RV da un feedback o retroalimentación multisensorial que puede acelerar la neuroplasticidad, potenciando así la recuperación motora funcional (17). A parte de esto, aumenta la motivación de los pacientes al disminuir la percepción de esfuerzo, lo cual les permite hacer ejercicio de forma más sencilla y con mayor frecuencia (18).

La realidad virtual, aporta muchas ventajas gracias a su capacidad de cambiar la estimulación sensorial presentada, las interacciones que ocurren con el usuario y lo que sucede en el entorno virtual. Este enfoque nos permite calcular con precisión las evaluaciones iniciales y finales, así como evaluar el progreso del tratamiento. Por este motivo, es una herramienta muy útil para pautar unos objetivos y reevaluarlos posteriormente junto con el paciente (19).

2. Justificación

La fisioterapia juega un papel clave en el ámbito de la rehabilitación post-ictus, de hecho, es fundamental para la recuperación de los pacientes, mejorando su capacidad funcional y el rendimiento de estos.

Podemos encontrar infinidad de técnicas de fisioterapia cuya finalidad es recuperar a los pacientes y que vuelvan, en la medida de lo posible, a su vida normal en las mejores condiciones tanto físicas como psíquicas. Por lo tanto, es muy importante que los fisioterapeutas conozcan estas herramientas, sus instrucciones de uso y sus indicaciones. Entre estas técnicas podemos encontrar la realidad virtual, la terapia de restricción del lado sano o la terapia en espejo entre otras.

Actualmente, está muy de moda el uso de la realidad virtual para diferentes terapias tanto en rehabilitación como en entrenamientos para mejorar el rendimiento. Sin embargo, no está realmente claro que la mejora de los pacientes que han sufrido de un accidente cerebrovascular sea más efectiva que el tratamiento con ejercicio terapéutico convencional. Debido a la alta prevalencia de accidente cerebrovascular en nuestra sociedad, la dificultad para realizar las actividades diarias asociadas con él y el costo de esta enfermedad se ha considerado conveniente realizar una revisión sistemática que utilice la realidad virtual para la rehabilitación de las extremidades superiores, comparado con el tratamiento convencional. Para ello, se buscará toda la bibliografía existente que compare los efectos de la realidad virtual y el tratamiento convencional en pacientes con ictus como método de mejora de la calidad de vida y de recuperación funcional. Con ello, se hará una comparación de los diferentes artículos y se sabrá más acerca del impacto de la realidad virtual sobre los pacientes con accidente cerebrovascular.

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

Esta revisión sistemática, cuyo periodo de estudio comprende desde febrero de 2024 hasta mayo de 2024, tuvo como principal objetivo revisar críticamente la bibliografía disponible sobre la evidencia científica la eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la extremidad superior en pacientes con ictus.

3.2 Objetivos secundarios

Analizar los efectos de la realidad virtual en miembro superior en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular sobre:

- Calidad de Vida: *Fugl-Meyer Assessment Upper Extremity* (FMA UE); *Box and Block test* (BBT); *Functional Independence Measure* (FIM); *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA); *Jebsen–Taylor hand function test* (JTT); *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS); *Activities of Daily Living/ Instrumental Activities of Daily Living* (ADLs/IADLs).
- Marcadores de fisioterapia: Rango de movimiento (ROM), velocidad, tiempo de ejecución, test de Brunnstrom y número medio de submovimientos (Pico).

4. Material y métodos.

4.1 Estrategia de búsqueda

Para la elección de ensayos se realizó una búsqueda estructurada utilizando las bases de datos electrónicas Medline (PubMed), “Physiotherapy Evidence Database” (PEDro) y Scopus. Se llevó a cabo de acuerdo con los métodos estándar propuestos por las “Preferred Reporting Item Guidelines for Systematic Reviews and Meta-Analyses” (PRISMA) (20) y el modelo de preguntas PICOS (21) de la siguiente manera:

P (población): adultos mayores de 18 años que hayan sufrido ictus; I (intervención): programa de rehabilitación con realidad virtual; C (comparación): grupo de control/ placebo con tratamiento de fisioterapia y/o terapia ocupacional post ictus convencional; O (resultados): efectos sobre la calidad de vida y efectos en fisioterapia; S (diseño del estudio): ensayo clínico o ensayo clínico aleatorizado.

La estrategia de búsqueda contenía una combinación de “Medical Subject Headings” (MeSH) y palabras libres para conceptos clave relacionados que incluían: “*Neurological Rehabilitation*” (rehabilitación neurológica), “*Virtual Reality*” (realidad virtual), *Upper extremity* (extremidad superior), *stroke* (accidente cerebrovascular) e *ictus* (ictus). Se emplearon los operadores booleanos “AND” y “OR” como nexo de búsqueda entre estos términos.

Con la finalidad de acotar más la búsqueda se aplicaron una serie de filtros en las bases de datos, tales como *Free Full Text*, *Clinical Trial* y artículos publicados en inglés y español. Se compararon todos los estudios encontrados en las tres bases de datos, la búsqueda se redujo tanto como fue posible para evitar la duplicación de estudios y se revisaron metaanálisis y revisiones sistemáticas para evitar la falta de estudios debido a la falta de términos de búsqueda.

4.2 Criterios de selección

Criterios de inclusión / exclusión: Para la selección de estudios se establecieron los siguientes criterios de inclusión: 1) Población adulta ≥ 18 años con ictus en cualquier estadio y afección de la extremidad superior; 2) Tratamiento con técnicas de realidad virtual; 3) comparación con grupo que recibe tratamiento convencional; 4) Ensayos clínicos originales en humanos 5)

Estudios clínicos que evalúen como resultados primarios o secundarios la prueba FMA UE. No se consideraron aquellos estudios que no cumplieran los criterios de inclusión.

4.3 Evaluación de la calidad metodológica

La evaluación metodológica de los estudios seleccionados se realizó usando el formulario de revisión crítica para estudios cuantitativos desarrollado por el grupo de Investigación de Práctica Basada en la *McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group* (McMaster) (22). A parte de esto, se utilizó también la escala PEDro (23) con el objetivo de excluir estudios con metodología deficiente.

4.4 Extracción y síntesis de datos

Se extrajo la siguiente información de cada estudio incluido en la revisión: apellido del primer autor; año de publicación; país donde se realizó el estudio; diseño; tamaño muestral; sexo; edad; intervención en el grupo control y experimental, centrándonos especialmente en el protocolo de realidad virtual.

5. Resultados

5.1 Selección de estudios

Se identificaron un total de 208 estudios en las tres bases de datos, 82 procedían de PubMed, 27 de PEDro y 99 de Scopus. Tras la eliminación de duplicados y la lectura de los títulos se descartaron 177 artículos. En una segunda fase, se eliminaron 23 por: no ser ensayos clínicos (n = 4), utilizar otro tratamiento (n = 6), no tener una población representativa (n = 3), no medir la escala FMA (n = 5), no presentar grupo control (n = 2) y no estar escritos en español o inglés (n = 2). Además de esto, se revisaron las bibliografías de los estudios incluidos y de algunos de los descartados para buscar nuevos artículos, pero no se encontró ninguno de interés. Por lo tanto, después de esta investigación, 8 estudios (24-31) serán incluidos en la revisión sistemática como se muestra en la Figura 3.

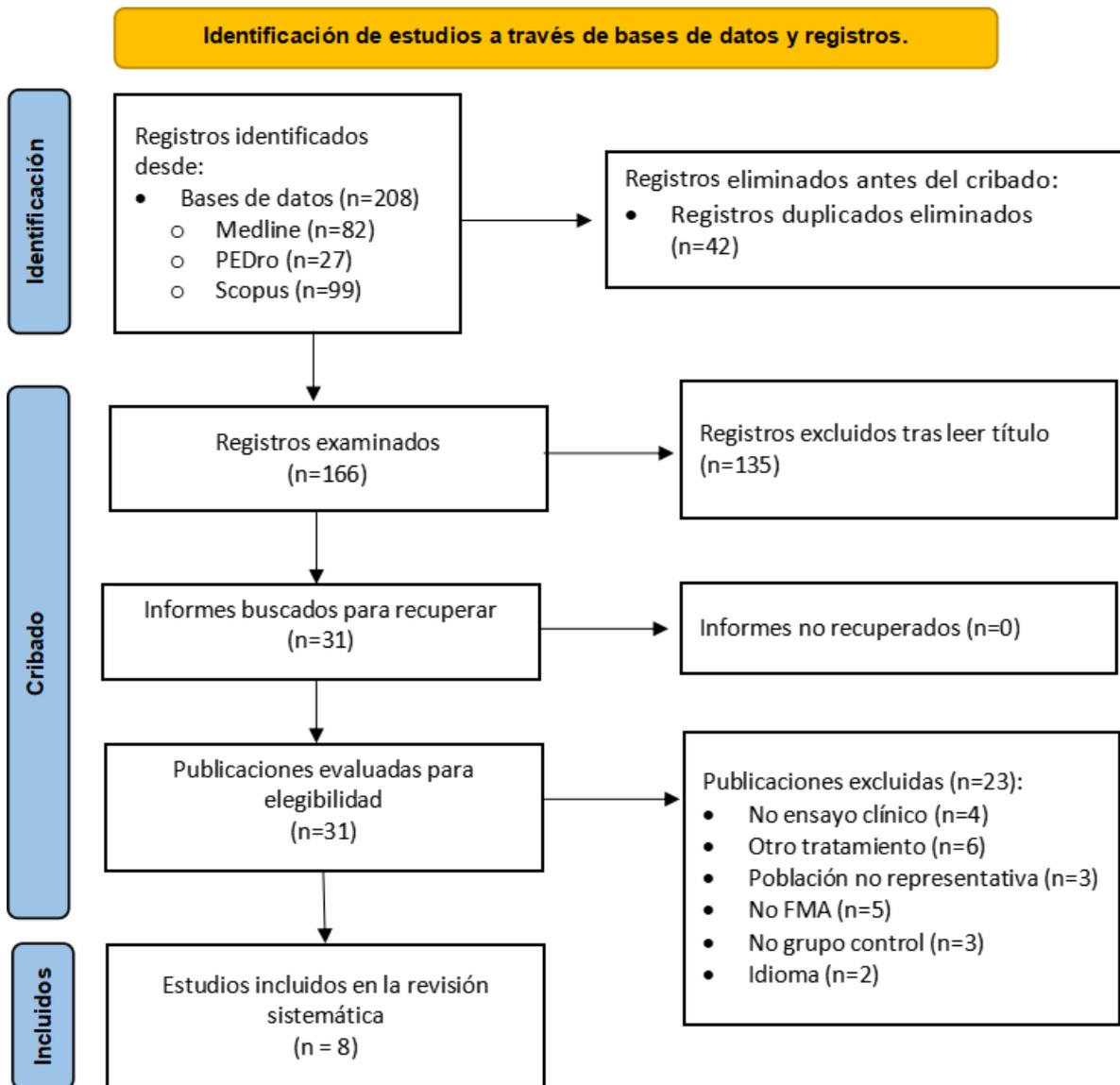


Figura 3. Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de los Elementos de Información Preferidos para las Revisiones Sistemáticas y los Metaanálisis (PRISMA) (20).

5.2 Evaluación de la calidad metodológica

Todos los estudios incluidos alcanzaron los requisitos mínimos de calidad metodológica con una puntuación igual o superior a 6, es decir “buena”. Las puntuaciones variaron entre 6 y 7 puntos en la escala PEDro y entre 12 y 15, es decir “buena” en la escala McMaster. Por el tipo de intervención que se pretende investigar, ninguno de ellos cumple el requisito del cegamiento por completo, debido a que los terapeutas siempre van a saber el tratamiento que están realizando y, por tanto, a qué grupo pertenece cada sujeto estudiado. Sin embargo, el personal del estudio encargado del análisis de datos mantuvo el cegamiento en todos los estudios.

Tabla 1. Resultados de la calidad metodológica de los estudios incluidos- Escala PEDro (23).

Autores/año	Items											TE	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Afsar S.I. et al. 2018 (24)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	7	B
Anwar N. et al. 2022 (25)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	B
Gueye T. et al. 2021 (26)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	B
Kiper P. et al. 2014 (27)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	B
Kiper P. et al. 2018 (28)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	B
Sin HH. et al. 2013 (29)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	B
Shin J.H.et al. 2015 (30)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	B
Shin J.H.et al. 2016 (31)	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7	B

Criterio cumplido (1); criterio no cumplido (0); total de ítems cumplidos (TE); calidad metodológica (CM); pobre (P): ≤ 3 puntos; regular (R): (4-5 puntos); buena (B): 6-8 puntos; muy buena (MB): 9-10 puntos; excelente (E): 11 puntos. Ítems: 1: criterios de elección; 2: asignación aleatoria; 3: asignación oculta; 4: similitud de grupos al inicio; 5: cegamiento de los participantes; 6: cegamiento del terapeuta; 7: cegamiento del evaluador; 8: mínimo del 85% de seguimiento; 9: análisis de los datos por intención de tratar; 10: comparación estadística entre grupos; y 11: medidas puntuales de variabilidad.

Tabla 2. Resultados de la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos - McMaster Critical Review Form for Quantitative Studies (22).

Autores/año	Items																TE	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Afsar S.I. et al. 2018 (24)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13	MB
Anwar N. et al. 2022 (25)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	MB
Gueye T. et al. 2021 (26)	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	12	B
Kiper P. et al. 2014 (27)	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	MB
Kiper P. et al. 2018 (28)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	E
Sin HH. et al. 2013 (29)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	MB
Shin J.H.et al. 2015 (30)	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	11	B
Shin J.H.et al. 2016 (31)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	E

Criterio cumplido (1); criterio no cumplido (0); total de ítems cumplidos (TE); calidad metodológica (CM); pobre (P): ≤8 puntos; aceptable (A): 9-10 puntos; buena (B): 11-12 puntos; muy buena (MB): 13-14 puntos; excelente (E): ≥15 puntos. Ítems: 1: propósito; 2: revisión de la literatura; 3: diseño; 4: cegamiento del evaluador; 5: descripción de la muestra; 6: tamaño de la muestra; 7: ética y consentimiento; 8: fiabilidad de los resultados; 9: validez de los resultados; 10: descripción de la intervención; 11: significación estadística; 12 análisis estadístico; 13: importancia clínica; 14: conclusiones; 15: implicaciones clínicas; 16: limitaciones.

5.3 Evaluación del riesgo de sesgo

Con evaluación del riesgo de sesgo de Cochrane (32), 5 de los 8 estudios obtuvieron una puntuación de 6 puntos (25,28,29,30,31), los otros 3 ensayos, tuvieron una puntuación de 5 puntos (24,26,27). Los principales sesgos fueron los ítems 1, 3 y 4 pero no es un sesgo significativo. (Tabla 3).

Tabla 3. Puntuación de los estudios según la herramienta de Cochrane (32).

ESTUDIO Y AÑO	ÍTEMES								T
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Afsar S.I. et al. 2018 (24)									5
Anwar N. et al. 2022 (25)									6
Gueye T. et al. 2021 (26)									5
Kiper P. et al. 2014 (27)									5
Kiper P. et al. 2018 (28)									6
Sin HH. et al. 2013 (29)									6
Shin J.H.et al. 2015 (30)									6
Shin J.H.et al. 2016 (31)									6

Abreviaturas: T: total de ítems cumplidos por estudio; "+": sesgo de bajo riesgo; "-": alto riesgo de sesgo; "?": incertidumbre acerca del potencial de sesgo o falta de información al respecto.

Ítems de la herramienta Cochrane: 1 = generación de secuencias aleatorias; 2 = ocultamiento de la asignación; 3 = cegamiento de los participantes; 4 = cegamiento del evaluador; 5 = seguimiento incompleto; 6 = informe de datos; 7 = sesgo de publicación; 8 = sesgo del observador.

5.4 Características de los participantes y las intervenciones

Las características de los participantes se muestran en la tabla 4. El número total de voluntarios fue de 446, 238 hombres y 208 mujeres con edades comprendidas entre los 40 y 81 años.

Todos los estudios comparan programas de ejercicios de rehabilitación con realidad virtual. En 3 de los 8 ensayos, (25, 29, 31) se aplica como tratamiento único del GE la fisioterapia con realidad virtual. En los 5 estudios restantes (24, 26, 27, 28, 30) el GE, además del programa de rehabilitación con realidad virtual, recibe el mismo tratamiento que el GC consistente en terapia ocupacional y/o fisioterapia convencional con ejercicios de fortalecimiento y movilidad de los miembros afectados.

En la tabla 4, han quedado reflejadas las características de los protocolos de realidad virtual empleados en el GE. Todos los estudios estaban centrados en el trabajo y la recuperación del miembro superior y la duración de todos fue similar con un mínimo de 3 semanas (26) y un máximo de 6 semanas (29).

5.5 Evaluación de los resultados

En la tabla 4, se analiza la información correspondiente a los estudios analizados en la revisión. Están incluidos autor, año y país de publicación; diseño de estudio; características de los participantes; intervención control (tratamiento convencional) e intervención experimental (tratamiento con realidad virtual); parámetros analizados; y resultados comparando la intervención experimental respecto de la intervención control. Los resultados analizados se dividen en marcadores de calidad de vida y marcadores de fisioterapia.

Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Primer autor, año de publicación y país	Tipo de estudio	Participantes (tamaño y características de la muestra inicial)	Intervención	Parámetros analizados	Resultados (cambios de GE vs GC)
Afsar S.I. et al. 2018, Turquía (24)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	n=35 20 ♂ y 15♀ post ictus que comenzaban tratamiento. GE Edad (media±DE) 69,42±8,55 Meses post ictus (media± DE) 2,94±1,88 FMA UE (media± DE) 24,32±7,87 GC Edad (media±DE) 63,44±15,73 Meses post ictus (media± DE) 2,29±1,31 FMA UE (media± DE) 19,88±3,79	GE: Tratamiento con realidad virtual usando Xbox Kinetic system (XBOX360, Kinect, Microsoft. Inc.) además de tratamiento en fisioterapia convencional 1h/d, 5d/s, 4s GC: Tratamiento de fisioterapia post ictus convencional. 1h/d, 5d/s, 4s	Marcadores de calidad de vida FMA BBT FIM Marcadores de fisioterapia Brunnstrom arm Brunnstrom hand	Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↑*BBT ↔FIM Marcadores de fisioterapia ↑*Brunnstrom arm ↑Brunnstrom hand
Anwar N. et al. 2022, Pakistan (25)	Ensayo clínico aleatorizado, simple, ciego	n=68 68 pacientes de entre 40 y 60 años sin distinción en el género que comenzaban tratamiento. GE Edad (media±DE) 51,56±7,2 IMC (media±DE)	GE: Programa de realidad virtual a través de la consola Nintendo Wii y los juegos Wii Sports, Wii Balance Board y Wii Cooking Mama. 1h/d ,3d/s, 6s	Marcadores de calidad de vida FMA para función motora FMA para ROM FMA para dolor articular FMA para sensación Escala de Berg	Marcadores de calidad de vida ↑*FMA para función motora ↑*FMA para ROM ↑*FMA para dolor articular ↔FMA para sensación ↑*Escala de Berg

		<p>30,66±4,24 FMA UE (media±DE) 19,97±5,45</p> <p>GC Edad (media±DE) 51,35±5,78 IMC (media±DE) 30,6±4,67 FMA UE (media±DE) 21,03±7,24</p>	<p>GC: Programa de fisioterapia post ictus convencional. 1h/d ,3d/s, 6s</p>		
Gueye T. et al. 2021, Republica Checa (26)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	<p>n=50 29 ♂ y 21 ♀ post ictus sin intervención previa de rehabilitación.</p> <p>GE Edad (media±DE) 66,56±12,26 Meses post ictus (media±DE) 0,49±0,22 FMA UE (media±DE) 39,0±14,54</p> <p>GC Edad (media±DE) 68,12 ± 11,97 Meses post ictus (mediaDE) 0,55±0,24 FMA UE (media±DE) 45,2±15,52</p>	<p>GE: Programa de realidad virtual con el dispositivo Armeo spring, además de programa de rehabilitación en fisioterapia y terapia ocupacional convencional. 3-4h/d, 3s</p> <p>GC: Programa de fisioterapia y terapia ocupacional post ictus convencional. 3-4h/d, 3s</p>	<p>Marcadores de calidad de vida FMA FIM MoCA</p>	<p>Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↔FIM ↑MoCA</p>
Kiper P. et al. 2014, Italia (27)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	<p>n=44 29 ♂ y 15 ♀ post ictus sin intervención previa de rehabilitación.</p>	<p>GE: Sistema de rehabilitación con realidad virtual (VRRS-Khymeia Group, Ltd., Noventa</p>	<p>Marcadores de calidad de vida FMA FIM Marcadores de fisioterapia Tiempo</p>	<p>Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↑*FIM Marcadores de fisioterapia ↑*Tiempo</p>

		Edad (media± DE) 64,3±12,6. Meses post ictus (media±DE) 4,2±3,1 FMA UE GE y GC (media±DE) 43,0±14,7 y 46,3±17,5	Padovana, Italy) 2h/d, 5d/s, 4s GC: Programa de rehabilitación en fisioterapia post ictus convencional. 2h/d, 5d/s, 4s	Velocidad Pico	↑*Velocidad ↑ Pico
Kiper P. et al. 2018, Italia (28)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	n=136 80 ♂ y 56 ♀ post ictus que iniciaban tratamiento. GE FMA UE (media±DE) 37,99±17,76 GC FMA UE (media±DE) 43,15±17,21 GE Y GC Edad (media±DE) 63,9±14,1 Meses post ictus (media±DE) 4,2±3,0	GE: Programa de realidad virtual (VRRS-Khymeia Group, Ltd., Noventa Padovana, Italy) combinado con fisioterapia convencional. 2h/d, 5d/s, 4s. GC: Programa de fisioterapia post ictus convencional. 2h/d, 5d/s, 4s.	Marcadores de calidad de vida FMA FIM NIHSS Marcadores de fisioterapia Tiempo Velocidad Pico	Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↑*FIM ↑*NIHSS Marcadores de fisioterapia ↑*Tiempo ↑*Velocidad ↑*Pico
Sin HH. et al. 2013, Korea (29)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	n=35 20 ♂ y 15 ♀ post ictus, tratados previamente. GE Edad (media ± DE) 71,78±9,42. Meses post ictus (media±DE) 7,22±1,21.	GE: Realidad virtual usando Xbox Kinetic (XBOX360, Kinect, Microsoft. Inc.) además de terapia ocupacional convencional. 1h/d, 3d/s, 6s.	Marcadores de calidad de vida FMA BBT Marcadores de fisioterapia (ROM) Flexión de hombro. Extensión de hombro. ABD de hombro Flexión de codo	Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↑*BBT Marcadores de fisioterapia (ROM) ↑*Flexión de hombro. ↑*Extensión de hombro. ↑*ABD de hombro. ↑*Flexión de codo.

		<p>FMA UE (media \pm DE) 26,06\pm15,81.</p> <p>GC Edad (media \pm DE) 75,59\pm5,55. Meses post ictus (media\pmDE) 8,47\pm2,98. FMA UE (media \pm DE) 32,29\pm20,43.</p>	<p>GC: Terapia ocupacional post ictus convencional. 1h/d, 3d/s, 6s.</p>	<p>Flexión de muñeca Extensión de muñeca</p>	<p>↑Flexión de muñeca ↑Extensión de muñeca</p>
Shin J.H.et al. 2015, Korea (30)	Ensayo clínico aleatorizado, prospectivo, simple, ciego	<p>n=32 24 ♂ y 8 ♀ post ictus en tratamiento.</p> <p>GE Edad (media\pmDE) 53,3\pm11,8 Meses post ictus (media\pmDE) 6,73\pm2,96</p> <p>FMA UE (media\pmDE) 35,6\pm9,9</p> <p>GC Edad (media\pmDE) 54,6\pm13,4. Meses post ictus (media\pmDE) 5,5\pm2,91 FMA UE (media\pmDE) 42,8\pm14,1</p>	<p>GE: Programa de realidad virtual con RehabMaster™ system (D-Gate, Seoul, Korea) combinado con tratamiento convencional. 1h/d, 5d/s, 4s.</p> <p>GC: Tratamiento de terapia ocupacional post ictus convencional. 1h/d, 5d/s, 4s.</p>	<p>Marcadores de calidad de vida FMA Función física.</p>	<p>Marcadores de calidad de vida ↑FMA ↑Función física</p>
Shin J.H. et al. 2016, Korea (31)	Ensayo clínico aleatorizado controlado,	<p>n=46 36 ♂ y 10 ♀ post ictus en tratamiento.</p>	<p>GE: Realidad virtual con RAPAE Smart Glove™ (Neofect, Yong-in, Korea).</p>	<p>Marcadores de calidad de vida FMA JTT ADLs/IADLs</p>	<p>Marcadores de calidad de vida ↑*FMA ↑*JTT ↑ADLs/IADLs</p>

simple, ciego.	30min/d, 5d/s, 4s		
GE Edad (media± DE) 57,2±10,3 Meses post ictus (media± DE) 13,6±13,4 FMA UE (media± DE) 53,4±8,7	GC: Terapia ocupacional post ictus convencional. 30min/d, 5d/s, 4s	Marcadores de fisioterapia Fuerza Función manual Movilidad	Marcadores de fisioterapia ↔Fuerza ↑Función manual ↑*Movilidad
GC Edad (media± DE) 59,8±13,0 Meses post ictus (media± DE) 15,0±14,6 FMA UE (media± DE) 48,2±12,3			
Abreviaturas: n: tamaño de la muestra; ♂: hombres; ♀: mujeres; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; GE: grupo experimental; GC: grupo de control; min: minutos; h: horas; d: días; s: semanas; ↑: aumenta no significativamente (p > 0,05); ↑*: aumenta significativamente (p < 0,05); ↓: disminuye no significativamente (p > 0,05); ↓*: disminuye significativamente (p < 0,05); FMA UE: <i>Fugl-Meyer Assessment Upper Extremity</i> ; BBT: <i>Box and Block test</i> ; FIM: <i>Functional Independence Measure</i> ; MoCA: <i>Montreal Cognitive Assessment</i> ; JTT: <i>Jebsen-Taylor hand function test</i> ; NIHSS: <i>National Institutes of Health Stroke Scale</i> ; ADLs/IADLs: <i>Activities of Daily Living/Instrumental Activities of Daily Living</i> ; Tiempo: duración media del movimiento (s); Velocidad: velocidad media de movimiento (cm/s); Pico: número medio de submovimientos (n).			

5.5.1 Marcadores de fisioterapia

Cinco de los 8 ensayos (24,27,28,29,31) de la revisión midieron los cambios en la función de la extremidad superior del paciente con un total de 142 participantes pertenecientes al GE y 140 al GC. Dos de los estudios (27,28) utilizaron la velocidad, el tiempo y el número medio de submovimientos, para medir los marcadores de fisioterapia, donde se observó una mejora significativa ($p < 0,05$) en ambos. Otras dos investigaciones (29,31), utilizaron el rango de movimiento o la movilidad, en los que se vio una mejora significativa ($p < 0,05$) en el ROM de la flexión de hombro y codo, extensión de hombro y ABD de hombro. El último (24), midió la mejora de la función motora y la movilidad con la prueba de Brunnstrom en el que se obtuvo una mejora significativa ($p < 0,05$) del test en el brazo (Brunnstrom arm).

5.5.2 Marcadores de calidad de vida

Los 8 estudios (24-31) tuvieron en cuenta la calidad de vida con 224 participantes del GE y 222 del GC. Todos midieron la escala FMA para la extremidad superior, 7 de ellos (24-29,31), reportaron una mejora significativa ($p < 0,05$) del GE sobre el GC en esta escala, el otro (30), obtuvo una mejora sustancial ($p > 0,05$) del GE respecto el GC. A parte de esta escala, 4 de los estudios (24,26,27,28) también utilizaron la escala FIM, pero solo se ha visto una mejora significativa en 2 de ellos (27,28). Otros usaron diferentes escalas como JTT (31), BBT (24,29), NIHSS (28), MoCA (26) o ADLs/IADLs (31), observando una mejora significativa ($p < 0,05$) del GE respecto el GC en el JTT (31), BBT (24,29) y NIHSS (28).

6. Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue el evaluar críticamente la influencia de la realidad virtual en la rehabilitación de la extremidad superior en pacientes con ictus. Ocho ensayos cumplieron los criterios de inclusión/exclusión antes especificados (24-31). De forma general, la realidad virtual en combinación con la fisioterapia neurológica mejoró significativamente ($p < 0,05$) los marcadores de calidad de vida (FMA UE, BBT y JTT) y los marcadores de fisioterapia (ROM, tiempo y velocidad), mostrando un aumento sustancial ($p > 0,05$) en marcadores como MoCA y ADLs/IADLs.

6.1 Marcadores de fisioterapia

Se ha considerado de gran utilidad la herramienta de realidad virtual ya que ofrece niveles de retos progresivos, lo que permite a los terapeutas aumentar los estímulos, las distracciones y la dificultad de los movimientos según evoluciona el paciente en cada caso (33).

La mayor práctica de los movimientos da como resultado una mayor capacidad funcional, siempre que los ejercicios planteados sean progresivos, desafiantes y se basen en habilidades a las que los pacientes les vean una aplicación (13). Por esto principalmente, los 2 estudios (27,28) que han evaluado la velocidad, el tiempo y el número medio de submovimientos, han visto una mejora significativa. Además de estos 2 ensayos (27,28), las otras 3 investigaciones que midieron los

cambios en la movilidad de la extremidad superior en los pacientes (24,29,31), también mejoraron significativamente debido a la adherencia al tratamiento, que ayuda a aumentar la repetición y la motivación de los pacientes. Todos estos resultados pueden venir de la mayor atracción de los pacientes al entrenamiento, los ejercicios progresivos, una mayor práctica, la mejora en el estado de ánimo y la reducción de los síntomas depresivos en pacientes post-ictus que parecen tener las terapias que utilizan la realidad virtual (13). Esto, se explica debido a la estimulación que provoca la realidad virtual del sistema de neuronas espejo y mecanismos neuroplásticos (34). Al activar la corteza motora cognitiva, la terapia con RV es capaz de accionar la corteza motora primaria y mejorar la ejecución motora ya que puede aumentar las imágenes motoras y la percepción visual del lado afecto del paciente, mediar los procesos cognitivos motores y eventualmente, reorganizar la red motora afectada durante el ictus (35).

6.2 Marcadores de calidad de vida.

La funcionalidad de los pacientes juega un papel fundamental en la calidad de vida, por eso, el ejercicio terapéutico de la rehabilitación tradicional, sumado a las terapias con realidad virtual puede ser más eficaz que los programas convencionales aislados para mejorar la función motora de la extremidad superior, el movimiento voluntario y para normalizar el tono muscular en pacientes con accidente cerebrovascular (33).

Las escalas que midieron la función y la destreza motora, el equilibrio, la actividad sensorial y el dolor de las articulaciones, son factores clave para la calidad de vida del paciente. La FMA, que se midió en todos los ensayos (24-31), mejoró significativamente ($p < 0,05$).

El deterioro cognitivo es una característica común después de un accidente cerebrovascular que persiste y afecta el rendimiento de las AVD, especialmente en las primeras etapas. Los pacientes, refieren déficits en la atención, dificultad en la concentración y también en el aprendizaje de cosas nuevas (13). Por eso, diversos estudios se han encargado de investigar el efecto de la realidad virtual, midiendo ésta con diferentes métodos. De los 5 estudios que usaron la FIM y la ADLs/IADLs (24,26,27,28,31), tres (27,28,31), vieron mejoras significativas ($p < 0,05$) en las AVD como la alimentación, el aseo, la marcha o la integración social. La escala MoCA, que estudia la función ejecutiva y visioespacial, la memoria, el lenguaje, y la orientación entre otras cosas, analizada en un solo ensayo (26), vio grandes mejoras, pero no fueron suficientes para ser significativas. La mejora en la calidad de vida se explica debido a que los pacientes, con la simulación de actividades de la vida diaria y la repetición de estas, consiguen una gran independencia funcional y autosuficiencia (36).

6.3 Métodos de aplicación y formas de intervención

Teniendo en cuenta los diferentes protocolos y resultados obtenidos en este estudio, se ha desarrollado una intervención de ejercicio terapéutico con el objetivo de guiar la práctica clínica. Se ha realizado una tabla con un ejemplo de intervención general con el objetivo de guiar la práctica clínica (Tabla 5). Las sesiones de rehabilitación con el uso de RV después de haber sufrido un accidente cerebrovascular, se deberían de estructurar en 3 partes principalmente, calentamiento, con ejercicios de movilidad articular activa y/o pasiva y activación muscular sin utilizar la RV, la parte

principal, donde se van a realizar los ejercicios de fisioterapia habituales, pero con la utilización de la RV, como por ejemplo elevación de los brazos o flexión/ extensión de codos, en combinación con juegos o ejercicios con los que el paciente esté a gusto como bolos, tenis, beisbol o la actividad que le sea atractiva, y por último, la vuelta a la calma incluyendo ejercicios de relajación, respiratorios y estiramientos estáticos. Los ejercicios y juegos que se realizan estarán basados en los requerimientos específicos de cada paciente. Con estas sesiones cumpliremos las claves del tratamiento de los pacientes afectados de ACV que hemos expuesto a lo largo de esta discusión, concretamente, la mejora en su calidad de vida y su funcionalidad. A su vez, sería recomendable incluir ejercicios de fortalecimiento de toda la musculatura general, control motor y técnicas de terapia manual dirigidas principalmente al lado afecto. Con respecto a la carga de trabajo, se deberían de realizar de 1 a 2,5 horas al día durante 3 a 5 días por semana. La intensidad para trabajar en la parte principal será de 6-7 en la escala Borg (37). La duración concreta del tratamiento dependerá de la evolución del paciente, pero según los estudios revisados (24-31), se deben de ver cambios significativos a partir de las 4-6 semanas.

Tabla 5. Protocolo de intervención de recuperación funcional de la extremidad superior afecta en pacientes con ictus.

	Calentamiento	Parte principal	Vuelta a la calma
Ejercicios	Movilidad articular activa o activo-asistida. Activación muscular.	Terapia convencional combinada con el uso de realidad virtual (Microsoft kinnect®). Usaremos diferentes juegos como Motionsports (multideporte), virtual tennis (tenis), pool nation (billar), etc.	Relajación Estiramientos estáticos. Respiraciones.
Intensidad	Cargas mínimas.	6-7 en la escala de Borg.	
Tiempo	10-15 minutos.	50-100 minutos.	10-15 minutos.
Frecuencia	De 3 a 5 días a la semana con un día de descanso cada dos sesiones de entrenamiento.		
Observaciones	Se debe empezar por los ejercicios más sencillos e ir avanzando a ejercicios más complejos y poniendo resistencia en ellos según se progresa. También se comenzará con un menor tiempo de la parte principal y se irá ampliando según se vaya adaptando el paciente.		

6.4 Limitaciones y fortalezas

En esta revisión, se reconocen una serie de limitaciones. En primer lugar, el listado de ensayos que cumplieron los requisitos de inclusión era bastante reducido, pese al enfoque sistemático siguiendo el método PRISMA (21) y realizar la búsqueda en 3 bases de datos, PubMed, PEDro y Scopus. Además, se utilizó la escala PEDro (23) y la McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group (22), con el objetivo de garantizar que los estudios seleccionados cumplieran los criterios de calidad mínimos e incluyeran varios resultados utilizados comúnmente en la investigación sobre la rehabilitación y la calidad de vida. En segundo lugar, pese a que todos los ensayos utilizaron la realidad virtual, cada uno utilizó una herramienta diferente por lo que la interpretación de los resultados ha sido llevada con la mayor cautela posible. A parte de esto, existe una gran variabilidad en los biomarcadores evaluados, solo el FMA, se evalúa en todos los estudios por lo que justifica la intervención de los resultados con precaución; sin embargo, los indicios de la efectividad de la realidad virtual combinados con el tratamiento convencional son claros. Ante estos resultados, parece necesario que aumente el número de investigaciones con un protocolo más regulado y con un mayor número de sujetos a estudio.

7. Conclusiones

- La realidad virtual puede ser aplicada con diferentes aparatos inmersivos y no inmersivos con resultados similares.
- La realidad virtual aumenta la motivación del paciente y adherencia al ejercicio.
- La calidad de vida de los pacientes mejora después de la terapia con realidad virtual en combinación con la terapia convencional.
- El rango de movimiento articular de la extremidad superior aumenta de una forma significativa tras la rehabilitación con realidad virtual.
- La velocidad y el tiempo de ejecución de los movimientos con la extremidad superior mejoró significativamente.
- Se obtienen mejores resultados con el tratamiento con realidad virtual que con la rehabilitación habitual.

8. Bibliografía

1. Reboredo Silva M, Soto-González M. Efectos de la terapia de espejo en el ictus. Revisión sistemática. *Fisioterapia* [Internet]. 2016;38(2):90–98.
2. Simmons CD, Arthanat S, Macri VJ. Pilot study: Computer-based virtual anatomical interactivity for rehabilitation of individuals with chronic acquired brain injury. *Journal of Rehabilitation Research Development*. 2014;51(3):377–390.
3. Cano-de la Cuerda R, Collado-Vázquez S. *Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento*. 1.a ed. Madrid: Panamericana; 2012. 2016;38(2):90-98.
4. Rodríguez ÁL. Funcionalidad del sistema de neuronas espejo y su implicación en los procesos de aprendizaje motor por observación [Internet]. [La coruña]: Universidade da Coruña (España); 2012.
5. Salle S L. Organización motora del córtex cerebral y el papel del sistema de las neuronas espejo. *Repercusiones clínicas para la rehabilitación. Medicina Clinica*. 2014;144(1):30-34
6. Morales-Osorio MA, Mejía-Mejía JM. Tratamiento con imaginería motora graduada en el síndrome de miembro fantasma con dolor: una revisión sistemática. *Rehabilitación*. 2012;46(4):310–316.
7. González García P, Manzano Hernández MP, Muñoz Tomás MT, Martín Hernández C, Forcano García M. Síndrome del miembro fantasma: aproximación terapéutica mediante el tratamiento espejo. Experiencia de un Servicio de Geriatria. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*. 2013;48(4):198–201.
8. Bayón-Calatayud M, Gil-Agudo A, Benavente-Valdepeñas AM, Drozdowskyj-Palacios O, Sanchez-Martín G, del Alamo-Rodriguez MJ. Eficacia de nuevas terapias en la neurorrehabilitación del miembro superior en pacientes con ictus. *Rehabilitación*. 2014;48(4):232–240.
9. Fillimon F, Nelson JD, Hagler DJ, Sereno MI. Human cortical representations for reaching: mirror neurons for execution, observation, and imagery. *Neuroimage*. 2007; 37(4):1315–1328.
10. Zhu Z, Cui L, Yin M. Hidroterapia versus ejercicio convencional en tierra para mejorar la marcha y el equilibrio después de un accidente cerebrovascular: un ensayo controlado aleatorio. *Clínica Rehabil*. 2016;30(6):587–593.
11. Lin KC, Chung HY, Wu CY. Terapia inducida por restricciones versus intervención de control en pacientes con accidente cerebrovascular: un estudio de imágenes por resonancia magnética funcional. *Soy J Phys Med Rehab*. 2010;89(3):177–185.
12. Wang F, Zhang S, Zhou F, Zhao M, Zhao H. Early physical rehabilitation therapy between 24 and 48 h following acute ischemic stroke onset: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*. 2022;44(15):3967–3972.
13. Kiper P, Przysiężna E, Cieślík B, Broniec-Siekaniec K, Kucińska A, Szczygieł J, et al. Effects of immersive virtual therapy as a method supporting recovery of depressive symptoms in post-stroke rehabilitation: Randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging* [Internet]. 2022; 17:1673–1685.

14. Muñoz Boje R, Calvo-Muñoz I. Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Rehabilitación*. 2018;52(1):1–3.
15. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*. 2016;31(4):255–277.
16. Yang S, Hwang W-H, Tsai Y-C, Liu F-K, Hsieh L-F, Chern J-S. Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;90(12):969–978.
17. Mehrholz J, Hädrich A, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012;(6):CD006876.
18. In T, Lee K, Song C. Virtual reality reflection therapy improves balance and gait in patients with chronic stroke: Randomized controlled trials. *Medical Science Monitor [Internet]*. 2016; 22:4046–4053.
19. Robles García V. Realidad virtual como herramienta en fisioterapia, ¿ficción o realidad? *Fisioterapia*. 2018; 40:1–3.
20. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*. 2016;20(2).
21. Mamédio C, Santos C, De Mattos Pimenta A, Roberto C, Nobre M. Estrategia pico para la construcción de la pregunta de investigación y la búsqueda de evidencias. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino Am Enfermeria*. 2007; 15:508–511.
22. Law M, Stewart N, Pollock D, Letts L, Bosch J, Westmorland M. Guidelines for Critical Review Form - Quantitative Studies. 1998. Guidelines for Critical Review Form - Quantitative Studies.
23. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy evidence database (PEDro) scale. *Journal of Physiotherapy*. 2020;66(1):59.
24. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, Cosar Saracgil SN. Virtual reality in upper extremity rehabilitation of stroke patients: A randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Diseases*. 2018;27(12):3473–3478.
25. Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Gilani SA, Khalid K, Aslam AS, et al. Virtual reality training using Nintendo Wii games for patients with stroke: Randomized controlled trial. *JMIR Serious Games [Internet]*. 2022;10(2).
26. Gueye T, Dedkova M, Rogalewicz V, Grunerova-Lippertova M, Angerova Y. Early post-stroke rehabilitation for upper limb motor function using virtual reality and exoskeleton: equally efficient in older patients. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. 2021;55(1):91–96.
27. Kiper P, Agostini M, Luque-Moreno C, Tonin P, Turolla A. Reinforced feedback in virtual environment for rehabilitation of upper extremity dysfunction after stroke: Preliminary data from a randomized controlled trial. *Biomed Research International*. 2014; 2014:1–8.

28. Kiper P, Szczudlik A, Agostini M, Opara J, Nowobilski R, Ventura L, et al. Virtual reality for upper limb rehabilitation in subacute and chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2018;99(5):834-842.e4.
29. Sin H, Lee G. Additional virtual reality training using xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2013;92(10):871–880.
30. Shin J-H, Bog Park S, Ho Jang S. Effects of game-based virtual reality on health-related quality of life in chronic stroke patients: A randomized, controlled study. *Computers in Biology and Medicine*. 2015; 63:92–98.
31. Shin J-H, Kim M-Y, Lee J-Y, Jeon Y-J, Kim S, Lee S, et al. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2016;13(1):17
32. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [Internet]. 2011;343(oct18 2): d5928.
33. Rodríguez-Hernández M, Polonio-López B, Corregidor-Sánchez A-I, Martín-Conty JL, Mohedano-Moriano A, Criado-Álvarez J-J. Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2023;20(1):1-14.
34. Kayabınar B, Alemdaroğlu-Gürbüz İ, Yılmaz Ö. The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2021;57(2):227-237.
35. Ding L, Wang X, Guo X, Chen S, Wang H, Cui X, Rong J, Jia J. Effects of camera-based mirror visual feedback therapy for patients who had a stroke and the neural mechanisms involved: protocol of a multicentre randomised control study. *BMJ Open*. 2019;9(3).
36. Dańbrowská M, Pastucha D, Janura M, Tomášková H, Honzíkova L, Baníková Š, et al. Effect of Virtual Reality Therapy on Quality of Life and Self-Sufficiency in Post-Stroke Patients. *Medicina*. 2023;59(9):1669.
37. Ibacache Araya J. PERCEPCIÓN DE ESFUERZO FÍSICO MEDIANTE USO DE ESCALA DE BORG. Consideraciones acerca de la utilización del método en ambientes laborales. 2019.

9. Anexos

ANEXO I: Ecuaciones de búsqueda.

Búsqueda en Medline (PubMed):

Virtual reality and (neurological rehabilitation or motor improvement) and (stroke or ictus or brain hemorrhagic) and (upper extremity or upper limb).

Búsqueda en PEDro (Physiotherapy Evidence Database):

Stroke* virtual reality* rehabilitation* upper limb*.

Búsqueda en Scopus:

("virtual reality") AND ("neurological rehabilitation" OR "motor function") AND (stroke OR ictus) AND ("upper limb" OR "upper extremity").